

Leitlinie zur Impfung von Pferden



5. Auflage

Ständige Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet)

Leitlinie zur Impfung von Pferden

Die Leitlinie wurde vom Arbeitskreis Pferde der StIKo Vet aktualisiert.
Dem Arbeitskreis gehören an:

Prof. Dr. K. Feige; TiHo Hannover
Prof. Dr. K. Lohmann; Universität Leipzig
Dr. M. Köhler; prakt. Tierarzt, Wusterhausen
Dr. S. Mueller; Tiergesundheitsdienst Baden-Württemberg
Prof. Dr. R. Straubinger Ph.D.; LMU München
Prof. Dr. U. Truyen; Universität Leipzig
PD Dr. M. Venner; prakt. Tierärztin, Destedt
Prof. Dr. A. Volz; TiHo Hannover
Dr. P. Witzmann; prakt. Tierarzt, Leinfelden-Echterdingen

Vorwort

Die Ständige Impfkommision Veterinärmedizin (StIKo Vet) wurde 2006 vom Bundesverband praktizierender Tierärzte e.V. (bpt) ins Leben gerufen, um Tierärzten fachlich unabhängig und wissenschaftlich fundiert Leitlinien zur Impfung von Tieren an die Hand zu geben.

Die ersten beiden Auflagen der Impfleitlinie für Pferde erschienen 2011 und 2013. An der Ausarbeitung dieser Auflagen waren neben den Repräsentanten der tiermedizinischen Ausbildungsstätten Vertreter des Paul-Ehrlich-Instituts (PEI), der Bundestierärztekammer (BTK), der Fachgruppe Pferdemedizin der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG), der Gesellschaft für Pferdemedizin (GPM) sowie des Bundesverbandes Praktizierender Tierärzte (bpt) beteiligt. Mit der Ablösung des Tierseuchengesetzes durch das Tiergesundheitsgesetz (TierGesG) am 1. Mai 2014 wurde beschlossen, das Gremium gesetzlich zu verankern und am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), dem Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, anzusiedeln (TierGesG § 27 (7)). Mit der konstituierenden Sitzung der neuen StIKo Vet am 1. Dezember 2015 auf der Insel Riems ging die Verantwortung für die Aktualisierung und Herausgabe der Impfleitlinien einvernehmlich auf das neue Gremium mit seinen acht tierartbezogenen Fachbereichen über. Der vom Fachbereich Pferd eingerichtete Arbeitskreis hat seitdem die Leitlinie zur Impfung von Pferden mit der dritten und vierten Auflage in den Jahren 2017 und 2019 aktualisiert. Die hier vorgelegte fünfte Auflage der Leitlinie zur Impfung von Pferden baut auf den früheren Leitlinien auf. Neu aufgenommen wurden die Impfpfampel für Pferde, Informationen zu allen in Deutschland aktuell für die Anwendung beim Pferd zugelassenen Impfstoffen sowie ein Glossar, in dem die wichtigsten in der Leitlinie verwendeten Begriffe alphabetisch aufgeführt und erläutert werden. Den Autoren der vorausgegangenen Auflagen, die nicht mehr an der Weiterentwicklung der Leitlinie beteiligt sind, sei an dieser Stelle nochmals sehr herzlich für ihre langjährige Mitarbeit gedankt. Besonderer Dank gilt auch dem Bundesverband Praktizierender Tierärzte (bpt), der die Verteilung der Impfleitlinien nach wie vor maßgeblich unterstützt.

Für die Ständige Impfkommision Veterinärmedizin am FLI
Prof. Dr. U. Truyen, Vorsitzender der StIKo Vet

Für den Arbeitskreis Pferd der StIKo Vet
Prof. Dr. K. Feige, Vorsitzender des Arbeitskreises Pferd

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	4
PRÄAMBEL	6
A. IMPFEMPFEHLUNGEN	9
Impfampel für Pferde	9
Impfschemata	9
Kurzinformationen zu einzelnen Erkrankungen	11
B. ANHANG I	16
B.1 Dermatomykosen: Trichophytie, Mikrosporie	17
B.2 Druse.....	21
B.3 Equine Herpesvirus (EHV)-Infektionen mit Typ 1 + 4.....	25
B.4 Equine Influenzavirus (EIV)-Infektionen	30
B.5 Equine Rotavirus-Infektionen.....	35
B.6 Equine virale Arteritis (EVA).....	38
B.8 Tetanus.....	40
B.9 Tollwut	45
B.10 West-Nil-Virus-Infektionen (Westnilfieber)	47
C. ANHANG II	51
C.1 Lyme-Borreliose	52
D. GLOSSAR	55

Präambel

Impfungen sind die wichtigsten Maßnahmen zur Verhinderung von Infektionskrankheiten und deren Verbreitung.

1. Jedes Tier soll so oft wie nötig geimpft werden, um das Ziel eines Schutzes des Einzeltieres, des Bestandes und schließlich im Idealfall der Population zu erreichen.
2. Komplette Bestandsimpfungen sollten angestrebt werden, um Infektionsketten zu unterbrechen.
3. Die regelmäßige Gesundheitsberatung und das Impfgespräch dienen der Ermittlung eines individuellen und bestandsorientierten Impfprogramms. Vor jeder Impfung ist die Impffähigkeit jedes Einzeltieres festzustellen.
4. Eine vollständige Grundimmunisierung ist Voraussetzung für einen optimalen Schutz des Einzeltieres.
5. Core-Komponenten der Impfstoffe richten sich gegen Krankheitserreger, gegen die jedes Pferd zu jeder Zeit geschützt sein muss, weil die Impfstoffe im Regelfall
 - vor einer Einzeltierkrankung mit hoher Mortalität sowie vor schweren Krankheiten mit hoher Morbidität schützen und
 - durch Reduzierung der Erregerausscheidung dazu beitragen können, Infektionsketten zu unterbrechen.
6. Non-Core-Komponenten der Impfstoffe richten sich gegen Krankheitserreger, gegen die Pferde nur unter besonderen Umständen, bei einem potenziell erhöhten Risiko einer Exposition geschützt sein müssen.

Die Notwendigkeit von Impfungen steht außer Zweifel. Impfungen tragen dazu bei, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Pferde zu erhalten und zu fördern. Sie dienen dem Schutz des Einzeltieres und über den Bestandsschutz dem Schutz der gesamten Pferdepopulation.

Impfstoffe bedürfen einer Zulassung durch das Paul-Ehrlich-Institut (PEI) oder eines vergleichbaren europäischen Rechtsaktes. Informationen über die derzeit in Deutschland für die Anwendung bei Pferden zugelassenen Impfstoffe finden sich im Anhang I dieser Leitlinie in den Kapiteln zu den einzelnen Erkrankungen. Zusätzlich können sie der Internetseite des PEI entnommen werden: www.pei.de. Im Rahmen dieser Zulassung werden die Wirksamkeit sowie die Verträglichkeit und die Sicherheit der Impfstoffe geprüft. Dennoch lassen sich unerwünschte Tierarzneimittelwirkungen nicht ausschließen. Die Zahl der Impfungen sollte daher auf das notwendige Maß beschränkt bleiben. Ebenso ist es wichtig, das Vorkommen von unerwünschten Arzneimittelwirkungen zu überwachen. Dies geschieht zentral durch das PEI. Ein Meldeformular für unerwünschte Wirkungen steht auf der Internetseite des PEI zum Abruf bereit.

Die Gebrauchsinformation ist Teil der Zulassung eines Impfstoffes. Entsprechend der neuen europäischen [Tierarzneimittel-Verordnung](#) werden Impfstoffe in Übereinstimmung mit Vorgaben der Gebrauchsinformation angewendet. Die von der Ständigen Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet) erarbeiteten Empfehlungen weichen in Einzelfällen von der Gebrauchsinformation ab. Sie basieren auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen oder stellen - wenn die Datenlage eine abschließende Bewertung nicht zulässt - den Konsens des Expertengremiums der StIKo Vet dar. Gegebenenfalls von der Gebrauchsinformation abweichende Empfehlungen tragen dazu bei, dass Impfstoffhersteller ihre Produktlinien, bzw. die Angaben in den Gebrauchsinformationen an aktuelle, wissenschaftliche Erkenntnisse anpassen. Dazu sind sie nach der neuen europäischen Tierarzneimittelverordnung verpflichtet. Für das Abweichen von der Gebrauchsinformation werden unterschiedliche Begriffe, wie z.B. Umwidmung, Off-Label Use oder zulassungsüberschreitende Anwendung, verwendet. Es ist zu beachten, dass eine von der Gebrauchsinformation abweichende Anwendung eines Tierarzneimittels entsprechend der Tierarzneimittel-Verordnung in der Regel dazu führt, dass das Behandlungsrisiko auf den behandelnden Tierarzt übergeht. Wenn die abweichende Anwendung dem allgemeinen Gebrauch entspricht, ist die Situation ggf. gesondert zu bewerten. Die StIKo Vet hat zu diesem Themenkomplex eine ausführliche [Stellungnahme](#) erarbeitet. Diese wird zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Leitlinie (Stand Februar 2023) aktualisiert. Darin werden sowohl immunologisch-infektiologische als auch (haftungs-) rechtliche Aspekte behandelt.

Für den optimalen Impfschutz eines Einzeltieres ist die korrekte und vollständige **Grundimmunisierung** eine essentielle Voraussetzung. In der Leitlinie zur Impfung von Pferden werden die ersten drei Impfungen gegen eine Erkrankung als Grundimmunisierung zusammengefasst. Damit soll die besondere Rolle dieser Basisimmunisierung hervorgehoben werden, die -wenn sie korrekt durchgeführt wird- bei einigen Erkrankungen, wie z.B. Tetanus, zu einer lang-anhaltenden, belastbaren Immunität führt. Ein belastbarer, wenn auch möglicherweise nicht lang-anhaltender Schutz ist bereits wenige Wochen nach der zweiten Immunisierung gegeben. Für einen lang-anhaltenden Schutz sind regelmäßige Wiederholungsimpfungen im korrekten Abstand erforderlich. Bei der Tetanusimpfung kann anschließend auf entsprechend längere Wiederholungsintervalle gewechselt werden. Die Impfungen gegen die Equine Influenza sowie gegen Equine Herpesviren vermitteln nur eine relativ kurz anhaltende Immunität. Gegen diese Erkrankungen sind daher halbjährliche, bzw. allenfalls jährliche **Wiederholungsimpfungen** zu verabreichen.

Die Immunkompetenz des Fohlens und die Impfhistorie der Mutterstute bestimmen den geeigneten Zeitpunkt für die erste Impfung. Da eine transplazentare Passage von Immunglobulinen wegen der Plazentationsverhältnisse bei Pferden (*Placenta epitheliochorialis*) nicht möglich ist, erhalten Fohlen die mütterlichen Antikörper ausschließlich mit dem Kolostrum. Zum Teil interferieren die maternalen Antikörper mit der Ausbildung einer aktiven Immunität im geimpften Fohlen. Der Zeitpunkt der Fohlenimpfung muss daher so gewählt werden, dass möglichst keine oder nur geringe Spiegel an maternalen Antikörpern vorhanden sind. Im Alter von sechs Lebensmonaten kann mit einiger Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die maternalen Antikörper soweit abgesunken sind, dass sie eine aktive Immunisierung nicht mehr behindern. Falls aufgrund einer fehlenden Impfhistorie der Mutterstute oder aufgrund fehlender Kolostrumaufnahme davon ausgegangen werden muss, dass das Fohlen nicht ausreichend mit maternalen Antikörpern versorgt wurde, wird ab einem Alter von 4 Monaten eine zusätzliche, vorgezogene Impfung gegen Tetanus, Equine Influenza und Equines Herpesvirus empfohlen.

Die Leitlinie zur Impfung von Pferden ist nicht starr und nicht rechtsverbindlich, vielmehr stellt sie eine Entscheidungshilfe für den anwendenden Tierarzt dar. Sie wird in regelmäßigen Abständen überprüft und gegebenenfalls ergänzt oder geändert. Neben den Impfleitlinien werden von der StIKo Vet auch wissenschaftliche Stellungnahmen zur Impfung von Tieren auf der [Homepage der StIKo Vet](#) veröffentlicht. Diese Stellungnahmen nehmen Bezug zu aktuellen Themen und liefern teilweise über die Leitlinien hinausreichende Hintergrundinformationen.

Als hilfreich für die Strukturierung der Impfungen hat sich das Konzept bewährt, die zu impfenden Komponenten in Core- und Non-Core-Komponenten zu unterteilen. Dabei richten sich Core-Komponenten gegen jene Infektionen, gegen die jedes Pferd zu jeder Zeit geschützt sein muss, da diese, wie z. B. Tetanus, bei den Pferden lebensgefährliche Krankheiten verursachen. Zu den **Core-Komponenten** zählen ebenso diejenigen Impfungen, die vor schweren Krankheiten mit hoher Morbidität schützen oder diese zumindest positiv beeinflussen können. Ebenso können sie durch eine verminderte Erregerausscheidung dazu beitragen, den Infektionsdruck im Bestand zu reduzieren und im Idealfall Infektionsketten zu unterbrechen. Die **Non-Core-Komponenten** sind grundsätzlich nicht weniger wichtig, aber nicht für jedes Pferd zu jeder Zeit bedeutend. Eine Impfung gegen diese Erreger wird für Pferde mit einem erhöhten Expositionsrisiko empfohlen. Farbampeln, angelehnt an das Konzept der Core- und Non-Core-Vakzinierung, sollen im ersten Teil der Leitlinie einen schnellen Eindruck darüber vermitteln, ob und für welche epidemiologische Situation die Impfung empfohlen wird.

Farbcode	Interpretation
●●●	Jedes Tier sollte zu jeder Zeit gegen diese Erkrankung geschützt sein (Core-Vakzine).
●●○	Eine Impfung ist empfohlen, wenn der Erreger in der Region oder im Bestand enzootisch ist (Non-Core-Vakzine).
●○○	Eine Impfung kann für ein einzelnes Tier oder einen einzelnen Bestand sinnvoll sein (Non-Core-Vakzine).
○○○	Eine Impfung wird nicht empfohlen.
●●●	Die Impfung ist verboten und erfolgt allenfalls nach behördlicher Anordnung im Seuchenfall.

A. Impfpfehlungen

Impfampel für Pferde

Dermatomykosen	●○○	Equine virale Arteriitis	●○○
Druse	●○○	Tetanus	●●●
Equine Herpesvirus-Infektionen	●●●	Tollwut	●○○
Equine Influenza	●●●	West Nil Virus Infektion	●●○
Equine Rotavirus-Infektionen	●○○		

Die Impfung gegen Tetanus, Equine Influenza (EIV) und Equine Herpesviren entspricht der Definition der Core-Komponente. Impfungen gegen die übrigen Erkrankungen gelten als Non-Core Komponenten.

Impfschemata

Grundimmunisierung (Jungtierimpfung)

Die Grundimmunisierung gegen die Core-Komponenten besteht aus jeweils drei Impfungen gegen Tetanus, Equine Influenza und Equine Herpesvirus-Infektionen. Folgende Impfungen werden für das entsprechende Lebensalter empfohlen:

Im Alter von 6 Monaten	Tetanus ¹ , EIV ¹ , EHV ¹
Im Alter von 7-7½ Monaten (d.h. 4-6 Wochen nach der Erstimmunisierung)	Tetanus, EIV, EHV
Im Alter von 12–14 Monaten (d.h. 6-7 Monate nach Zweitimmunisierung)	EIV, EHV
Im Alter von 19-21 Monaten (d.h. 12 bis 14 Monate nach Zweitimmunisierung)	Tetanus

¹ Fohlen aus nicht geimpften Mutterstuten und Fohlen mit fehlender Kolostrumaufnahme sollten ab dem Alter von 4 Monaten gegen EIV, Tetanus und EHV geimpft werden. Auch bei erwiesener, geringer Antikörpermenge im Fohlen sollte in diesem frühen Alter geimpft werden. Zu einem solchen Vorgehen wird geraten, um das Zeitfenster, in dem die Jungtiere ungeschützt sind und in dem die Mehrzahl der Erstinfektionen stattfindet, zu minimieren und idealerweise eine Erstinfektion zu vermeiden. Allerdings ist hier dringend zu beachten, dass sich insbesondere im Falle der Impfung gegen Influenza und Tetanus sowie bei Anwendung der meisten EHV-Impfstoffe aus inaktivierten Erregern auch geringe Mengen maternaler Antikörper nachteilig auf die Immunitätsbildung im ersten Lebensjahr des Fohlens auswirken können. In Ermangelung belastbarer Daten sollte nach der vorgezogenen Impfung anschließend eine vollständige Grundimmunisierung ab einem Alter von 6 Monaten gemäß dem oben beschriebenen Schema erfolgen.

Wiederholungsimpfungen (Boosterimpfungen, Auffrischungsimpfungen)

Alle 6 Monate EHV

Alle 6 Monate² EIV

Alle 2-3 Jahre Tetanus

Bei in einem höheren Alter vorgestellten Erstimpfungen sowie bei unbekanntem Impfstatus ist ein Impfschema mit den gleichen Impfintervallen anzuwenden. Für Pferde, die an Pferdesportveranstaltungen teilnehmen, sind die entsprechenden Vorschriften der jeweiligen Verbände zu beachten (Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN), Deutscher Galopp e.V. (DG), Hauptverband für Traberzucht e.V. (HVT) u.a.).

Impfung trächtiger Stuten

Im 4. bis 5. und 8. Monat der Trächtigkeit EHV-1 (Lebendvakzine³)
oder
im 5. und 7. sowie 9. Monat der Trächtigkeit EHV-1 (inaktivierte Vakzine)

(Vorzugsweise sollte für die Wiederholungsimpfungen innerhalb einer Trächtigkeit der gleiche Impfstoff verwendet werden.)

Im 4. bis 5. und 10. bis 11. Monat der Trächtigkeit EIV

² Bei Pferden mit einem geringen Risiko einer Influenzavirusexposition, die regelmäßig geimpft und weder bei Turnieren noch bei anderen Veranstaltungen mit größeren Pferdeansammlungen aus verschiedenen Beständen (z. B. Zuchtveranstaltungen, Wanderreiten) eingesetzt werden, kann ein Intervall bis zu 12 Monaten ausreichend sein.

³ Die in Deutschland zugelassene Lebendvakzine gegen EHV-1-Infektionen kann bei trächtigen Stuten eingesetzt werden. Sie besitzt jedoch keine Indikation für einen Schutz gegen Aborte. Neuere vergleichende Untersuchungen haben allerdings gezeigt, dass die Wirksamkeit der Lebendvakzine mit der der Inaktivatvakzine vergleichbar ist, die zur Prävention von EHV-1-induzierten Aborten zugelassen ist (siehe Teil B Fachinformation Kapitel EHV). Die Impfung trächtiger Stuten mit dem Ziel der Übertragung von maternalen Immuneffektoren (Antikörper, Immunzellen) soll nach Herstellerangaben erfolgen. In der Regel werden zwei bis drei EHV-Impfstoffapplikationen in der Trächtigkeit durchgeführt, wobei die letzte Applikation nahe dem Geburtstermin erfolgen sollte, um die Übertragung maternaler Immuneffektoren durch das Kolostrum zu maximieren.

Kurzinformationen zu einzelnen Erkrankungen

Dermatomykosen

Gegen Dermatomykosen des Pferdes sind derzeit ein polyvalentes, inaktiviertes Produkt sowie eine monovalente Lebendvakzine zugelassen. Beide Impfstoffe werden von den Herstellern sowohl zur Immunprophylaxe als auch zur Therapie bei bereits bestehender Erkrankung empfohlen. Hierfür sollen zwei Impfungen in 14-tägigem Abstand vorgenommen werden, denen bei Bedarf weitere, ebenfalls in 14-tägigen Abständen, folgen können (→ [weiterführende Informationen](#)).

Druse

Der Einsatz der kommerziell erhältlichen Impfstoffe gegen den Erreger der Druse, *Streptococcus equi* ssp. *equi*, kann zur Verringerung der klinischen Ausprägung der Erkrankung bei infektionsgefährdeten Pferden eingesetzt werden. Für den neu verfügbaren Subunit-Impfstoff gibt es in der Produktinformation bisher keine, über die zweimalige Impfung hinausgehende Empfehlung. Trotz Impfung kann es zur Infektion kommen, die Impfung kann aber dazu beitragen, die klinische Symptomatik der Druse zu reduzieren. Ein Impfschutz ist nur über wenige Monate zu erwarten. Der neue Impfstoff basiert auf rekombinanten Proteinen abgeleitet von *S. equi* ssp. *equi*, die intramuskulär appliziert werden, während der schon länger verfügbare Lebendimpfstoff auf einer Deletionsmutante des Erregers (*S. equi* sp. *equi* Stamm TW928) basiert und in die Oberlippenschleimhaut des Pferdes verabreicht wird (→ [weiterführende Informationen](#)).

Equine Herpesvirus-Infektionen

Das Ziel einer Impfung gegen Equine Herpesviren (v.a. EHV-1) ist in erster Linie die Reduktion des Infektionsdrucks in den Pferdebeständen. Dieser Druck lässt sich, wie bei den meisten Infektionskrankheiten, nur dann verlässlich reduzieren, wenn in den Pferdehaltungen ein striktes Hygieneregime angewendet wird. Die Impfung ist integraler Bestandteil eines solchen Hygieneregimes. Das angestrebte Impfziel ist aber nur dann zu erreichen, wenn ab Beginn eines Impfprogramms der gesamte impffähige Bestand entsprechend der Vorgaben geimpft wird und dieses Regime auch aufrechterhalten wird. Nur einzelne Tiere eines Bestands zu impfen, führt nicht zum angestrebten Impferfolg. Der Einsatz derzeit im Handel befindlicher Impfstoffe kann die Schwere der klinischen Veränderungen im Einzeltier reduzieren (respiratorische Erkrankung, Abort, paretisch/paralytische Verlaufsform). Das übergeordnete Ziel ist aber, durch konsequente Impfung der gesamten Pferdepopulation, insbesondere bei häufig reisenden Pferden, zu einer Reduktion der Menge von zirkulierenden Herpesviren beizutragen. Damit können Infektketten unterbrochen und somit die Morbiditätsquoten gesenkt werden. Die Basis von erfolgreichen EHV-1-Impfstrategien ist es, die vorgegebenen Zeitintervalle der Wiederholungsimpfungen strikt einzuhalten, da die Immunität gegen EHV-1 im Vergleich zu anderen Impfungen besonders schnell abklingt. Nach Abfall der maternalen Antikörperspiegel und aufgrund von Stresssituationen z.B. beim Absetzen scheiden insbesondere infizierte Jungpferde große Mengen an infektiösem Virus aus. Deshalb kommt der rechtzeitigen Grundimmunisierung der Fohlen auch eine besondere Bedeutung zu. Bei gleichen Impfintervallen wird empfohlen, EHV- und EIV-Impfstoffe zeitgleich und ortstrennt zu verabreichen. Für Pferde, die an Pferdesportveranstaltungen teilnehmen, sind die entsprechenden Vorschriften der jeweiligen Verbände zu beachten (FN, DG u.a.) (→ [weiterführende Informationen](#)).

Equine Influenza

Die Impfung gegen das Equine Influenzavirus (EIV) ist in der Regel nicht in der Lage, eine sterile Immunität zu induzieren. Die durch die verfügbaren Impfstoffe stimulierte Immunität reicht für eine limitierte Zeit aus, um gegen eine erneute klinisch manifeste Infektion mit einem im Impfstoff berücksichtigten oder nahe verwandten Virus zu schützen. Heterologe Varianten werden von Fall zu Fall nicht oder nur unzureichend abgedeckt. Die Dauer der Immunität hängt u.a. vom initialen Antikörperspiegel nach der Impfung ab. Dieser korreliert mit der Erstimpfung beim Fohlen und den später folgenden Impfungen. Folglich weisen vor allem ältere geimpfte Pferde, die darüber hinaus möglicherweise Infektionen mit Influenzaviren durchgemacht haben, ebenso wie Impflinge nach Impfungen mit unterschiedlichen Influenza-Antigenen in der Regel einen breiteren, heterologen Immunschutz auf als jüngere Pferde ohne derartige Anamnesen. Die Weltorganisation für Tiergesundheit (World Organization for Animal Health, WOA, früher OIE) gibt als Konsequenz internationaler Influenza-Überwachungsprogramme Empfehlungen bezüglich der Impfantigene, die gegenwärtig im Feld nachgewiesene Virusstämme repräsentieren. Als Resultat dieser Untersuchungen erging die 2020 aktualisierte Empfehlung der WOA, für die Impfstoffproduktion folgende Viren einzusetzen:

- A/Equi2/Ohio/03 oder A/Equi2/South Africa/03/04 oder enge Verwandte als Repräsentanten der so genannten amerikanischen Linie, Klade 1.
- A/Equi2/Richmond 1/07 oder enge Verwandte als Repräsentanten der so genannten amerikanischen Linie, Klade 2.

Ein Vertreter des Subtyps A/Equi 1 (H7N7) wird wegen der epidemiologischen Situation nicht mehr empfohlen. Bei gleichen Impfintervallen wird empfohlen, EHV- und EIV-Impfstoffe zeitgleich und ortstrennt zu verabreichen. Für Pferde, die an Pferdesportveranstaltungen teilnehmen, sind die entsprechenden Vorschriften der jeweiligen Verbände zu beachten (FN, DG, HVT u.a.) (→ [weiterführende Informationen](#)).

Equine Rotavirus-Infektionen

Die Infektion mit dem Equinen Rotavirus verursacht eine speziesspezifische, neonatale Durchfallerkrankung, die durch orale Aufnahme von mit Fäzes kontaminierter Nahrung übertragen wird. Die Erkrankung tritt in den ersten Lebensmonaten auf. Nach ersten Erkrankungsfällen besteht das hohe Risiko der Entwicklung einer Bestandsproblematik, da der Kot erkrankter Tiere große Virus-Mengen enthält und das Virus in der Umgebung mehrere Monate überlebensfähig ist. Die Erkrankung ist mit einer hohen Morbidität, bei adäquater Behandlung jedoch nur mit einer geringen Letalität verbunden. Zur Vermeidung der Erkrankung ist in erster Linie ein optimales Hygienemanagement, vor allem in den Abfohlbereichen notwendig. Mist aus diesen Beständen sollte in keinem Fall zur Düngung verwendet werden. Daneben sollten Überbelegungen vermieden werden.

In Deutschland ist eine inaktivierte Rotavirus-Muttertiervakzine für die Impfung tragender Stuten im 8., 9. und 10. Monat einer jeden Trächtigkeit zugelassen. Ziel der Impfung ist es, die passive Immunität der Fohlen gegen Rotavirus-Infektionen über die Erhöhung der spezifischen maternalen Antikörper im Kolostrum und in der Milch zu steigern. Dadurch wird für die Fohlen das Risiko reduziert, an durch Equines Rotavirus verursachten Durchfällen zu erkranken. Es ist zu erwarten, dass in geimpften Beständen die Erkrankung in einer niedrigeren Inzidenz auftritt; die Krankheitsverläufe sind milder. Die Impfung wird in Beständen mit nachgewiesenen Rotavirus-Infektionen bei gutem Hygienemanagement empfohlen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass das Fohlen innerhalb von 24 Stunden nach der Geburt eine ausreichende Menge Kolostrum erhält und auch danach die

kontinuierliche Aufnahme von Milch der geimpften Mutterstute gesichert ist (→ [weiterführende Informationen](#)).

Equine virale Arteritis (EVA)

Hengste, die das Virus mit dem Samen (dauer)ausscheiden, stellen das natürliche Erregerreservoir dar. Dies führt zur Persistenz der Infektion in der Pferdepopulation. Deshalb ist weltweit die sog. "targeted vaccination of breeding stallions" als wirksamste und wichtigste Prophylaxe anerkannt. Die Virusübertragung geschieht vorwiegend über den Samen, ist aber auch über andere Körpersekrete (v. a. in Form von Aerosolen), Urin und Abortmaterial möglich. Die Mehrheit der natürlich erworbenen Infektionen verläuft subklinisch, erkennbar nur durch Serokonversion. Neben den Verfohlungen bei Stuten liegt ein hohes wirtschaftliches Risiko in der Entstehung von Langzeit- bzw. Dauerausscheidern bei Hengsten. Stuten, Wallache, Fohlen und Hengste vor Geschlechtsreife erreichen keinen Dauerausscheiderstatus. Die Infektion mit Feldvirus führt zu einer mehrere Jahre andauernden Immunität.

Geimpfte Pferde entwickeln nach Grundimmunisierung (zweimalige Impfung im Abstand von 3-6 Wochen ab einem Alter von 9 Monaten) nach drei Wochen eine Immunität, müssen aber regelmäßig (alle 6 Monate) revakziniert werden. Die Impfung von seronegativen Stuten, die von einem EVA-Ausscheider-Hengst gedeckt werden sollen, ist sinnvoll. Die Anwendung des Impfstoffes während der Trächtigkeit wird vom Hersteller nicht empfohlen. Die Impfung hat keinen Einfluss auf die Ausscheidung von EVA-Virus bei persistent infizierten Hengsten. Nach derzeitigem Kenntnisstand verhindert eine korrekt durchgeführte Impfung mit regelmäßigen Wiederholungsimpfungen im Fall der Infektion mit Feldvirus (Challenge) das Auftreten klinischer Symptome (z.B., Aborte) und das Entstehen von Dauerausscheidern, aber nicht die Reinfektion mit begrenzter Virusvermehrung. Die Impfung wird für zur Zucht vorgesehene Hengste im Zeitraum vor der Geschlechtsreife empfohlen, da damit sicher vermieden werden kann, dass diese Tiere als Adulte zu Ausscheidern werden.

Eine serologische Unterscheidung zwischen Impfvirus und Feldvirus ist nicht möglich. Durch serologische Blutuntersuchung ist das Vorhandensein von Antikörpern und die Höhe der Antikörperspiegel feststellbar. Einige Länder verwehren den Import von Pferden mit positivem EAV-Antikörper-Nachweis. Andere aufnehmende Länder verlangen für den Import von EAV-antikörperpositiven Pferden den Nachweis der EAV-Antikörperfreiheit vor Beginn der Grundimmunisierung. Bei Beginn der Grundimmunisierung sollte daher ein Antikörpertest - idealerweise als doppeltes Serumpaar in 14-tägigem Abstand - zum Nachweis der EAV-Antikörperfreiheit vor der Erstimpfung durch ein zertifiziertes Labor durchgeführt und das Ergebnis - wie die Impfungen auch- im Equidenpass dokumentiert werden.

Auf die Meldepflicht der EVA nach der Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten wird hingewiesen (→ [weiterführende Informationen](#)).

Tetanus

Tetanus wird durch das Neurotoxin (Exotoxin) Tetanospasmin von *Clostridium tetani* verursacht. Grundlage der eingesetzten Impfstoffe ist gereinigtes Tetanustoxoid, das zur Steigerung seiner Immunogenität an Adjuvans adsorbiert ist. Derartige Adsorbatimpfstoffe verfügen über eine sehr gute Wirkung hinsichtlich der Ausprägung eines Schutzes, die nach korrekter Grundimmunisierung und späteren Wiederholungsimpfungen zu einem jahrelang belastbaren Immunschutz bei den geimpften Pferden führt. Die Basis dieser Immunität sind Antikörper, die eine gegen das Toxin gerichtete Immunität bewirken. Persistierende Antikörper vermitteln eine mehrjährige Schutzwirkung, die nach

durchgeführter Grundimmunisierung durch Wiederholungsimpfungen in 2- oder 3-jährigem Abstand – je nach verwendetem Impfstoff – aufrechterhalten wird.

Die Tetanusprophylaxe muss in Pferdezucht und -haltung als obligat angesehen werden, da die Infektionsgefahr durch die ubiquitär vorkommenden, sporenbildenden Erreger in Verbindung mit der hohen Sensibilität des Pferdes permanent ist, und die Erkrankung, wenn sie klinisch manifest wird, häufig tödlich verläuft. Bei verletzten, nicht geimpften Pferden bzw. bei verletzten Pferden mit unbekanntem Impfstatus ist es sinnvoll, eine Simultanimpfung durchzuführen, die aus der gleichzeitigen Gabe von Tetanustoxoid und Tetanus-Serum (Antitoxin) an getrennten Injektionsstellen besteht. Gegebenenfalls kann die Gabe des Antitoxins vom Ergebnis eines spezifischen Schnelltestes für Antikörper gegen Tetanustoxin abhängig gemacht werden. Bei neugeborenen Fohlen nicht geimpfter Stuten oder von Stuten mit unbekanntem Impfstatus muss die Applikation von Antitoxin ebenso in Betracht gezogen werden. Aufgrund des Risikos unerwünschter, möglicherweise dramatischer, Nebenwirkungen nach der Verabreichung von Antitoxin ist die präventive, aktive Immunisierung mit Tetanustoxoid einer metaphylaktischen Verabreichung des Antitoxins unbedingt vorzuziehen (→ [weiterführende Informationen](#)).

Tollwut

Deutschland ist seit 2008 frei von terrestrischer Tollwut, weshalb die Impfung von Pferden gegen Tollwut nicht unter den Core-Impfungen aufgeführt ist. Da außerdem weder eine Weiterverbreitung von Pferd zu Pferd noch von Pferd zu anderen Tieren möglich ist, genügt es, nur gefährdete Tiere zu impfen (z. B. Pferde bei Reisen in Länder, in denen noch Tollwut herrscht) und auf eine Populationsimpfung zu verzichten. Auf Grund der hohen Immunogenität ist eine einmalige Impfung im Rahmen der Grundimmunisierung ab dem Alter von 6 Monaten ausreichend. Wiederholungsimpfungen in 3-jährigem Abstand werden als ausreichend betrachtet. Auf die Anzeigepflicht der Tollwut nach der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen wird hingewiesen. Cave: Der untersuchende Tierarzt kann sich bei der Untersuchung der Maulhöhle eines Pferdes mit nicht erkannter Tollwut infizieren (→ [weiterführende Informationen](#)).

West-Nil-Virus-Infektionen

Anfang September 2018 ist das West-Nil-Virus erstmalig in Deutschland aufgetreten. Seither ist das Virus regelmäßig bei Vögeln und Pferden nachgewiesen worden. Ebenso ist es zu Krankheitsfällen bei Pferden und Menschen gekommen. Das Epizentrum des Ausbreitungsgebietes liegt derzeit in Mitteldeutschland. Dies umfasst in erster Linie die Bundesländer Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Einzelne Nachweise erfolgten bislang in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und bei Hamburg. Empfohlen wird, Pferde in den betroffenen und angrenzenden Gebieten und Pferde, die in betroffene Gebiete -wenn auch nur temporär, z.B. zu Sportveranstaltungen- verbracht werden sollen, gegen WNV zu impfen. In Abhängigkeit vom weiteren Seuchengeschehen ist mittelfristig eine flächendeckende Impfung von Pferden im gesamten Bundesgebiet anzustreben.

Bei den derzeit zugelassenen Impfstoffen handelt es sich um einen konventionellen inaktivierten Vollvirusimpfstoff ohne Markereigenschaften sowie um zwei Vektorimpfstoffe mit Markereigenschaften, die eine Unterscheidung zwischen geimpften und infizierten Tieren erlauben könnten. Ein kommerzieller Test zur Unterscheidung zwischen Feldinfektion und Impfung ist derzeit allerdings nicht erhältlich. Laut Herstellerangaben können die Impfstoffe zur Erstimpfung bei Fohlen ab dem 5. bzw. 6. Lebensmonat eingesetzt werden. Die Grundimmunisierung besteht je nach

Impfstoff aus zwei Impfungen im Abstand von 3 bis 6 Wochen. Wiederholungsimpfungen sind in jährlichen Abständen durchzuführen. Die Impfstoffe reduzieren die Dauer und Schwere der klinischen Symptome einer West-Nil-Virus-Infektion. Die Schutzwirkung setzt je nach Impfstoff 2-3 Wochen nach der zweiten bzw. 4 Wochen nach der ersten Immunisierung ein. Auf die Anzeigepflicht nach der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen wird hingewiesen (→ [weiterführende Informationen](#)).

B. Anhang I

Fachinformationen

zu den einzelnen Infektionskrankheiten

Die hier aufgeführten Fachinformationen fassen die wichtigsten Fakten zur Ätiologie, Epidemiologie, Klinik, Pathogenese, Diagnostik, Therapie und Bekämpfung der Infektionskrankheiten zusammen, auf die sich die Empfehlungen zur Impfung von Pferden in dieser Leitlinie beziehen. Das soll helfen, diese Empfehlungen nachzuvollziehen.

Die Informationen zu den derzeit in Deutschland für das Pferd zugelassenen Impfstoffen sind der Homepage des Paul-Ehrlich-Instituts entnommen.

B.1 Dermatomykosen: Trichophytie, Mikrosporie

(Flechte, engl. ringworm)

Ätiologie

Dermatophyten sind fadenförmige Pilze, die Keratin als Kohlenstoffquelle nutzen. Die Dermatomykose wird vorwiegend durch den auf der Haut der Pferde siedelnden Pilz *Trichophyton equinum* verursacht. Daneben werden auch andere Dermatophyten wie *Microsporum canis*, *Microsporum equinum*, *Microsporum gypsum*, *Trichophyton verrucosum*, *Trichophyton mentagrophytes* und *Trichophyton quinckeanum* als Verursacher der Flechte vereinzelt nachgewiesen. Infektionen mit Dermatophyten stellen in der Regel exogene Infektionen dar. Die Pilze können ihr Reservoir auf Tieren (zoophile Dermatophyten), auf dem Menschen (anthropophile Dermatophyten) oder in der Umgebung (geophile Dermatophyten) haben. Zu beachten ist, dass Dermatophyten als Erreger von Zoonosen von großer Bedeutung sind. Sie überleben durch Sporenbildung monate- bis jahrelang in der Umgebung (z. B. in Stalleinrichtungen, auf der Weide) und in abgestorbenen Haaren und Hautschuppen. Die Übertragung der Dermatophyten erfolgt entweder direkt von Tier zu Tier (selten von Mensch zu Tier) oder indirekt über Stallgeräte, Putz- und Sattelzeug, Pferdedecken, Ektoparasiten und Transportfahrzeuge.

Epidemiologie

Dermatomykosen kommen weltweit vor und sind häufige, aber in der Regel nicht lebensbedrohliche Erkrankungen. Als bedeutendster Dermatophyt beim Pferd gilt *Trichophyton equinum*. Dieser Pilz wird fast ausschließlich bei Pferden nachgewiesen. Die weiteren, oben genannten Vertreter der Dermatophyten können sporadisch bei erkrankten Pferden, aber vor allem bei anderen Wirtsspezies (z. B. Katze, Hund, Hausmaus, Kaninchen, Meerschweinchen) mit und oft ohne klinische Veränderungen nachgewiesen werden. Als Hauptkontaminationsquelle für die Equine Dermatomykose gelten Pferde, die an Dermatomykose erkrankt sind. Der Anteil an unauffälligen Sporenträgern ohne klinische Veränderungen schwankt je nach Untersuchung zwischen 0 Prozent und 15 Prozent.

Pathogenese

Die Infektion erfolgt durch Kontakt mit Sporen. Die Dermatophyten bilden um Haare ektotriche Sporenrasen, sodass mit Pilzen befallene Haare die Hauptansteckungsquelle bilden. Im Verlauf der Infektion müssen Sporen die mechanische Barriere, die natürliche Hautflora und das Immunsystem der Haut überwinden. Einige Dermatophyten bilden bakterizide Stoffe und können so die den Wirt schützende Hautflora beeinträchtigen. Nach der Adhäsion der Sporen erfolgt die aktive Invasion in die Epidermis durch die Bildung keratolytischer Enzyme. Danach wachsen aus den Sporen die fadenförmigen Pilzzellen (Hyphen). Durch neutrophile Granulozyten ausgelöste Entzündungen und mitotisch aktives Gewebe unterbinden die Entwicklung der Hyphen. Haare werden nur in der Wachstumsphase befallen. Dermatomykosen können auch durch kleine Hautverletzungen entstehen. Schwere Dermatomykosen hingegen treten nahezu ausschließlich bei Immundefekten oder Immunsuppression des Wirtes auf. Stress, Primärerkrankungen, Durchblutungsstörungen und ein feuchtwarmes Klima sind begünstigende Faktoren. Demzufolge ist das Ausmaß einer Dermatomykose einerseits abhängig von der Abwehrlage des Wirtes, andererseits von der Anzahl der Sporen und ihrer Virulenz. Infolge der Infektion mit Dermatophyten reagiert der Wirt mit Bildung von Antikörpern. Jedoch ist die zelluläre Immunantwort ausschlaggebend für eine erfolgreiche Kontrolle der Infektion. Diese Immunantwort führt nach Ausheilen der Erkrankung zu einer Immunität, die den Organismus

zwar nicht vor einer erneuten Erkrankung schützt, aber meist zu einer schnelleren Ausheilung führt - ein Faktor der bei der Immunisierung seinen Niederschlag findet.

Klinik

Eine Dermatomykose wird bei Großtieren als ein selbstlimitierendes Ereignis erachtet. Unbehandelt dauert die Erkrankung in der Regel 1 bis 6 Monate. Die Inkubationszeit beträgt 4 bis 30 Tage. Zu Beginn zeigt sich die Erkrankung als kleine Quaddel und Urtikaria-ähnliche Schwellung in der Oberhaut, über der die Haare gestäubt sind, der Haargrund hingegen verklebt ist. Die Haare können in Büscheln ausgezupft werden und sind brüchig. Es entstehen Kreis- oder fleckförmige Alopezien mit oberflächlich entzündeter Beschaffenheit, die sich im Verlauf der Infektion zu größeren Arealen ausweiten können. Juckreiz muss nicht vorhanden sein. Einige Tage später folgen Krusten- und Schuppenbildung auf Grund von Exsudatbildung und Abschilferung der oberen Epithelschichten. Sekundäre Infektionen, hervorgerufen durch die bakterielle Besiedelung, können zusätzlich Probleme bereiten. In erster Linie sind beim Pferd Veränderungen auf dem Rücken, der Sattel- und Gurtlage, an Schulter, Flanken, Kruppe, Hals und Kopf zu finden. Selten befallen sind Mähne und Schweif.

Diagnose

Eine Dermatomykose ist nicht allein anhand des klinischen Bildes zu diagnostizieren. Haare oder tiefe Hautgeschabsel aus dem Bereich der erkennbaren Veränderungen eignen sich für den kulturellen Nachweis der Pilze. Probenmaterial wird auf Sabouraud-Dextrose-Agar oder modifizierten Pilzagar-Platten bei 30°C verbracht und bebrütet. Aussagekräftige Ergebnisse der kulturellen Untersuchung sind frühestens nach drei Wochen zu erwarten. Die Differenzierung der kultivierten Dermatophyten erfolgt makroskopisch durch Beurteilung der Kolonien und mikroskopisch anhand der Hyphen- und Konidienmorphologie. Ist eine sehr rasche Klärung notwendig, kann die histologische Untersuchung eines Biopats vorgenommen werden. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist aussagekräftig und steht bereits innerhalb weniger Tage zur Verfügung. Ein weiteres Verfahren zur Diagnose ist die mikroskopische Untersuchung von Haaren (Trichogramm). Die Technik der Probenentnahme und Erfahrung des Untersuchenden bedingen die Sensitivität dieses Verfahrens. Aber auch bei optimaler Probenentnahme und Auswertung sind negative Trichogramme trotz Vorliegens einer Dermatophyrose möglich. Daher ist auch hier nur ein positives Ergebnis aussagekräftig.

Therapie

Die effektive Behandlung einer Dermatomykose beinhaltet sowohl die äußerliche Therapie der veränderten Hautstellen am Tier als auch die Sporenbekämpfung in der das Tier umgebenden Umwelt sowie den Einsatz von Impfstoffen.

Äußerliche Therapie: Fungizide Substanzen in Form von Salben oder Waschungen (z. B. Enilconazol 0,2-prozentig) werden äußerlich aufgebracht. Vor dem Aufbringen dieser Medikamente ist es notwendig, die befallenen Stellen zu reinigen und gegebenenfalls das Fell zu scheren, um sicherzustellen, dass das Präparat einwirken kann. Die Medikamente müssen konsequent, mehrmals über Wochen appliziert werden. Die Behandlung ist über das sichtbare Abheilen der Veränderungen hinaus über einen Zeitraum von bis zu 6 Wochen durchzuführen.

Umgebungsbehandlung: Begleitend zu allen Maßnahmen müssen die Sporen in der Umgebung der Pferde bekämpft und reduziert werden. Putzzeug, Halfter, Satteldecken etc. müssen gewaschen und

dekontaminiert werden. Das Gleiche gilt für die Stallungen der Pferde. Diese Maßnahmen sind wöchentlich durchzuführen und bis 3 Wochen nach Abklingen der Symptome beizubehalten.

Impfung: Die Heilung kann durch Einsatz der zur Verfügung stehenden Impfstoffe beschleunigt werden. Meistens reicht eine zweimalige Impfung im Abstand von 14 Tagen aus, um Wirkung zu zeigen. In hartnäckigen Fällen muss die Impfung ein drittes Mal wiederholt werden.

Die Behandlung sollte alle Pferde einschließen, die Kontakt zu dem erkrankten Tier hatten. Treten Pilzkrankungen gehäuft in einem Bestand auf, sollten alle Pferde behandelt werden.

Prophylaxe

Grundsätzlich sollten für jedes Pferd separates Putzzeug, Satteldecke, Abschwitzdecke etc. verwendet werden. Zur aktiven Immunisierung der Pferde gegen Dermatomykosen stehen Impfstoffe zur Verfügung. Bei diesen Impfstoffen ist aber zu beachten, dass sie die Reduktion des Risikos einer klinischen Infektion durch diese Pilzarten sowie die Beschleunigung der Abheilung der klinisch sichtbaren Hautveränderungen als therapeutische Maßnahme zum Ziel haben. Eine Infektion mit Dermatophyten wird mit den gegenwärtig verfügbaren Impfstoffen nicht verhindert. Der Impfschutz besteht ab ca. 5 Wochen nach der ersten Impfung. Die Dauer des Impfschutzes beträgt nach Herstellerangaben mindestens 9 Monate.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equiphyt	Virbac	Trichophyton equinum	leb.	PharmNet
Hippotrichon	Ecuphar	Trichophyton equinum	leb.	PharmNet
Insol Dermatophyton	Boehringer	Trichophyton spp. Mikrosporium spp.	inakt.	PharmNet

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equiphyt	<i>Trichophyton equinum</i> , avirulenter Stamm CCM F-787 (4 - 16 x 10 ⁶ Mikrosporidien)	-	-	-
Hippotrichon	<i>Trichophyton equinum</i> , avirulenter Stamm CCM F-787 (4 - 16 x 10 ⁶ Mikrosporidien)	-	-	-
Insol Dermatophyton	<i>Trichophyton verrucosum</i> , Stamm Nr. 410 <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , Stamm Nr. 1032 <i>Trichophyton sarkisovii</i> , Stamm Nr. 551 <i>Trichophyton equinum</i> , Stamm Nr. 381 <i>Mikrosporium canis</i> , Stamm Nr. 1393 <i>Mikrosporium canis</i> var. <i>distortum</i> , Stamm Nr. 120 <i>Mikrosporium canis</i> var. <i>obesum</i> , Stamm Nr. 1311 <i>Nannizzia gypsea</i> , Stamm Nr. 59	k.A.	Thiomersal 0,04 mg	-

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equiphyt	<u>Fohlen</u> (ab 4 Monaten) 2,5 ml tief i.m. <u>Pferde</u> (älter als 12 Monate) 5,0 ml tief i.m.	zwei Dosen im Abstand von 10-16 Tagen	jährlich	Bei therapeutischem Einsatz ab 4 Monaten jeweils 5,0 ml ggf. drei Dosen im Abstand von 10- 16 Tagen
Hippotrichon	<u>Fohlen</u> (ab 4 Monaten) 2,5 ml tief i.m. <u>Pferde</u> (älter als 12 Monate) 5,0 ml tief i.m.	zwei Dosen im Abstand von 10-16 Tagen	jährlich	Bei therapeutischem Einsatz ab 4 Monaten jeweils 5,0 ml ggf. drei Dosen im Abstand von 10- 16 Tagen
Insol Dermatophyton	< 400 kg KGW: 0,3 ml tief i.m. > 400 kg KGW: 0,5 ml tief i.m.	zwei Dosen im Abstand von 14 Tagen	alle 9 Monate	Bei therapeutischem Einsatz ggf. dritte Behandlung

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equiphyt	Aktive Immunisierung von gesunden, gefährdeten oder erkrankten Pferden ab einem Alter von 4 Monaten, die als prophylaktische Impfung zum Schutz gegen die durch <i>Trichophyton equinum</i> hervorgerufene Trichophytie führt oder als therapeutische Impfung bei bereits erkrankten Tieren die Dauer der Abheilung reduziert. Beginn der Immunität: 4 Wochen nach der 2. Impfung Dauer der Immunität: mindestens 1 Jahr
Hippotrichon	Aktive Immunisierung von gesunden, gefährdeten oder erkrankten Pferden ab einem Alter von 4 Monaten, die als prophylaktische Impfung zum Schutz gegen die durch <i>Trichophyton equinum</i> hervorgerufene Trichophytie führt oder als therapeutische Impfung bei bereits erkrankten Tieren die Dauer der Abheilung reduziert. Der Impfschutz ist etwa 4 Wochen nach der zweiten Impfung voll ausgebildet. Eine Immunitätsdauer von mindestens 12 Monaten wurde nachgewiesen.
Insol Dermatophyton	Zur aktiven Immunisierung von Pferden, Hunden und Katzen gegen Dermatophytosen, verursacht durch <i>Trichophyton verrucosum</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Trichophyton sarkisovii</i> , <i>Trichophyton equinum</i> , <i>Mikrosporium canis</i> und <i>Nannizzia gypsea</i> zum Zwecke der Reduktion des Risikos einer klinischen Infektion durch diese Pilzarten sowie als therapeutische Maßnahme zur Beschleunigung der Abheilung der klinisch sichtbaren Hautveränderungen bei Tieren, die an einer durch diese Pilzarten verursachten Dermatophytose erkrankt sind. Der Impfschutz besteht ab ca. fünf Wochen nach der ersten Impfung; die Dauer des Impfschutzes beträgt mindestens neun Monate.

B.2 Druse

(*Coryza contagiosa equorum*, *Adenitis equorum*; *engl.* strangles)

Ätiologie

Streptococcus equi ist ein grampositives, unbewegliches Bakterium und wird der Lancefield-Gruppe C zugeordnet. Diagnostisch und klinisch ist *Streptococcus equi* subsp. *equi* von *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* zu unterscheiden. Die Druse des Pferdes wird durch das Bakterium *Streptococcus equi* subsp. *equi* verursacht. Der Erreger ist ein an Equiden adaptierter und antigenetisch einheitlicher Organismus, der fast ausschließlich bei Pferden vorkommt. Typisch für dieses Bakterium ist die Bildung sehr langer Ketten und ein schleimiges Wachstum. *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* hingegen besitzt ein breites Wirtsspektrum (alle Haustiere und der Mensch) und kommt als Bestandteil der Normalflora der Schleimhäute gesunder Pferde vor. Als opportunistischer Krankheitserreger ist *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* beim Pferd z.B. bei Nabel- und Wundinfektionen, Fohlenspätlähme, Entzündungen der Genitalschleimhäute (bis hin zur eitrigen Endometritis), Aborte und respiratorischen Infektionen (eitrig Bronchopneumonie und Druse-ähnliche Erkrankungen) zu berücksichtigen. Bei anderen Wirtsspezies verursacht *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* Nabel- und Wundinfektionen, Abszesse, Mastitiden, Metritiden, Arthritiden sowie Septikämien.

Epidemiologie

Die Druse ist weltweit verbreitet und eine hochkontagiöse Pferdeerkrankung. *Streptococcus equi* subsp. *equi* kann in der Umwelt wenige Stunden bis Tage überleben. Der Erreger wird von Pferd zu Pferd durch Tröpfcheninfektion (Nasensekret und Husten) oder über indirekten Kontakt verbreitet. Erkrankte, rekonvaleszente und z.T. klinisch gesunde Tiere können den Erreger ausscheiden und kontaminieren Gegenstände im Stall wie Futter, Ausrüstung, Kleidung, Wasserbehälter, Pflegezeug und Einstreu. Die Verbreitung der Bakterien kann auch über Fliegen im Bestand erfolgen.

Pathogenese

Alle Altersgruppen von Pferden sind empfänglich, obgleich Fohlen und jüngere Tiere (im Alter von bis zu 5 Jahren) am häufigsten erkranken. Virusinfektionen des Respirationstrakts begünstigen das Entstehen der Druse. Bereits wenige Stunden nach Aufnahme des Erregers gelangen die Streptokokken durch Anheftung an das Epithel des oberen Respirationstrakts in die regionalen Lymphknoten. Durch Aktivierung des Komplementsystems entstehen chemotaktisch aktive Substanzen, die ein massives Einwandern von neutrophilen Granulozyten in die betroffenen Lymphknoten induzieren. Spezifische Virulenzfaktoren (z.B. M-like protein) helfen den Streptokokken allerdings, sich vor der Phagozytose zu schützen. Zudem werden im Verlauf der Infektion pyrogene Toxine freigesetzt, die indirekt über die Ausschüttung von proinflammatorischen Zytokinen Fieber verursachen. Die Ausscheidung von *Streptococcus equi* subsp. *equi* im Nasensekret beginnt in der Regel 2-3 Tage nach dem Auftreten des ersten Fiebers, und die sichtbare Abszedierung der betroffenen Lymphknoten beginnt etwa 3-5 Tage nach dem Eindringen der Erreger. In einigen Fällen können die Streptokokken hämatogen streuen und andere Gebiete als den Kopf und Hals besiedeln. Eitrige Veränderungen in der Brust- und Bauchhöhle (Gekrösewurzel), im Gehirn, Rückenmark oder anderen Organen sind möglich, woraus entsprechende Komplikationen resultieren. Dieses klinische Bild wird als metastatische Druse bezeichnet und kann zum Tod des betroffenen Tieres führen. In wenigen Fällen verursachen die Streptokokken durch eine Immunkomplex-Vaskulitis auch die so genannte Blutfleckenkrankheit (*Morbus maculosus*, *Purpura*

haemorrhagica), die durch Schwellungen an Kopf und Beinen sowie Kreislaufstörungen mit Todesfällen gekennzeichnet ist. Andere Komplikationen sowie Krankheitsverläufe ohne Fieber mit geringgradigem Nasenausfluss oder subklinisch verlaufende Infektionen sind ebenfalls möglich. Das Auftreten klinischer Veränderungen ist abhängig von der aufgenommenen Erregermenge, vom Immunstatus der Pferde sowie anderen den Organismus schwächenden Bedingungen (Wurmbefall, andere Krankheiten, Stress). Zudem wird die Erkrankung vorrangig bei Pferden beobachtet, die Kontakt zu Tieren aus anderen Beständen haben (z. B. Turnierpferde, große Pferdebestände mit wechselnder Zusammensetzung).

Klinik

Die Druse ist eine fieberhafte Infektionskrankheit, die durch die Entzündung der Schleimhäute des oberen Respirationstrakts und die Vereiterung der regionären Lymphknoten mit der Neigung zur Abszedierung gekennzeichnet ist. Die Inkubationszeit beträgt in der Regel 3 bis 8 Tage. Erkrankte Pferde zeigen nach Infektion in der Regel Rhinitis mit serösem, später mit grünlich-gelbem Nasenausfluss, Fieber (um oder über 40°C), Appetitverlust, Schläfrigkeit, Husten und eine Schwellung der Lymphknoten im Kopfbereich (Kehlgang, Ganaschen). Die Lymphknoten können so vergrößert und schmerzhaft sein, dass der Rachenraum verengt wird und die Pferde an Atemnot oder Dysphagie leiden. In einem solchen Maß erkrankte Pferde halten deshalb den Kopf und Hals gestreckt, um die Luft führenden Atemwege zu entlasten. Die geschwollenen Lymphknoten können aufbrechen und dicken, gelben Eiter freisetzen. Möglich ist auch, dass sich die Lymphknoten im Ganaschenbereich in die Luftsäcke entleeren und dadurch einen eitrigen Nasenausfluss verursachen. Bei unkompliziertem Verlauf erholen sich die Patienten innerhalb von 2 bis 4 Wochen. Allerdings ist in etwa einem Prozent der Fälle mit einem letalen Ausgang zu rechnen. Bis zu 20 Prozent der Patienten können Komplikationen wie multiple Abszesse, Pneumonien, metastatische Abszessbildung, immunvermittelte Komplikationen, Kehlkopfpfeifen oder Schädigungen an Nervenbahnen entwickeln. Rekonvaleszente Tiere können dennoch für Wochen infektiös bleiben und einige, wenige Pferde scheiden die Erreger in Abständen sogar über Jahre aus. Bei diesen Pferden persistieren die Erreger vor allem in den Luftsäcken, aber auch die Nasennebenhöhlen können betroffen sein.

Diagnose

Streptokokken können mittels mikroskopischer Untersuchung in Ausstrichen von Eiterproben nachgewiesen werden, wobei dies allein nicht zur Diagnose ausreicht. *Streptococcus equi* subsp. *equi* bildet typischerweise lange Ketten. Nasentupfer oder Eitermaterial eignen sich für die kulturelle, aerobe Anzucht. *Streptococcus equi* subsp. *equi* neigt zur Bildung schleimiger Kolonien mit β -Hämolyse. Diese werden für biochemische, serologische und MALDI-TOF-gestützte Differenzierungen verwendet. Wegen der ausbleibenden biochemischen Umsetzung von Laktose, Trehalose und Sorbit wird die Verwertung von Salicin für die Speziesdiagnose herangezogen. *Streptococcus equi* subsp. *equi* und *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* können auch mit Hilfe spezifischer DNA-Sequenzen voneinander abgegrenzt werden. Dazu eignet sich die Polymerase-Kettenreaktion (PCR).

Therapie

In der Mehrheit der betroffenen Fälle reicht es, die Pferde zu schonen und sie in einem ruhigen, trockenen Stall, bei weichem und feuchtem Futter zu halten. Die Stallruhe ist einzuhalten, bis das Pferd mindestens 5 bis 7 Tage lang fieberfrei war.

Bei Auftreten von Komplikationen, anhaltendem Fieber und schwer gestörtem Allgemeinbefinden sollte sich die Therapie auf antibiotische (Penicillin über mindestens 5 Tage), antiphlogistische und ggf. schleimlösende Komponenten stützen. Sofern eine Abszedierung in einen oder beide Luftsäcke erfolgt ist, empfehlen sich regelmäßige endoskopische Spülungen, um die Eindickung des Eiters und damit eine chronische Entzündung des Luftsackes und die Bildung von Eitersteinen zu verhindern. Die geschwollenen Lymphknoten werden auch durch Wärmetherapie oder wärmende Salbenanstriche zur Reife gebracht und chirurgisch geöffnet. Im Anfangsstadium der Krankheit sollte eine antibiotische Behandlung vorerst unterbleiben, um die Entstehung einer „kalten Druse“ (nicht eröffnete Kehlgangabszesse ohne Fieber) zu verhindern, die zu einer nachhaltigen Schädigung des Patienten führen kann. Allerdings kann in Einzelfällen eine frühe antibiotische Behandlung (nach Exposition) sinnvoll sein, um die Ausprägung jeglicher klinischer Symptome zu verhindern. In diesen Fällen muss bedacht werden, dass die frühe Therapie auch die Ausbildung jeglicher Immunität verhindert.

Prophylaxe

Zur Vermeidung der Verbreitung der Druse sind Hygienemaßnahmen und ein gutes Management der Tiere entscheidend. Infizierte Pferde müssen von klinisch gesunden Tieren getrennt aufgestellt werden, und auch ein indirekter Kontakt muss unterbunden werden. Die Versorgung der Tiere (Personal und Gerät) soll streng getrennt von gesunden Pferden erfolgen. Ein belastbarer Impfschutz der Pferde gegen Influenza und EHV wirkt sich günstig aus, da ein guter Gesundheitsstatus das Risiko einer Druseinfektion senken kann. Der Einsatz der kommerziell erhältlichen Druse-Impfstoffe ist in erster Linie zur Verringerung der klinischen Veränderungen bei akut infektionsgefährdeten Pferden zu empfehlen. Die prophylaktische Impfung nicht akut infektionsgefährdeter Tiere wird auf Grund des nur über wenige Monate zu erwartenden Impfschutzes und der -zumindst für den Lebendimpfstoff bekannten- hohen Nebenwirkungsrate nicht empfohlen.

weiterführende Informationen

Robinson, Waller, et al. (2020) Intramuscular vaccination with Strangvac is safe and induces protection against equine strangles caused by *Streptococcus equi*. *Vaccine*. 38 (31) 4861-4868. doi: 10.1016/j.vaccine.2020.05.046.

Robinson, Frykberg, et al. (2018) Strangvac: A recombinant fusion protein vaccine that protects against strangles, caused by *Streptococcus equi*. *Vaccine*. 36 (11) 1484-1490. doi: 10.1016/j.vaccine.2018.01.030.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equilis Strep E	Intervet	<i>Streptococcus equi</i>	leb.	EPAR
Strangvac	Dechra	<i>Streptococcus equi</i>	Subunit	EPAR

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equilis Strep E	<i>Streptococcus equi</i> Stamm TW928, lebend 10 ^{9,0-9,4} KBE	-	-	-	-
Strangvac	Rek. Proteine aus <i>S. equi</i> : CCE, Eq85, IdeE	<i>E. coli</i> BL21	k.A.	-	Gereinigtes Quillaja Saponin QS-21 Cholesterin Phosphatidylcholin

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equilis Strep E	0,2 ml intralabial	ab 4 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4 Wochen	alle 3 Monate	Zur Applikation Gebrauchsinformation beachten!
Strangvac	2,0 ml i.m.	ab 8 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4 Wochen		Es liegen keine Daten zur verlängerten klinischen Immunität nach Verabreichung einer Einzeldosis- Wiederholungsimpfung vor. Daher wird für Pferde mit einem hohen Risiko für <i>S. equi</i> -Infektionen empfohlen, die Grundimmunisierung nach zwei Monaten zu wiederholen.

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equilis Strep E	Zur Immunisierung von Pferden gegen <i>Streptococcus equi</i> , um klinische Symptome und das Auftreten von Lymphknotenabszessen zu reduzieren. Eintritt der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung. Dauer der Immunität: bis zu 3 Monate. Der Impfstoff ist zur Anwendung bei Pferden vorgesehen, für die ein Risiko einer <i>Streptococcus equi</i> Infektion eindeutig besteht - aufgrund der Kontaktmöglichkeit mit Pferden aus Gebieten, in denen der Erreger vorkommt - z. B. in Stallungen mit Pferden, die zu Veranstaltungen oder Turnieren in endemische Gebiete reisen oder in Stallungen, die Pferde aus endemischen Gebieten einstellen.
Strangvac	Zur aktiven Immunisierung von Pferden ab einem Alter von 8 Monaten zur: Verringerung des Anstiegs der Körpertemperatur, von Husten, Schluckbeschwerden und Abgeschlagenheit (Inappetenz, Verhaltensänderungen) im akuten Stadium einer Infektion mit <i>Streptococcus equi</i> . Reduktion der Anzahl von Abszessen in submandibulären und retropharyngealen Lymphknoten. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der zweiten Impfdosis. Dauer der Immunität: 2 Monate nach der zweiten Impfdosis Der Impfstoff ist zur Anwendung bei Pferden vorgesehen, die ein hohes Risiko für eine <i>Streptococcus equi</i> -Infektion haben und sich in Gebieten mit hohem Ansteckungsrisiko aufhalten.

B.3 Equine Herpesvirus (EHV)-Infektionen mit Typ 1 + 4

Die Equinen Herpesviren vom Typ 1 und Typ 4 (EHV-1 und EHV-4) stellen zusammen mit dem Equinen Influenzavirus (EIV, s. u.) sicherlich die ökonomisch wichtigsten Erreger von viralen Infektionskrankheiten der Pferde dar. Lange wurden EHV-1 und EHV-4 als eine Virusspezies betrachtet, die für die Ausprägung des Symptomkomplexes der Rhinopneumonitis, des Stutenabortes und neurologischer Ausfallerscheinungen verantwortlich zeichnete. Genetische Untersuchungen haben aber deutlich gemacht, dass zwei genetisch und antigenetisch sehr eng verwandte Viren ursächlich für die klinischen Veränderungen sind. Mitte der 1980er-Jahre wurden dann EHV-1 (Aborterreger) und EHV-4 (Erreger der Rhinopneumonitis) identifiziert, obgleich eine generelle Identität zwischen beiden Genomen von ca. 80 Prozent festzustellen war und beide Viren demselben Genus *Varicellovirus* innerhalb der Subfamilie der Alphaherpesviridae bei den Herpesviren zuzuordnen sind. Eng mit dem EHV-1 und EHV-4 verwandt ist auch das erst vor kurzem ebenfalls als eigenständig eingestufte EHV-9, das insbesondere bei Lamas, Alpakas, Giraffen und Zebras zu zentralnervösen klinischen Veränderungen führen kann.

Infektionen mit EHV-1 - Rhinopneumonitis, Stutenabort, Myeloencephalopathie

Verbreitung

Infektionen mit dem EHV-1 führen als klinisch wichtigste Folgen zum Stutenabort und zu neurologischer Klinik, der Equinen Herpesvirus-Enzephalomyelopathie (EHM), die ein schlaganfallartiges Geschehen darstellt. EHV-1 wird über die Schleimhäute des Respirationstrakts und bei Aborten über infiziertes Fruchtwasser bzw. Fohlen und Nachgeburt ausgeschieden. Übertragung durch direkten Kontakt spielt die Hauptrolle, aerogene Übertragungen über größere Distanzen sind selten. Fohlen infizieren sich in den ersten Lebenswochen und -monaten bei ihren Müttern bzw. Stall- oder Weidegenossen. Einmal infiziert, etabliert sich in den Pferden eine persistierende Infektion (Latenz) im Trigeminalganglion und in Blutzellen. Die Tiere bleiben also Virusträger und dies vermutlich lebenslang. Durch Stress, wie zum Beispiel das Zusammenführen von Pferden unterschiedlicher Herkunft (sozialer Stress), Transport, Leistungssport u. a. m. kann sich das Virus aus der Latenz reaktivieren und einen neuen lytischen Zyklus initiieren, was schließlich zur erneuten Verbreitung des Virus in empfänglichen Populationen führt. Epidemiologisch von Bedeutung sind hierbei vor allem größere Wettkampfevents, bei denen es zum Zusammenkommen von vielen Pferden kommt. Hervorzuheben ist hierbei der EHV-1 Ausbruch in Valencia im Jahr 2021 bei einer großen, internationalen Pferdesportveranstaltung. Insgesamt waren hier mehr als 200 Pferde betroffen und 18 Pferde mussten aufgrund der schweren, neurologischen Klinik euthanasiert werden. Durch unkontrollierte Rückreise kam es im weiteren Verlauf des Jahres in mehreren Europäischen Ländern zu weiteren EHV-1 Ausbrüchen. Dieser Ausbruch stellt die größte EHV-1 Epidemie der letzten Jahre dar und hat erneut eindrücklich aufgezeigt, wie schnell sich das Virus in einer empfänglichen Population verbreiten kann. Dies wird weiter beschleunigt dadurch, dass die Immunität gegen EHV-1 kurzlebig und nicht sehr robust ist und so auch Superinfektionen möglich sind.

Pathogenese

Nach Übertragung repliziert EHV-1 zunächst in der Nasenschleimhaut. Bereits nach 12 bis 24 Stunden ist Virus in assoziiertem Lymphgewebe (z. B. im Waldeyerschen Rachenring) nachweisbar, worauf die Etablierung einer zellassozierten Virämie folgt. Schließlich werden Endothelzellen infiziert, vorzugsweise in kleinen Arterien und Venen im Zentralnervensystem (ZNS) und im graviden Uterus.

Die Infektion von Endothelien im ZNS resultiert in einer Mikrozirkulationsstörung, die durch Thrombenbildung und Hypoxie gekennzeichnet ist. Es kommt durch die Sauerstoffunterversorgung zu meist reversiblen Schäden an den Neuronen. Im Uterus kann durch denselben Mechanismus der Sauerstoffunterversorgung ein Ablösen der Plazenta und folglich der Abort erfolgen. In anderen Fällen wird der Fetus durch von der Mutter kommende EHV-1-positive Lymphozyten infiziert. Viruspartikel werden dann systemisch über die Umbilikalvene im Fetus verteilt und replizieren v. a. in der Leber, Niere, Milz und Lunge. Die lytische Replikation im Fetus führt zu Aborten, in der Regel im letzten Trimester. Bei Infektion in den letzten Wochen der Trächtigkeit können lebensschwache Fohlen mit respiratorischen Veränderungen geboren werden, die oft binnen weniger Stunden sterben.

Klinisch ist nach einer relativ kurzen Inkubationszeit von 12 bis 48 Stunden üblicherweise Fieber festzustellen, darauf folgen respiratorische Symptome insbesondere bei jüngeren Tieren. Vor allem bei Infektionen im letzten Drittel der Gravidität werden Aborte beobachtet, die seuchenhaft verlaufen können (Abortstürme). In den letzten Jahren kommt es immer häufiger zum Auftreten der neurologischen Erkrankungsform, die sich hauptsächlich durch Paresen und Paralysen manifestiert und mit einer hohen Letalität einhergeht.

Diagnose

Klinisch kann nur eine Verdachtsdiagnose gestellt werden. Der Nachweis einer akuten Infektion erfolgt üblicherweise entweder durch den Virusnachweis mittels spezifischen PCR Verfahren aus Nasentupfern oder aus Lymphozyten des peripheren Blutes (peripheral blood mononuclear cell, PBMC) geführt. Der Virusnachweis ist auch aus abortierten Feten bzw. Plazentagewebe sowie aus zerebrospinaler Flüssigkeit möglich.

Therapie

In der Humanmedizin werden bei Herpesvirusinfektionen Virostatika eingesetzt. Es gibt kein zugelassenes, veterinärmedizinisches Präparat. Gemäß EG-VO 2013/122 in Verbindung mit EU-VO 2019/6 können Aciclovir-haltige Humanpräparate bei Pferden angewendet werden. Es gibt allerdings wenig wissenschaftliche Untersuchungen zur ihrer Wirksamkeit beim Pferd. Neben Schonung und Ruhe sollte daher bei betroffenen Pferden eine allgemeine symptomatische Therapie erfolgen. Bei bakteriellen Sekundärinfektionen ist die Gabe von Antibiotika, ggf. zusammen mit Entzündungshemmern indiziert.

Immunologie

Eine Infektion mit EHV-1, aufgrund der nahen Verwandtschaft aber auch mit dem EHV-4, induziert für kurze Zeit eine belastbare Immunität, wobei eine EHV-1-Infektion sicher einen etwas länger anhaltenden Schutz (ca. 3 bis 6 Monate) erzielt. Eine sterile Immunität wird nicht erreicht. Die Immunisierung gegen EHV-1 induziert eine ca. 6 Monate dauernde Immunität, die hauptsächlich mit der Aktivierung von EHV-1 spezifischen Antikörper korreliert wird.

Bekämpfung

Zur Bekämpfung von Infektionen mit dem EHV-1 stehen in Deutschland derzeit drei Inaktivimpfstoffe und ein Lebendimpfstoff zur Verfügung. Einer der Inaktivimpfstoffe beinhaltet neben einer EHV-1- auch eine EHV-4-Komponente. Es gibt Hinweise, dass die Lebendvakzine die zelluläre Immunität besser anspricht als die Inaktivimpfstoffe. Allerdings hält der Impfschutz auch mit der Lebendvakzine nicht sehr lange an. Um Infektionszyklen nachhaltig unterbrechen zu können, ist es

daher entscheidend, eine möglichst gute Herdenimmunität aufzubauen. Bei einem hohen Infektionsdruck vermittelt die Einzeltierimpfung häufig keinen ausreichenden Immunschutz. Neben der Impfung ist das Hygieneregime essentieller Bestandteil der Prävention: Beispielsweise müssen zur Vermeidung von Aborten trächtige Stuten, insbesondere im letzten Drittel der Trächtigkeit, von Jung- oder Besuchspferden abgesondert werden. Jeglicher Stress, der zu einer Reaktivierung der Herpesviren führen kann, ist zu vermeiden. Die Einführung neuer Tiere in geschlossene Bestände oder Bestände mit trächtigen Stuten darf nur nach Quarantäne und Infektionskontrolle erfolgen. In Deutschland sind derzeit keine Kombinationsimpfstoffe mehr zugelassen, die eine EHV- und eine EIV-Komponente beinhalten. In Studien konnte aber gezeigt werden, dass sich die zeitgleiche und ortsgetrennte Anwendung von EHV- und EIV-Impfstoffen nicht nachteilig auf die resultierende Immunantwort auswirkt. Es ist in Deutschland wiederholt zu Lieferengpässen bei zugelassenen EHV-Impfstoffen gekommen. Um die Immunität geimpfter Pferde aufrecht zu erhalten, wird in derartigen Fällen empfohlen, auf andere verfügbare EHV-Impfstoffe auszuweichen. Wenn deutschlandweit kein alternatives Produkt verfügbar ist, besteht die Möglichkeit, Impfstoffe, die im EU-Ausland für die entsprechende Indikation zugelassen sind, per Ausnahmegenehmigung anzuwenden. Da für jedes Bundesland einzeln geregelt ist, an wen die Anträge zu richten sind, werden die praktizierenden Tierärzte gebeten, sich für weitere Informationen an ihr jeweiliges Veterinäramt zu wenden. Für Pferde, die an Pferdesportveranstaltungen teilnehmen, sind die entsprechenden Vorschriften der jeweiligen Verbände zu beachten (FN, DG u.a.).

Infektion mit EHV-4 - Rhinopneumonitis

Während EHV-1 in der Regel eine Virämie nach Primärinfektion verursacht, die dann für die klinische Ausprägung die Grundvoraussetzung darstellt, kommt es nach Infektion mit dem EHV-4 üblicherweise nicht zu einer systemischen Verbreitung des Virus. Die Infektion bleibt in den allermeisten Fällen auf den Respirationstrakt beschränkt, obgleich selten auch Aborte nach EHV-4-Infektion beobachtet werden.

Verbreitung

Die Verbreitung ist der des EHV-1 sehr ähnlich, allerdings wird eine latente Infektion nicht in Blutzellen, sondern nur im Trigemininalganglion etabliert. EHV-4-Infektionen scheinen noch häufiger als EHV-1-Infektionen zu sein und spielen auf Pferdeschauen eine große Rolle. Sie stellen die häufigste virale Infektionskrankheit des Atmungsapparates des Pferdes dar.

Pathogenese

Die initiale Phase der Infektion mit dem EHV-4 ist mit der nach EHV-1-Infektion identisch. Allerdings kommt es praktisch nie zu einer virämischen Phase, was die Infektion i. d. R. auf den oberen Respirationstrakt beschränkt. In der akuten klinischen Phase sind Symptome einer milden Infektion der oberen Luftwege und Fieber zu beobachten.

Diagnose

Die Diagnose einer EHV-4-Infektion erfolgt über spezifische PCR-Verfahren bzw. über eine Virusanzucht. Die ausgeprägte Kreuzreaktivität zwischen EHV-1 und -4 führt dazu, dass Infektionen mit den beiden Erregern serologisch nicht sicher voneinander unterschieden werden können.

Therapie

Zusätzlich zu allgemeinen Hygienemaßnahmen ist eine symptomatische Therapie angezeigt.

Immunologie

Wie die Infektion mit EHV-1, führt auch die Infektion mit dem EHV-4 sowohl zu einer humoralen als auch zellulären Immunantwort. Wie bereits mehrfach ausgeführt, ist eine Kreuzimmunität nach Infektion mit EHV-1 bzw. EHV-4 gegenüber dem anderen Virus zu beobachten.

Bekämpfung

Zur Immunprophylaxe der EHV-4 Infektion steht in Deutschland ein Kombinationsimpfstoff zur Verfügung, der eine EHV-1 und eine EHV-4 Komponente enthält. Aufgrund der antigenetischen Ähnlichkeit beider Viren wird davon ausgegangen, dass die Impfung gegen EHV-1 eine Kreuzimmunität gegenüber EHV-4 bewirkt. Im Hinblick auf die Dauer der Immunität und Ausprägung der Schutzwirkung gilt das für EHV-1 Gesagte (s. o.) analog auch für EHV-4.

Quellen:

Allkofer, Garvey, et al. (2021) Primary vaccination in foals: a comparison of the serological response to equine influenza and equine herpesvirus vaccines administered concurrently or 2 weeks apart. *Arch Virol.* 166 (2) 571-579. doi: 10.1007/s00705-020-04846-6.

Gildea, Sanchez Higgins, et al. (2016) Concurrent vaccination against equine influenza and equine herpesvirus - a practical approach. *Influenza Other Respir Viruses.* 10 (5) 433-7. doi: 10.1111/irv.12396.

Tiermedizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre; Herausgegeben von H.J. Selbitz; U. Truyen; P. Valentin-Weigand; Enke-Verlag Stuttgart 10. Auflage (2015); Equine Herpesviren; Klaus Osterried S. 427 ff.

Bresgen, Lammer, et al. (2012) Serological responses and clinical outcome after vaccination of mares and foals with equine herpesvirus type 1 and 4 (EHV-1 and EHV-4) vaccines. *Vet Microbiol.* 160 (1-2) 9-16. doi:10.1016/j.vetmic.2012.04.042.

Goehring, van Maanen, et al. (2010) Experimental infection with neuropathogenic equid herpesvirus type 1 (EHV-1) in adult horses. *Vet J.* 186 (2) 180-7. doi: 10.1016/j.tvjl.2009.08.007.

Patel and Heldens (2005) Equine herpesviruses 1 (EHV-1) and 4 (EHV-4) - epidemiology, disease and immunoprophylaxis: A brief review. *Veterinary Journal.* 170 (1) 14-23. doi: 10.1016/j.tvjl.2004.04.018.

Patel, Foldi, et al. (2003) Equid herpesvirus (EHV-1) live vaccine strain C147: efficacy against respiratory diseases following EHV types 1 and 4 challenges. *Vet Microbiol.* 92 (1-2) 1-17. doi: S0378113502003589 [pii].

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./inakt.	Hyperlink
Equip EHV1,4	Zoetis	Equines Herpesvirus 1 + 4	inakt.	PharmNet
EquiShield EHV	Dechra	Equines Herpesvirus 1	inakt.	PharmNet
Prevaccinol	Intervet	Equines Herpesvirus 1	leb.	PharmNet
BioEquin H*	Bioveta	Equines Herpesvirus 1	inakt.	PharmNet

* Bioequin H ist in Deutschland nicht mehr auf dem Markt verfügbar. Der Impfstoff wird von der Firma Dechra unter dem Namen EquiShield EHV vermarktet.

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equip EHV1,4	Equines Herpesvirus Typ 1, Stamm 438/77 Typ 4, Stamm 405/76	RK-13 BSC-1	k.A.	-	Carbopol
EquiShield EHV	Equines Herpesvirus Typ 1, (EHV-1)	k.A.	k.A.	Thiomersal 0,1 mg	Montanide ISA 35 VG
Prevaccinol	Equines Herpesvirus Typ 1 (EHV1), Stamm RAC-H	Schweinenieren-Zellkultur	-	-	-
BioEquin H	Equines Herpesvirus, Typ 1 (EHV-1), inaktiviert	k.A.	k.A.	Thiomersal 0,1 mg	Montanide ISA 35 VG

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equip EHV1,4	1,5 ml tief i.m.	ab 3 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4-6 Wochen	alle 6 Monate	Trächtige Stuten sind im 5., 7. und 9. Monat der Trächtigkeit mit jeweils einer Dosis zu impfen.
EquiShield EHV	1 ml tief i.m.	ab 6 Monaten	3 Dosen im Abstand von 4 Wochen und 3 Monaten	alle 6 Monate	Bei trächtigen Stuten jeweils eine Dosis des Impfstoffes im zweiten Monat nach Belegung und dann im fünften oder sechsten und im neunten Monat der Trächtigkeit.
Prevaccinol	5 ml tief i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 3-4 Monaten	alle 6 Monate	-
BioEquin H	1 ml tief i.m.	ab 6 Monaten	3 Dosen im Abstand von 4 Wochen und 3 Monaten	alle 6 Monate	Bei trächtigen Stuten jeweils eine Dosis des Impfstoffes im zweiten Monat nach Belegung und dann im fünften oder sechsten und im neunten Monat der Trächtigkeit

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equip EHV1,4	Zur aktiven Immunisierung gesunder Pferde gegen respiratorische Erkrankungen hervorgerufen durch EHV1 und/oder EHV4 sowie zur Anwendung bei gesunden, immunkompetenten Stuten als Maßnahme zur Verhütung eines Abortes, der durch EHV-Infektionen ausgelöst wird. Dauer der Immunität nach abgeschlossener Grundimmunisierung: 6 Monate.
EquiShield EHV	Zur aktiven Immunisierung von Pferden zur Verminderung klinischer Symptome und zur Reduzierung der Virusausscheidung bei durch das Equine Herpesvirus Typ 1 (EHV-1) verursachten respiratorischen Infektionen. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach Verabreichung der zweiten Impfdosis. Dauer der Immunität: 6 Monate nach Verabreichung der dritten Impfdosis. Eine anhaltende Immunität wurde nur nach dreimaliger Impfung nachgewiesen. Zur aktiven Immunisierung trächtiger Stuten, um das Auftreten von Aborten zu reduzieren, die durch EHV-1-Infektionen ausgelöst werden. Beginn der Immunität: 3 Wochen nach Verabreichung der dritten Impfdosis während der Trächtigkeit. Dauer der Immunität: bis zum Ende der Trächtigkeit.
Prevaccinol	Zur aktiven Immunisierung von Pferden und Ponys, um Infektionen mit dem equinen Herpesvirus Typ 1 (EHV-1) zu verringern und die klinischen Symptome der durch dieses Virus verursachten respiratorischen Erkrankung zu vermindern. Spezifische Anwendung Wird der Impfstoff wie empfohlen angewendet, induziert er komplementbindende (CF) und virusneutralisierende (VN) Antikörper, die zu einer signifikanten Verringerung der Virämiehäufigkeit, der Dauer und Höhe der Virusausscheidung, der Körpertemperaturanstiege sowie der klinischen Symptome der Rhinopneumonitis führen, wie in einem Challenge-Versuch mit einem pathogenen EHV-1 Stamm gezeigt wurde. Beginn der Immunität: 2 - 4 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 6 Monate
BioEquin H	Zur aktiven Immunisierung von Pferden, um durch Equines Herpesvirus Typ 1 (EHV-1) verursachte respiratorische Infektionen und klinische Symptome sowie durch Equines Herpesvirus Typ 1 (EHV-1) ausgelöste Aborte von trächtigen Stuten zu reduzieren. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 6 Monate nach der Wiederholungsimpfung

B.4 Equine Influenzavirus (EIV)-Infektionen

Die Influenzavirusinfektion des Pferdes (Equine Influenza, EI) ist ein permanentes Problem der Pferdegesundheit. Zunächst wurden aus EI-Fällen nur Erreger vom Typ H7N7 (Influenza/A/Equi-1) isoliert. Heute werden aber ausschließlich Viren vom Typ H3N8 (Influenza/A/Equi-2) nachgewiesen. Der H7N7-Typ wurde seit ca. drei Jahrzehnten weltweit nicht mehr beobachtet. Die H3N8-Viren verändern ihre genetische und antigenetische Zusammensetzung durch den so genannten „antigenic drift“, also langsame Veränderungen im Virusgenom, um sich dem Wirt besser anzupassen und sich der Kontrolle durch das Immunsystem zu entziehen. Ursprünglich wurde der H3N8-Serotyp in einen europäischen und amerikanischen Subtyp unterteilt. Mittlerweile hat sich der amerikanische Subtyp in den gegenwärtig zirkulierenden Stämmen durchgesetzt. Innerhalb dieses Subtyps werden seit 2004 zwei unterschiedliche genetische „Kladen“ (Gruppen), als Florida-Subtyp Klade 1 und Klade 2 bezeichnet. Die Impfstoffe müssen den ständigen Veränderungen der zirkulierenden Influenza-Viren angepasst werden. Dazu wurde bei der Weltorganisation für Tiergesundheit (World Organization for Animal Health, WOA, früher OIE) eine Expertenkommission eingerichtet, die anhand epidemiologischer Beobachtungen und dem Vergleich neuauftretender Virusisolate in jährlichem Abstand Empfehlungen zur Zusammensetzung equiner Influenzaimpfstoffe ausspricht.

Verbreitung

Die Equine Influenza kommt weltweit vor. Dabei gelten Island, Australien und Neuseeland als frei von Equiner Influenza. In Australien, das bis 2007 als frei von EIV galt, kam es in Folge einer Viruseinschleppung in die immunologisch-naive Pferdepopulation des Kontinents innerhalb weniger Monate zu Erkrankungsfällen bei etwa 50.000 Pferden. Durch die schnelle Einführung von Ring- und Notimpfungen mit einem Vektorimpfstoff konnte die Infektion innerhalb eines Jahres eingedämmt werden, sodass Australien nunmehr wieder als EIV-frei gilt. In Südafrika kommt es in unregelmäßigen Abständen immer wieder zur Viruseinschleppung, ein endemisches Geschehen hat sich jedoch nicht etabliert. Das EIV wird über Sekrete des Respirationstraktes ausgeschieden. Die Übertragung durch direkten Kontakt spielt die Hauptrolle. Von Bedeutung ist aber auch die aerogene Übertragung durch beim Husten und Niesen freigesetzte Sekrete in einem Umfeld bis zu 40 m. In der Regel bleibt die Infektion auf die oberen Luftwege limitiert, eine systemische Infektion wird nicht beobachtet. Turniere, Pferderennen oder andere Sportveranstaltungen, bei denen viele Tiere aus unterschiedlichen Beständen entsprechend dicht zusammenkommen, sind häufig Ausgangspunkt von Epidemien.

Pathogenese

Nach Übertragung repliziert EIV in den Schleimhäuten der oberen Luftwege, nur in seltenen Fällen werden Zellen der tieferen Bronchien, Bronchiolen oder Alveolen befallen. Die Virusvermehrung und die Schädigung der Epithelien sind ca. 4 bis 6 Tage nach Virusaufnahme am größten. Die Infektion ist in der Regel selbst limitierend, allerdings sind infolge fehlender Ruhezeiten (Training, Rennen, Turniere, Transport etc.) weitere Schädigungen durch andere Virusinfektionen, vor allem aber bakterielle Sekundärinfektionen (*Streptococcus equi* subsp. *equi* und *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*) nicht selten.

Diagnose

Die Diagnose einer EIV-Infektion erfolgt hauptsächlich über PCR-Verfahren bzw. traditionell über die Virusanzucht in Zellkultur oder im bebrüteten Hühnerei. Serologisch kommen indirekte ELISA-Verfahren, vor allem aber die Hämagglutinationshemmung (HAH) und der Single Radial Haemolysis-test (SRH) zum Einsatz. Ein H3N8-spezifischer Mikroneutralisations-test ist ebenfalls möglich und stellt eine sensitive Alternative zur HAH dar.

Therapie

Eine spezifische, antivirale Therapie ist nicht verfügbar, so dass neben Schonung und Ruhe für die betroffenen Pferde eine symptomatische Therapie angeraten wird. Bakterielle Sekundärinfektionen sollten mit Antibiotika behandelt werden, ggf. sind unterstützend Fiebersenker zu verabreichen.

Immunologie

Eine Infektion bzw. Immunisierung mit EIV induziert eine ca. 6 Monate dauernde Immunität, die in erster Linie auf einer lokalen Immunantwort (sekretorische IgA und IgG) sowie auf der Produktion von neutralisierenden, systemischen Antikörpern fußt. Für die Immunisierung ist es wichtig, dass die Impfstoffe antigenetisch mit den aktuell zirkulierenden Virusstämmen übereinstimmen, um eine größtmögliche Schutzwirkung mit belastbarer Wirkdauer zu induzieren. Ältere Tiere, die entweder regelmäßig geimpft wurden oder schon natürliche Infektionen durchgemacht haben, zeigen eine geringere Empfänglichkeit gegenüber Neuinfektionen.

Bekämpfung

Die Bekämpfung der Equinen Influenza beruht in erster Linie auf dem Einsatz von Impfstoffen. Bei der Wahl des Impfstoffes ist darauf zu achten, dass dieser die vom WOAH/OIE-Expertengremium empfohlenen Antigene enthält. Laut aktueller Empfehlung sollten die Impfstoffe zwei H3N8-Stämme (Florida Klade 1 und Florida Klade 2) enthalten. Da H7N7-Viren seit Jahrzehnten nicht mehr aufgetreten sind, gilt diese Viruskomponente als obsolet⁴. Um die Aktualisierung der Impfstoffe zu erleichtern, bietet die Europäische Arzneimittelagentur bei Equinen Influenzaimpfstoffen ein vereinfachtes Verfahren für die Antigenanpassung an. Dennoch entspricht nur ein Impfstoff in seiner Zusammensetzung der Empfehlung des WOAH-Expertengremiums. Zwei der drei in Deutschland zugelassenen Influenzaimpfstoffe enthalten zumindest einen der empfohlenen Stämme und keinen H7N7-Impfstamm mehr. Bei einem Impfstoff wurde keine Impfstamm-Aktualisierung vorgenommen. Dieser Impfstoff enthält auch noch das seit 30 Jahren nicht mehr zirkulierende H7N7-Virus. Neben den Inaktivimpfstoffen kommt auch ein Vektorimpfstoff basierend auf einem Kanarienvirus zum Einsatz. Dieser rekombinante Lebendimpfstoff ist nach wie vor der einzige, der Antigene der zwei geforderten Influenzastämme enthält. In Deutschland sind derzeit keine Kombinationsimpfstoffe mehr zugelassen, die eine EHV- und eine EIV-Komponente beinhalten. In Studien konnte aber gezeigt werden, dass sich die zeitgleiche und ortsgetrennte Anwendung von EHV- und EIV-Impfstoffen nicht nachteilig auf die resultierende Immunantwort auswirkt. In jüngster Zeit ist es zu Lieferengpässen bei zugelassenen EIV-Impfstoffen gekommen. In derartigen Fällen wird empfohlen, auf andere verfügbare EIV-Impfstoffe, ggf. auch auf EIV-Tetanus-Kombipräparate auszuweichen. Wenn deutschlandweit kein alternatives Produkt verfügbar ist, besteht die Möglichkeit, Impfstoffe, die im EU-Ausland für die entsprechende Indikation zugelassen sind, per Ausnahmegenehmigung anzuwenden. Da für jedes Bundesland einzeln geregelt ist, an wen die Anträge zu richten sind, werden die praktizierenden Tierärzte gebeten, sich für weitere Informationen an ihr jeweiliges Veterinäramt zu wenden. Für Pferde, die an Pferdesportveranstaltungen teilnehmen, sind die entsprechenden Vorschriften der jeweiligen Verbände zu beachten (FN, DG, HVT u.a.).

Quellen

Allkofer, Garvey, et al. (2021) Primary vaccination in foals: a comparison of the serological response to equine influenza and equine herpesvirus vaccines administered concurrently or 2 weeks apart. *Arch Virol.* 166 (2) 571-579. doi: 10.1007/s00705-020-04846-6.

OIE (2020) OIE Expert Surveillance Panel on Equine Influenza Vaccine Composition: Conclusions and Recommendations; <https://bulletin.woah.org/?official=08-4-2-2020-1-panel>

Gildea, Sanchez Higgins, et al. (2016) Concurrent vaccination against equine influenza and equine herpesvirus - a practical approach. *Influenza Other Respir Viruses.* 10 (5) 433-7. doi: 10.1111/irv.12396.

⁴ In den Gebrauchsanweisungen finden sich noch die alten Bezeichnungen: Influenza A/ equi-1 für H7N7- und Influenza A/ equi-2 für H3N8-Stämme.

Übereinstimmung der Impfstoffe mit den WOAH-Empfehlungen

Handelsname	Stammzusammensetzung	Übereinstimmung mit den WOAH-Empfehlungen
Equilis Prequenza	EIV A/equi-2/South Africa/4/03 EIV A/equi-2/Newmarket/2/93	(H3N8/Florida clade 1 - empfohlen) (H3N8/euras.Linie - <i>obsolet</i>)
Equip F	EIV A/equi 1/Newmarket/ 77 EIV A/equi 2/Borlänge/91 EIV A/equi 2/Kentucky/98	(H7N7 - <i>obsolet</i>) (H3N8/euras.Linie - <i>obsolet</i>) (H3N8/amerik. Linie - <i>obsolet</i>)
Proteq Flu	EIV A/equi 2/Ohio/03 EIV A/equi 2/Richmond/1/07	(H3N8/Florida clade 1 - empfohlen) (H3N8/Florida clade 2 - empfohlen)

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb. / inakt.	Hyperlink
Equilis Prequenza	Intervet	Equines Influenzavirus	inakt.	EPAR
Equilis Prequenza Te	Intervet	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	inakt.	EPAR
Equip F	Zoetis	Equines Influenzavirus	inakt.	PharmNet
Equip FT	Zoetis	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	inakt.	PharmNet
Proteq Flu	Boehringer	Equines Influenzavirus	rek. leb.	EPAR
Proteq Flu-Te	Boehringer	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	rek. leb. inakt.	EPAR

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equilis Prequenza	Influenzavirus: A/equine-2/South Africa/4/03 A/equine-2/ Newmarket/2/93	k.A.	-	gereinigtes Saponin Cholesterin Phosphatidylcholin
Equilis Prequenza Te	Influenzavirus: A/equine-2/South Africa/4/03 A/equine-2/ Newmarket/2/93 Tetanustoxoid	k.A.	-	gereinigtes Saponin Cholesterin Phosphatidylcholin
Equip F	Influenzavirus: A/Equi 1 Newmarket 77 A/Equi 2 Borlänge 91 A/Equi 2 Kentucky 98	k.A.	-	ISCOM
Equip FT	Influenzavirus: A/Equi 1 Newmarket 77 A/Equi 2 Borlänge 91 A/Equi 2 Kentucky 98 Tetanustoxoid	k.A.	-	ISCOM
Proteq Flu	Kanarienvirus exprimiert: Influenza A/eq/Ohio/03 [H ₃ N ₈] Influenza A/eq/Richmond/1/07 [H ₃ N ₈]	-	-	Carbomer

Proteq Flu-Te	Kanarienvogelgrippevirus exprimiert: Influenza A/eq/Ohio/03 [H ₃ N ₈] Influenza A/eq/Richmond/1/07 [H ₃ N ₈] Tetanustoxoid	- k.A.	-	Carbomer
---------------	---	-----------	---	----------

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equilis Prequenza	1 ml i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten	jährlich	Im Falle eines erhöhten Infektionsrisikos oder einer unzureichenden Kolostrumaufnahme kann eine zusätzliche erste Injektion im Alter von 4 Monaten verabreicht werden.
Equilis Prequenza Te	1 ml i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten	Influenza: jährlich Tetanus: alle 2 Jahre	Für Tetanus ist die erste Wiederholungsimpfung nicht später als 17 Monate nach der Grundimmunisierung zu verabreichen. Danach wird ein Impfintervall von maximal 2 Jahren empfohlen.
Equip F	2 ml i.m.	ab 5 Monaten	2 Dosen im Abstand von 6 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten	jährlich	Eine frühere Impfung (ab 3 Monaten) ist möglich, dann sollte ab dem 5. Lebensmonat eine vollständige Grundimmunisierung durchgeführt werden.
Equip FT	2 ml i.m.	ab 5 Monaten	2 Dosen im Abstand von 6 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten 1 weitere Dosis im Abstand von 36 Monaten	Influenza: jährlich Tetanus: alle 3 Jahre	Eine frühere Impfung (ab 3 Monaten) ist möglich, dann sollte ab dem 5. Lebensmonat eine vollständige Grundimmunisierung durchgeführt werden.
Proteq Flu	1 ml i.m.	ab 5-6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4-6 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten	jährlich	Eine frühere Impfung kann mit einer zusätzlichen Injektion mit ProteqFlu-Te im Alter von 4 Monaten begonnen werden.
Proteq Flu-Te	1 ml i.m.	ab 5-6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4-6 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von 5 Monaten	Influenza: jährlich Tetanus: alle 2 Jahre	Eine frühere Impfung kann mit einer zusätzlichen Injektion mit ProteqFlu-Te im Alter von 4 Monaten begonnen werden.

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equilis Prequenza	Aktive Immunisierung von Pferden ab einem Lebensalter von 6 Monaten gegen Pferdeinfluenza, um die klinischen Symptome und die Virusausscheidung nach der Infektion zu vermindern. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 5 Monate nach der Grundimmunisierung 12 Monate nach der 1. Wiederholungsimpfung
Equilis Prequenza Te	Aktive Immunisierung von Pferden ab einem Lebensalter von 6 Monaten gegen Pferdeinfluenza, um die klinischen Symptome und die Virusausscheidung nach der Infektion zu vermindern sowie aktive Immunisierung gegen Tetanus, um Todesfälle zu vermeiden. Influenza: Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 5 Monate nach der Grundimmunisierung

	<p>12 Monate nach der 1. Wiederholungsimpfung</p> <p>Tetanus: Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 17 Monate nach der Grundimmunisierung 24 Monate nach der 1. Wiederholungsimpfung</p>
Equip F	<p>Zur aktiven Immunisierung von gesunden Pferden und Ponys ab einem Alter von 5 Monaten gegen die equine Influenza der Serotypen H7N7 und H3N8 (Europäische oder Amerikanische Stämme, einschließlich Stamm Florida Sublinien Clade 1 und Clade 2) um die klinischen Symptome der Pferdeinfluenza und die Virusausscheidung zu reduzieren. Ein erstes Antikörpermaximum wird etwa 2 Wochen nach der zweiten Impfung während der Grundimmunisierung erreicht. Ein weiterer Antikörperanstieg erfolgt kurz nach der dritten Impfung der Grundimmunisierung.</p> <p>Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der abgeschlossenen Grundimmunisierung. Dauer der Immunität: mindestens 15 Monate nach der abgeschlossenen Grundimmunisierung.</p>
Equip FT	<p>Zur aktiven Immunisierung von gesunden Pferden und Ponys ab einem Alter von 5 Monaten oder älter gegen die equine Influenza der Serotypen H7N7 und H3N8 (Europäische oder Amerikanische Stämme, einschließlich Stamm Florida Sublinien Clade 1 und Clade 2), um die klinischen Symptome der Pferdeinfluenza und die Virusausscheidung zu reduzieren und gegen Tetanus zur Verhinderung von Mortalität. Bezüglich Influenza wird ein maximaler Antikörpertiter etwa 2 Wochen nach der zweiten Impfung während der Grundimmunisierung erreicht. Ein weiterer Antikörperanstieg erfolgt kurz nach der dritten Impfung der Grundimmunisierung.</p> <p>Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der abgeschlossenen Grundimmunisierung Dauer der Immunität: mindestens 15 Monate gegen Influenza und 40 Monate gegen Tetanus nach der abgeschlossenen Grundimmunisierung</p>
Proteq Flu	<p>Aktive Immunisierung von Pferden ab einem Alter von 4 Monaten gegen Pferdeinfluenza zur Reduktion der klinischen Symptome und der Virusausscheidung nach einer Infektion.</p> <p>Beginn der Immunität: 14 Tage nach Grundimmunisierung.</p> <p>Dauer der Immunität, die durch Impfung entsprechend dem Impfplan erzielt wird: 5 Monate nach der Grundimmunisierung und 1 Jahr nach der dritten Impfung.</p>
Proteq Flu-Te	<p>Aktive Immunisierung von Pferden ab einem Alter von 4 Monaten gegen Pferdeinfluenza zur Reduktion der klinischen Symptome und der Virusausscheidung nach einer Infektion sowie gegen Tetanus zur Verhinderung von Mortalität.</p> <p>Beginn der Immunität: 14 Tage nach Grundimmunisierung. Dauer der Immunität, die durch Impfung entsprechend dem Impfplan erzielt wird: 5 Monate nach der Grundimmunisierung; nach der Grundimmunisierung und der Wiederholungsimpfung 5 Monate später: 1 Jahr für die Influenza-Komponente und 2 Jahre für die Tetanus-Komponente.</p>

B.5 Equine Rotavirus-Infektionen

Dieses Virus ist heute die häufigste Ursache der viral bedingten Durchfälle beim Fohlen.

Ätiologie

In den 1970er-Jahren gelang es vermehrt, in Kotproben von an Durchfall erkrankten Saugfohlen das Equine Rotavirus nachzuweisen; die Nachweisrate lag bei knapp 19 Prozent. Ende der 1980er-Jahre wiesen 95 Prozent der adulten Pferde Antikörper gegen equines Rotavirus auf. Neuere Studien zur Seroprävalenz beim Pferd in Deutschland gibt es nicht. Equine Rotaviren sind 65 - 75 nm große doppelsträngige RNA-Viren, die zur Familie der Reoviridae gehören. Sie sind über einen weiten pH-Bereich (3 - 10) sehr stabil; auch gegenüber Temperaturschwankungen erweisen sie sich als äußerst widerstandsfähig. Rotaviren können in Ställen in getrocknetem Zustand über Monate infektiös bleiben.

Epidemiologie

Rotavirus-Infektionen bei Pferden wurden in den 1970er- und 1980er-Jahren nicht nur in Deutschland und anderen europäischen Ländern wie Frankreich, Irland und dem Vereinigten Königreich nachgewiesen, sondern auch in den USA, Australien, Neuseeland und Japan, sodass von einem

weltweiten Vorkommen des Erregers auszugehen ist. Krankheitsausbrüche treten vor allem in Gestüten auf, in denen es eine große Anzahl von Fohlen gibt. Besonders empfänglich sind Fohlen in den ersten Lebenstagen und Monaten. In diesen Altersgruppen breitet sich eine im Gestüt vorkommende Infektion sehr schnell aus, zumal sich die Abfohlsaison meistens auf wenige Wochen oder Monate im Jahr konzentriert. Ein die Infektion begünstigender Faktor ist neben einer hohen Fohlenzahl eine feuchtheiße Witterung in den Monaten Mai und Juni; der Infektionsdruck ist dann immens hoch.

Pathogenese

Rotaviren werden oral über mit Fäzes kontaminierte Nahrung aufgenommen. Sie besiedeln die oberflächlichen Zellen des Dünndarms und vermehren sich im Zottenepithel. Infizierte Tiere scheiden große Virusmengen mit dem Kot aus. Eine Virämie tritt nicht auf. Mit dem Verlust des Zottenepithels wird die Darmoberfläche reduziert, was zu einer Malabsorption führt. Gleichzeitig besteht durch die Atrophie der Zottenspitzen ein Verlust an membrangebundenen Enzymen, insbesondere der dort lokalisierten Laktase. Die in der Muttermilch enthaltene Laktose wird somit unzureichend oder nicht mehr enzymatisch gespalten und gelangt unverdaut bis in den Dickdarm. Dort wird die Laktose bakteriell in Glukose und Galaktose gespalten, die aber in diesen Darmabschnitten nicht mehr resorbiert werden und (wie Laktose) zu osmotisch bedingten Durchfällen führen. Einige Bakterien verwerten die entstandene Glukose und Galaktose weiter, wobei Milchsäure, CO₂-Gase, Methan und Wasserstoff anfallen. Die Milchsäure wird schließlich zu kurzkettigen Fettsäuren umgewandelt. Die damit einhergehende Reduzierung des pH-Wertes führt letztlich auch zu einer Schädigung des Kolonepithels, sodass sich die Gefahr von bakteriellen Sekundärinfektionen mit anderen enteropathogenen Erregern wie *E. coli*, Salmonellen, Campylobacter, Klebsiellen erhöht.

Klinik

Nach einer Inkubationszeit von 2 bis 6 Tagen treten plötzlich und unvermittelt Durchfälle auf. Auch wenn innerhalb kurzer Zeit oft mehrere Tiere betroffen sind, erkranken nicht alle Fohlen eines Bestandes. Am häufigsten sind Fohlen in der 1. bis 4. Lebenswoche betroffen. Die größte Erkrankungshäufigkeit liegt zwischen dem 8. und 15. Tag. Bei hohem Infektionsdruck oder einer durch nicht-fachgerechten Zufütterung entstandenen Dysbakterie können auch ältere Fohlen erkranken. Der Schweregrad der Erkrankung ist vom Alter des Fohlens, dessen Immunstatus und der Infektionsdosis abhängig. Junge Fohlen entwickeln schwerere Symptome als ältere Tiere.

Die Erkrankung kann sich mit normaler bis geringgradig erhöhter Körpertemperatur entwickeln; in Ausnahmefällen kommt es zu Fieber bis zu 41 °C. Der Kot ist wässrig bis cremig, von gelblicher Farbe und stinkendem Geruch. Die Farbe ändert sich am zweiten Tag der Erkrankung; der Kot wird grau (wie „dünnflüssiger Beton“). Über den Durchfall kommt es zur Schwächung des Tieres und zur Exsikkose. Die Fohlen wirken abgeschlagen bis apathisch; in schweren Fällen sind sie zu schwach zum Saugen an der Mutter und verfallen zusehends. Die Erkrankung dauert 4 bis 10 Tage. Bleiben bakterielle Sekundärinfektionen aus und ist die Verlaufsform mild, kommt es innerhalb von 24 bis 48 Stunden zu einer Spontanheilung bei schneller Rekonvaleszenz. In den meisten Fällen entwickelt sich aus der Rotavirus-Diarrhoe jedoch eine bakterielle Durchfallerkrankung, an der hämolysierende, fimbrientragende *E.-coli*-Stämme beteiligt sind. Dies führt zu einem weiteren Flüssigkeitsentzug und schnell zu einer absoluten Verschlechterung des Allgemeinbefindens. Die Tiere können eine starke Azidose oder im Falle einer Septikämie auch Schocksymptome entwickeln. Bei einigen Ausbrüchen ist neben einer hohen Morbidität auch eine hohe Letalität beobachtet worden.

Diagnose

In rektal entnommenen Kotproben lassen sich Rotaviren nachweisen. Standardmäßig erfolgt die Diagnose des equinen Rotavirus durch Virusidentifizierung mittels ELISA oder Reverse-Transkriptions-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR). Ist dies nicht möglich, sollten Kotproben zur Klärung einer gleichzeitigen bakteriellen Infektion und Anfertigung eines Antibiotogramms entnommen werden. Mittels Elektronenmikroskopie und Immunchromatographie lässt sich die Diagnose ebenfalls stellen. Der Nachweis von Antikörpern ist weniger geeignet, da die meisten Pferde Antikörper gegen Rotavirus haben (s. o.) und somit mit der Diagnostik interferierende, maternale Antikörper zu erwarten sind.

Differentialdiagnose

Es müssen alle anderen Faktoren, die zu einer Durchfallerkrankung führen können, berücksichtigt werden:

- Bakterielle Infektionen (*E. coli*, Salmonellen, *Clostridium difficile*, *C. perfringens*, *Campylobacter* spp., Klebsiellen, *Proteus* spp. u.a.)
- Virale Infektionen (Adenovirus)
- Endoparasiten (*Strongyloides westeri*, Strongyliden)
- Diätetische Durchfälle
- Exzessive Wasseraufnahme des neugeborenen Fohlens

Therapie

Eine spezifische Therapie gibt es nicht. Der Flüssigkeits- und Elektrolytverlust muss ausgeglichen werden (oral oder parenteral), ggf. muss eine entstehende Azidose gepuffert werden. Eine systemische Antibiotikabehandlung über 3 bis 5 Tage wird empfohlen, verbunden mit der Gabe von Spasmolytika. Erkrankte Fohlen können mit Magermilch-Joghurt gefüttert werden. Zur Vorbeugung können Kolostrumgemelke, tiefgefroren aufbewahrt, in kleinen Mengen an gefährdete Fohlen verabreicht werden.

Die Prognose einer reinen Rotavirus-Diarrhoe ist gut. Durch hinzukommende, bakterielle Sekundärinfektionen wird diese jedoch je nach Alter des Fohlens und Art des Erregers stark verschlechtert.

Prophylaxe

Zur Vermeidung der Erkrankung ist in erster Linie ein optimales Hygienemanagement, v. a. in den Abfohlbereichen notwendig. Mist aus Rotavirus-positiven Gestüten ist auf keinen Fall zur Düngung zu verwenden. Daneben sollten Überbelegungen vermieden werden. Grundsätzlich ist unbedingt darauf zu achten, dass Fohlen innerhalb von 6-12 Stunden nach der Geburt eine ausreichende Menge Kolostrum erhalten und auch danach die kontinuierliche Aufnahme von Muttermilch gewährleistet ist. Seit Januar 2012 ist in Deutschland eine inaktivierte Rotavirus-Muttermilchvakzine für die Impfung tragender Stuten im 8., 9. und 10. Monat einer jeden Trächtigkeit zugelassen. Ziel der Impfung ist es, die passive Immunität der Fohlen gegen Rotavirus-Infektionen über die Erhöhung der spezifischen, maternalen Antikörper im Kolostrum und in der Milch zu steigern. Dadurch wird für die Fohlen das Risiko reduziert, an durch Equines Rotavirus verursachten Durchfällen zu erkranken. Es ist zu erwarten, dass in geimpften Beständen die Erkrankung in einer niedrigeren Inzidenz auftritt; die Krankheitsverläufe sind milder. Die Impfung wird in Beständen mit nachgewiesenen Rotavirus-Infektionen bei gutem Hygienemanagement empfohlen.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equip Rotavirus	Zoetis	Equines Rotavirus	inakt.	PharmNet

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equip Rotavirus	equines Rotavirus Stamm H2 (Serotyp G3 P12)	k.A.	k.A.	-	Pluronic L121 Squalan Polysorbat 80

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	Impfschema	Bemerkungen
Equip Rotavirus	1 ml i.m.	Trächtigen Stuten sind drei Dosen von jeweils 1 ml des Impfstoffes im achten, neunten und zehnten Monat einer jeden Trächtigkeit zu verabreichen.	-

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equip Rotavirus	Zur Impfung trächtiger Stuten zum Zwecke einer passiven Übertragung von Antikörpern auf die Fohlen. Dies reduziert deren Risiko an Durchfall zu erkranken, der durch G3 P12 Serotypen des Equinen Rotavirus verursacht wird. Stuten können 4 Wochen nach der dritten Impfung passive Immunität auf die Fohlen übertragen. Von geimpften Stuten stammende Fohlen zeigen für ungefähr 60 Tage erhöhte Antikörpertiter gegen das Equine Rotavirus.

B.6 Equine virale Arteritis (EVA)

(Pferdestaupe, Rotlaufseuche, *engl.* pink eye)

Ätiologie

Die Equine Virale Arteritis (EVA) wird durch das Equine Arteritis-Virus (EAV) hervorgerufen. Nach der Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten besteht für die EVA eine **Meldepflicht**.

Epidemiologie

Infektionen mit EAV sind bei Pferden von Bedeutung; andere Equiden sind ebenfalls empfänglich. Das Virus ist weltweit verbreitet, die Seroprävalenz in Deutschland beträgt etwa 20 %. Maßgeblich für die Verbreitung von EAV sind persistent infizierte Hengste, die das Virusreservoir darstellen und über Wochen bis Jahre das Virus über das Sperma ausscheiden. Das Virus wird mit dem Sperma auf empfängliche Stuten übertragen. Insbesondere bereits trächtige, seronegative Stuten können abortieren. Andere Tiere durchlaufen eine akute Infektion, in deren Folge das Virus über Nasen- und Augensekret, Speichel und Kot ausgeschieden wird. Virushaltig sind auch Gewebe von abortierten Föten, die Nachgeburt sowie Lochien.

Pathogenese

Das EAV zeigt als typisches Arteritisvirus einen Tropismus für Makrophagen und Endothelzellen, repliziert in Zellen des Respirations-, Reproduktions- und Digestionstraktes. Nach initialer Replikation in Lungenmakrophagen folgen eine ca. 1-wöchige Virämiephase und die Infektion des Gefäßendothels. Die Schädigung des Endothels ist die Ursache für die massiven Flüssigkeitsverluste und Grundlage für die entzündlichen Veränderungen. Nach einer akuten Infektion können Viruspartikel während eines Zeitraums von 2 bis 3 Wochen über das Nasensekret ausgeschieden werden. Durch EAV bedingte Aborte treten zwischen dem dritten und zehnten Trächtigkeitsmonat auf und sind auf die Infektion des Fötus zurückzuführen.

Klinik und Pathologie

Die meisten Infektionen mit EAV verlaufen subklinisch. Klinische Veränderungen sind sehr variabel und unspezifisch. Nach einer Inkubationszeit von 3 bis 10 Tagen werden Fieber und entzündliche Ödeme an Unterbrust und Unterbauch sowie Euter bzw. Präputium beobachtet. Typisch ist eine Konjunktivitis („pink eye“). Lediglich bei jungen Fohlen treten schwere, mitunter letale interstitielle Pneumonien oder Enteritiden auf. In diesen Fällen erfolgte die Infektion mit EAV in einem späten Trächtigkeitsstadium oder kurz nach der Geburt.

Bei Hengsten kann es im Verlauf einer akuten Infektion zu einer reduzierten Fruchtbarkeit kommen. Grundlage hierfür ist eine Nekrose der Gefäße von Hoden, Nebenhoden und akzessorischen Geschlechtsdrüsen, die zu Verringerung der Spermienzahl, herabgesetzter Spermienmotilität und erhöhter Anzahl veränderter Spermien führt.

Diagnostik

Die Labordiagnose von EVA ist durch Virusisolierung oder Polymerase-Kettenreaktion (PCR) aus Nasenrachentupfern, Konjunktivaltupfer und gerinnungsgehemmten Blutproben möglich. Der Nachweis einer persistierenden Infektion von Hengsten wird durch die Untersuchung von Sperma mittels Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR) geführt. Positive Hengste sind in der Regel serologisch positiv.

Therapie

Eine spezifische Therapie existiert nicht. Neben Schonung und Ruhe für die betroffenen Pferde kann ggf. eine symptomatische Therapie erwogen werden.

Immunologie

Eine Infektion mit EAV induziert beim Pferd eine über Jahre anhaltende, von Virus-neutralisierenden Antikörpern getragene Immunität.

Bekämpfung

Im Rahmen der EVA-Bekämpfung sind hygienische Maßnahmen wichtig. In Deutschland sind inaktivierte Vakzinen zugelassen. Eine serologische Differenzierung der Impflinge von Feldvirus-infizierten Tieren ist bislang nicht möglich. Die Impfung mit der inaktivierten Vakzine schützt vor einer akuten Erkrankung und reduziert die Virusausscheidung über nasale Sekrete nach einer Infektion. Inwieweit persistierende Infektionen verhindert werden können, ist Gegenstand laufender Untersuchungen.

Der Einsatz von Hengsten in der Zucht wird unter besonderer Berücksichtigung von persistierenden Infektionen mit EAV durch eine nationale Samenverordnung (Verordnung über die Gewinnung, Abgabe und Verwendung von Samen, Eizellen und Embryonen von Zuchttieren, 2008) sowie auf EU-Ebene (Richtlinie über die tierseuchenrechtlichen Bedingungen für den Handel mit Tieren, Samen, Eizellen und Embryonen in der Gemeinschaft, 2007) reglementiert. Demnach sind Hengste in regelmäßigen Abständen auf neutralisierende Antikörper gegen EAV zu untersuchen. Bei seropositiven Tieren ist ein Test auf das Virus im Sperma durchzuführen.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equip Artervac	Zoetis	Equines Arteritis-Virus	inakt.	PharmNet

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equip Artervac	Equines Arteritis-Virus, Stamm Bucyrus	k.A.	k.A.	-	Pluronic L121 Squalan Polysorbat 80

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equip Artervac	1 ml i.m.	ab 9 Monaten	2 Dosen im Abstand von 3-6 Wochen	alle 6 Monate	-

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equip Artervac	Zur aktiven Immunisierung von Pferden und Ponys gegen Equine Arteritis, um die klinischen Symptome und die Virusausscheidung über nasale Sekrete nach einer Infektion zu reduzieren. Beginn der Immunität: 3 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 6 Monate

B.8 Tetanus

(Wundstarrkrampf, *engl.* tetanus)

Ätiologie

Tetanus wird durch das potente Tetanus-Neurotoxin (TeNT, Tetanospasmin) verursacht, welches durch die vegetative Form von *Clostridium tetani* gebildet und freigesetzt wird. *C. tetani* sind bewegliche, grampositive, nicht bekapselte, anaerobe, Sporenbildende Bakterien. Die Sporen des Erregers werden in der Umwelt, besonders in feuchter Erde gefunden, wo sie Wochen bis Monate geschützt vor direktem Sonnenlicht überdauern können. Sporen widerstehen auch der Einwirkung von kochendem Wasser, Phenolen, Kresolen und Bedingungen während des Autoklavierens bei 120°C für 15 bis 20 Minuten. Hingegen ist die vegetative Form von *C. tetani* gegenüber diesen Einflüssen sehr

anfällig. Obwohl es innerhalb dieser Spezies Stammunterschiede gibt, produzieren doch alle Vertreter ein antigenetisch einheitliches TeNT.

Epidemiologie

C. tetani ist weltweit verbreitet. Tetanus entwickelt sich dann, wenn Sporen in Wunden (z. B. nach Kastration) oder penetrierenden Verletzungen (z. B. Nageltritt) in den Körper eindringen. Unter anaeroben Bedingungen wachsen die Sporen am Ort der Kontamination aus und bilden das krankheitsauslösende Toxin.

Pathogenese

Das Vorhandensein von Fremdkörpern, Nekrosen oder Abszessbildung fördert das Auskeimen der Sporen. Das von den vegetativen Formen der Erreger freigesetzte TeNT der vegetativen Form verteilt sich im Gewebe, wird nicht über den Magen-Darm-Kanal aufgenommen und kann bei Tieren nicht die Plazentarschranke überwinden. Das TeNT ist ein Dimer und besteht aus zwei molekularen Untereinheiten. Die größere Einheit vermittelt die Bindung des Toxins an Nervenzellen. Die kleinere Proteineinheit hingegen verhindert die Ausschüttung von Neurotransmittern in den befallenen Zellen. Im Verlauf der Infektion wird TeNT in Neuronen retrograd mehrere Zentimeter pro Tag in Richtung Rückenmark und weiter zum Gehirn transportiert. Die pathophysiologischen Effekte des Tetanustoxins beruhen auf der unterbleibenden Ausschüttung der Neurotransmitter Glycin und γ -Aminobuttersäure (GABA), welche von inhibierenden Neuronen zur Signalübertragung verwendet werden. Aufgrund des fehlenden hemmenden Einflusses der TeNT-haltigen Neurone werden Muskelfasern ständig über nicht mehr kontrollierte Motoneurone gereizt, was zum Spasmus der entsprechenden Muskelgruppe führt. Bei ausgedehnten Formen des Tetanus überwiegt der Einfluss der stärker ausgeprägten Muskeln wie der Extensoren der Gliedmaßen oder der Kaumuskulatur des Kiefers, was letztendlich die typischen klinischen Erscheinungsformen des Tetanus, die spastische Parese, bedingt. Die präsynaptische Bindung des *Tetanospasmin* an inhibierende Neurone ist irreversibel. Eine Wiederherstellung der Funktion dieser Nervenzellen beruht allein auf dem Auswachsen neuer neuronaler Kommunikationsfasern.

Klinik

Pferde sind überaus empfindlich gegenüber Tetanospasmin. Im Vergleich wird beim Hund die ca. 600-fache und bei der Katze die 7.000-fache Menge des Toxins benötigt, um vergleichbare klinische Veränderungen durch Injektion auszulösen. Klinische Veränderungen zeigen sich im Normalfall 5 bis 10 Tage nach Infektion mit *C. tetani*. Zunächst wird eine Verhärtung der Muskeln in der Nähe der Wunde oder, bei entsprechender Lokalisation, die Steifheit der gesamten Gliedmaße beobachtet. Der Spasmus hat die Tendenz, sich weiter auszubreiten. Generalisierter Tetanus zeigt sich durch steifen Gang, Schwierigkeiten beim Stehen oder Hinlegen bis hin zur Sägebock-Haltung sowie ausgeprägter Schreckhaftigkeit und Geräuschempfindlichkeit. Das Spätstadium mit Einbezug des Kraniaums führt zum Vorfall der Nickhaut, Enophthalmus, Miosis, zu aufrechtstehenden Ohren und Trismus. Auf Grund der enormen Muskelaktivität kann die Kerntemperatur ansteigen. Die Krankheit muss als ausgesprochen schmerzhaft angesehen werden.

Diagnose

Die Diagnose stützt sich auf das klinische Bild und auf das eventuelle Vorhandensein einer Wunde, sowie in praktisch allen Fällen die Anamnese eines fehlenden oder unzureichenden Impfschutzes. Der

Nachweis des Erregers durch Färbung von Ausstrichen oder durch Anzucht ist nicht zuverlässig. Dabei ist zu bedenken, dass die Kultur unter strikt anaeroben Bedingungen 12 Tage lang bei 37° C inkubiert werden muss. Ebenso wenig ist das Toxin nachweisbar.

Behandlung

Die Therapie des Tetanus basiert auf der Verwendung von spezifischem Tetanus-Serum (Antitoxin), um die Wirkung des freien, zirkulierenden Tetanospasmins zu neutralisieren (bereits in Zellen gebundenes TeNT wird nicht neutralisiert); auf der Verwendung von geeigneten Antibiotika, um die vegetative, Toxin-produzierende Form von *C. tetani* im Gewebe abzutöten; auf der chirurgischen Wundversorgung sowie auf dem Einsatz von Sedativa und Muskelrelaxantien, um die Stärke der Spasmen zu vermindern und dem Patienten Ruhe zu verschaffen. Essentiell ist als flankierende Maßnahme die Unterbringung der Patienten in einem möglichst ruhigen, abgedunkelten Stall.

Prophylaxe

Das schwere klinische Bild des Tetanus lässt sich durch die vorbeugende, aktive Immunisierung mit Tetanus-Toxoid sicher verhindern. Es gibt eine Reihe von Impfstoffen, die einen langanhaltenden, sicheren Immunschutz vermitteln. Durch tetanuspezifische Antikörper wird dabei die Bindung des TeNT an die Zielzellen unterbunden. Die Empfehlungen der Hersteller zum Impfintervall nach der Grundimmunisierung variieren je nach Produkt und Hersteller von einem bis zu drei Jahren. Grundsätzlich kann die Entscheidung zur Wiederholungsimpfung auch vom Ergebnis eines spezifischen Schnelltestes zur Bestimmung der Menge zirkulierender Antikörper gegen Tetanustoxin abhängig gemacht werden.

Die Simultanimpfung ist das zeitgleiche, aber strikt ortsgetrennte Verabreichen des Toxoidimpfstoffs und des Tetanus-Serums. Damit wird beabsichtigt, durch die passive Immunisierung mit dem Antiserum (präformierte Antikörper) einen Sofortschutz herzustellen. Mit Hilfe des Toxoidimpfstoffs wird eine aktive Immunisierung eingeleitet und diese soll mittelfristigen zusätzlichen Schutz gewährleisten. Aufgrund der potentiell allergenen Wirkung bei wiederholter Anwendung sollte die Gabe des Hyperimmunserums vom Ergebnis eines spezifischen Schnelltestes zur Bestimmung der Menge zirkulierender Antikörper gegen Tetanustoxin abhängig gemacht werden. In seltenen Fällen wurde auch die oft tödlich verlaufende „Serumhepatitis“ (verursacht durch das equine Parvovirus Hepatitis) in Zusammenhang mit der Verabreichung von Tetanusserum beobachtet.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equilis Prequenza Te	Intervet	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	inakt.	EPAR
Equilis Te	Intervet	Tetanus-Toxoid	inakt.	EPAR
Equilis Tetanus Serum	Intervet	Serum gegen Tetanus	-	PharmNet
Equip FT	Zoetis	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	inakt.	PharmNet

Equip T	Zoetis	Tetanus-Toxoid	inakt.	PharmNet
Proteq Flu-Te	Boehringer	Equines Influenzavirus Tetanus-Toxoid	rek. leb. inakt.	EPAR
Tetanus-Serum WDT	WDT	Serum gegen Tetanus	-	PharmNet

Die grau unterlegten Kombinationsimpfstoffe sind im Kapitel zur Equinen Influenza beschrieben.

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equilis Te	Tetanustoxoid	-	k.A.	-	gereinigtes Saponin Cholesterin Phosphatidylcholin
Equilis Tetanus Serum	Tetanustoxoid(?)	Protein vom Pferd: max. 170 mg mit gereinigtem Tetanus-Antitoxin: mind. 1.000 I.E.		Phenol 3,7- 5,0 mg	-
Equip T	Tetanustoxoid	-	k.A.	Formaldehyd 1,0 mg	Aluminiumphosphat
Tetanus-Serum WDT	Tetanustoxoid(?)	Protein vom Pferd: max. 170 mg mit gereinigtem Tetanus-Antitoxin: mind. 1.000 I.E.		Phenol 3,7- 5,0 mg	-

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equilis Te	1 ml i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4 Wochen, 1 weitere Dosis im Abstand von weniger als 17 Monaten	Tetanus: alle 2 Jahre	Der Impfstoff kann gemeinsam mit Tetanus-Serum zur Behandlung von verletzten nicht gegen Tetanus geimpften Pferden eingesetzt werden.
Equilis Tetanus Serum	<p><u>Vor Operationen oder nach Verletzungen:</u> Subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Pferd 7.500 - 10.000 I.E. = 7,5 - 10 ml Fohlen (bis 100 kg KG) 3.000 I.E. = 3,0 ml <u>Therapie:</u> Vorzugsweise intravenöse, ansonsten subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Zur Versorgung des Zentralnervensystems mit Antitoxin empfiehlt sich die Verabreichung von Equilis Tetanus-Serum in den Subarachnoidalraum. Pferd 50.000 I.E. = 50 ml Fohlen (bis 100 kg KG) 30.000 I.E. = 30 ml <u>Simultanimpfung:</u> Subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Die entsprechende prophylaktische Dosis Equilis Tetanus-Serum kann zeitgleich aber ortstrennt mit Intervet-Tetanustoxoid-Mono- oder Kombinationsimpfstoffen verabreicht werden.</p>				
Equip T	2 ml i.m.	ab 5 Monaten	2 Dosen im Abstand von 6 Wochen	Tetanus: alle 3 Jahre	Eine frühere zusätzliche Impfung ab einem Alter von 3 Monaten ist möglich, sofern im Anschluss eine vollständige Grundimmunisierung erfolgt.
Tetanus-Serum WDT	<p><u>Vor Operationen oder nach Verletzungen:</u> Subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Pferd 7.500 - 10.000 I.E. = 7,5 - 10 ml Fohlen (bis 100 kg KG) 3.000 I.E. = 3,0 ml <u>Therapie:</u> Vorzugsweise intravenöse, ansonsten subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Zur Versorgung des Zentralnervensystems mit Antitoxin empfiehlt sich die Verabreichung von Equilis Tetanus-Serum in den Subarachnoidalraum. Pferd 50.000 I.E. = 50 ml Fohlen (bis 100 kg KG) 30.000 I.E. = 30 ml</p>				

	<p><u>Simultanimpfung:</u> Subkutane oder intramuskuläre Anwendung. Die entsprechende prophylaktische Dosis Equilis Tetanus-Serum kann zeitgleich aber ortstrennt mit Intervet-Tetanustoxoid-Mono- oder Kombinationsimpfstoffen verabreicht werden.</p>
--	---

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equilis Te	<p>Aktive Immunisierung von Pferden ab einem Lebensalter von 6 Monaten gegen Tetanus, um Todesfälle zu vermeiden. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung Dauer der Immunität: 17 Monate nach der Grundimmunisierung 24 Monate nach der 1. Wiederholungsimpfung</p>
Equilis Tetanus Serum	<p>Zur Prophylaxe bei Tieren, um das Risiko einer Tetanusinfektion durch unfallbedingte Verletzungen oder durch Operationen zu reduzieren. Zur Simultanimpfung mit Tetanustoxoid-Impfstoffen bei verletzten, nicht oder nur unvollständig immunisierten Tieren. Zur Therapie bei klinisch an Tetanus erkrankten Tieren, um den Heilungsprozess zu verbessern. Beginn der Immunität: nach 2 Tagen Dauer der Immunität: 2 - 3 Wochen</p>
Equip T	<p>Zur aktiven Immunisierung von gesunden Pferden gegen Tetanus Beginn der Immunität: zwei Wochen nach der Grundimmunisierung. Dauer der Immunität: 3 Jahre</p>
Tetanus-Serum WDT	<p>Tetanus - Serum WDT wird zur Schutz- oder Heilbehandlung gegen Tetanus eingesetzt. Die Schutzbehandlung ist bei fehlender oder ungenügender aktiver Immunität gegen Tetanus z.B. bei Verletzungen, vor Operationen, bei Geburtshilfen und bei Neugeborenen angezeigt. Damit erhalten die behandelten Tiere einen sofortigen Schutz, währenddessen der körpereigene Abwehrmechanismus aufgebaut werden kann. Dieser sofortige Schutz ist allerdings über 2 - 3 Wochen nur von begrenzter Dauer. Die passive Impfung mit Tetanus-Serum WDT sollte durch eine zusätzliche aktive Immunisierung ergänzt werden (Simultanimpfung). Dabei werden dem Patienten gleichzeitig, aber örtlich getrennt, Tetanus - Serum WDT und ein Tetanus - Toxoid- Impfstoff verabreicht. Bei der Simultanimpfung wird unter dem Schutz der Serumdosis die Bildung von Antikörpern durch die Applikation des Tetanus - Toxoid-Impfstoffs angeregt. Die nach ca. 3 Wochen weitgehend abgebauten passiven Antitoxine sind dann durch aktiv gebildete Antikörper ersetzt worden. Die Effektivität der Serumtherapie hängt wesentlich von der Dosierung und dem Zeitpunkt der Behandlung ab. Je früher die Behandlung einsetzt, umso größer ist die Wirksamkeit. Eine Behandlung in den ersten Stunden nach einer Läsion (Verletzungen, verunreinigte Wunden, Vernagelungen und ähnlichem) ist deshalb besonders empfehlenswert, um einen raschen und bestmöglichen Schutz zu erreichen. Die Heilbehandlung erfolgt beim ersten Auftreten von Krankheitserscheinungen, die auf eine Tetanus-Infektion hindeuten. Die Behandlung sollte mit hohen Dosen eingeleitet werden.</p>

B.9 Tollwut

(Lyssa, *engl.* rabies)

Die Tollwut ist eine seit vielen Jahrhunderten gefürchtete Infektionskrankheit, die eine Vielzahl warmblütiger Tiere einschließlich des Pferdes befallen kann. Da der Mensch ebenfalls empfänglich ist und die Erkrankung hier nahezu ausnahmslos tödlich verläuft, spielt diese Tierseuche in dem Bewusstsein der Tierhalter und Tierärzte eine besondere Rolle. Die Tollwut ist gemäß der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen **anzeigepflichtig**.

Verbreitung

Die Tollwut ist weltweit verbreitet. Sie wird von einem Lyssavirus der Familie der Rhabdoviridae hervorgerufen. Die Epidemiologie ist geprägt durch die Wirte, die in einem Gebiet die Tollwut maßgeblich übertragen. In Europa und in Nordamerika ist die silvatische Wut vorherrschend, hier sind Wildkarnivoren (Fuchs, Marder, Waschbären u. a.) Träger des Virus. Der Mensch und die Haustiere werden durch Biss infiziert. In einigen Gebieten der Erde (Mittelamerika, Indien u. a.) ist die urbane Wut vorherrschend, bei der streunende Hunde das Virus tragen und den Menschen und andere Haustiere infizieren können.

Die Tollwut wurde in den letzten Jahrzehnten in Europa sehr erfolgreich bekämpft. Deutschland, die Tschechische Republik und die anderen Länder Mittel- und Westeuropas sind frei von terrestrischer Tollwut. In Polen wird die Tollwut ebenfalls erfolgreich bekämpft. Damit ist Deutschland umgeben von Ländern, die weitgehend frei von terrestrischer Tollwut sind.

Neben dem Erreger der klassischen (terrestrischen) Tollwut, sind verschiedene nahe verwandte Lyssaviren beschrieben, die durch Fledermäuse übertragen werden. Diese Viren zeigen einen unterschiedlichen Grad an Kreuzimmunität mit dem klassischen Tollwutvirus und werden zum Teil durch die verfügbaren Vakzine abgedeckt. In Europa sind Infektionen von Pferden mit diesen Viren bisher nicht beschrieben worden.

Pathogenese

Das Virus vermehrt sich zunächst in dem Gewebe der Bissstelle, bevor es die Nervenzellen befällt und zentripetal in das ZNS gelangt. Durch die Virusvermehrung kommt es zu den klassischen klinischen Veränderungen. Histologisch stellen sich die Schäden allerdings nur geringgradig dar. Das Virus gelangt vom ZNS wieder zentrifugal in die peripheren Organe, einschließlich der Speicheldrüsen. Die Virusausscheidung erfolgt über den Speichel.

Die Inkubationszeit beim Pferd ist mit 23 bis 99 Tagen beschrieben, sicherlich abhängig von der Bissstelle und der übertragenen Virusmenge. Die Krankheit verläuft schnell, die Tiere werden nach wenig charakteristischen Symptomen (leichte Bewegungsstörungen, Verhaltensstörungen, Scheuern und Benagen der Bissstelle, Kolik u. a.) paralytisch und verenden.

Diagnose

Eine Diagnose der Tollwut ist nur *post mortem* durch Virusnachweis im Gehirn möglich. Sie erfolgt in der Regel durch Immunfluoreszenz, kann aber auch histologisch (Negri-Körperchen) oder durch Polymerase-Kettenreaktion (PCR) erfolgen. Antikörper sind nur nach Impfung (inaktivierte Impfstoffe), nicht nach Infektion nachzuweisen.

Therapie

Gemäß § 2(3) der Verordnung zum Schutz gegen die Tollwut (Tollwut-Verordnung) sind Heilversuche an tollwutverdächtigen Tieren verboten.

Immunologie

Nach Impfung wird in der Regel eine belastbare, mehrjährige Immunität induziert.

Bekämpfung

Die Tollwut wird durch Impfung der Haustiere und der epidemiologischen Reservoirs unter den Wildtieren bekämpft. Dies war in der Vergangenheit sehr erfolgreich und seit 2008 ist Deutschland offiziell frei von terrestrischer Tollwut. Der letzte Tollwutfall in freier Wildbahn ist im April 2006 bei einem Fuchs festgestellt worden. Tollwutfälle bei Menschen nach Auslandsreisen und bei importierten Tieren kommen sporadisch vor. Die Notwendigkeit der Impfung eines Pferdes in einem tollwutfreien Gebiet ist im Einzelfall zu entscheiden.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Nobivac T	Intervet	Tollwutvirus	inakt.	PharmNet
Rabisin	Boehringer	Tollwutvirus	inakt.	PharmNet
Versiguard Rabies	Zoetis	Tollwutvirus	inakt.	PharmNet

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Nobivac T	Inaktiviertes Tollwutvirus, Stamm Pasteur RIV	k.A.	k.A.	Thiomersal 0,1 mg	Aluminiumphosphat
Rabisin	Inaktiviertes Tollwutvirus (Virus fixe, Stamm G52)	BHK	k.A.	-	Aluminiumhydroxid
Versiguard Rabies	Inaktiviertes Tollwutvirus, Stamm SAD Vnukovo-32	k.A.	k.A.	Thiomersal 0,1 mg	Aluminiumhydroxid

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Nobivac T	1 ml i.m.	6 Monate	eine Dosis	alle 2 Jahre	-
Rabisin	1 ml i.m.	ab 4 Monaten ab 6 Monaten	zwei Dosen im Abstand von 4 Wochen eine Dosis	jährlich	-

Versiguard Rabies	1 ml i.m.	ab 12 Wochen	eine Dosis	1 Jahr nach der Grundimmunisierung, danach alle 2 Jahre	-
-------------------	-----------	--------------	------------	---	---

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Nobivac T	Zur aktiven Immunisierung von gesunden Hunden, Katzen, Frettchen, Rindern, Schafen und Pferden gegen Tollwut. Die Impfung verhindert Erkrankung und Mortalität. Beginn der Immunität: Eine schützende serologische Antwort von > 0,5 I. E. ist in der Regel bei Hunden und Katzen 3 Wochen, bei allen anderen Zieltierarten 4 Wochen nach Impfung zu erwarten. Dauer der Immunität: Bei Hunden und Katzen 3 Jahre, bei Rindern und Pferden 2 Jahre, bei Frettchen und Schafen 1 Jahr.
Rabisin	Zur aktiven Immunisierung von Hunden, Katzen, Marderartigen, Pferden, Rindern und Schafen gegen Tollwut. Die Impfung verhindert Erkrankung und Mortalität. Beginn der Immunität: Hund und Pferd: zwei Wochen nach Abschluss der Grundimmunisierung, Rind: drei Wochen nach Abschluss der Grundimmunisierung, Katze, Marderartige und Schafe: 1 Monat nach Abschluss der Grundimmunisierung. Dauer der Immunität: für Hund und Katze: nach der Grundimmunisierung 1 Jahr, danach 3 Jahre, für Pferd, Rind, Schaf und Marderartige: mindestens 1 Jahr.
Versiguard Rabies	Zur aktiven Immunisierung von Hunden, Katzen, Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden und Frettchen (ab einem Alter von 12 Wochen und älter) gegen Tollwut. Die Impfung verhindert Erkrankung und Mortalität. Beginn der Immunität: 14 bis 21 Tage nach der Erstimpfung Dauer der Immunität: Hunde: Mindestens 3 Jahre nach der Erstimpfung; Katzen, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Pferde und Frettchen: Mindestens 1 Jahr nach der Erstimpfung und 2 Jahre nach Wiederholungsimpfungen

B.10 West-Nil-Virus-Infektionen (Westnilfieber)

Das West-Nil-Virus (WNV) gehört zur Familie der Flaviviren und wurde erstmals im Jahre 1937 in Uganda als Ursache einer nichteitrigen, z.T. letalen Meningoenzephalitis beim Menschen beschrieben. In den darauffolgenden Jahren kam es auf dem Afrikanischen Kontinent und im Nahen und Mittleren Osten in regelmäßigen Abständen immer wieder zum Auftreten von WNV-Infektionen beim Menschen. Das Virus wird über verschiedene Stechmückenarten übertragen. Die vermeintliche Restriktion der WNV-Infektionen auf diese Gebiete änderte sich schlagartig mit dem erstmaligen Auftreten des WNV im Bundesstaat New York in den Vereinigten Staaten im August 1999 und der Verbreitung des Virus über den ganzen nordamerikanischen Kontinent in den folgenden Jahren. Serologische und direkte Nachweise des Virus ergaben, dass diese WNV-Epidemie durch ein Virus der Linie 1 verursacht wurde. Seit September 2018 wird das WNV der Linie 2 auch in Deutschlands nachgewiesen.

Verbreitung

Das WNV, das in verschiedene Genotypen bzw. Kladen und Subkladen eingeteilt wird, ist weltweit verbreitet. In Süd- und Osteuropa sowie in Nord- und Südafrika und dem Mittleren Osten kommt das WNV seit langem endemisch vor. Im Jahr 2004 wurden in Ungarn erstmals Infektionen mit WNV der Linie 2 diagnostiziert. Dies war der erste Nachweis dieser Viren außerhalb des südlichen Afrika. Aus den zunächst sporadischen Fällen entwickelte sich eine Epizootie, die sich innerhalb weniger Jahre auf weitere Länder, wie z.B. Tschechien, die Slowakei, Österreich und Norditalien ausbreitete. Nach ersten bestätigten Fällen in Bartkäuzen und Greifvögeln in Deutschland wurden Ende September 2018

auch die ersten WNV-Infektionen bei Pferden bestätigt. Das Verbreitungsgebiet beschränkte sich in den vergangenen Jahren auf Mitteldeutschland zwischen Leipzig, Magdeburg und Berlin. Neben vermehrten WNV-Nachweisen in verschiedenen Vogelarten kommt es in diesen Gebieten auch immer häufiger zu WNV-Infektionen bei Pferden und Menschen. Über diesen primären WNV-Verbreitungsraum wurden einzelne, infizierte Vögel auch in Bayern, Mecklenburg und Hamburg gefunden. Einzelne Nachweise erfolgten auch bei Pferden in Mecklenburg-Vorpommern, im östlichen Niedersachsen sowie in der Nähe von Hamburg. Es ist davon auszugehen, dass sich das Virus mittelfristig im gesamten Bundesgebiet verbreiten wird. Bei den Viren handelt es sich um Vertreter der Linie 2, die eng mit Viren verwandt sind, die in Südosteuropa zirkulieren. Als klassisches Arbovirus wird das WNV über verschiedene Stechmücken (Culex-Spezies) auf den Vogel- bzw. Wirbeltierwirt übertragen. Verschiedene Singvogelarten, Krähenartige sowie Greifvögel besitzen eine besondere Empfänglichkeit für das WNV. Hierbei kommt es nach der Infektion zu signifikant hohen Virusmengen und damit zu einer massiven Virämie, die dann wiederum durch den Vektor weiterverbreitet werden. Dabei scheinen der Mensch und das Pferd besonders empfänglich zu sein, andere Säugerspezies hingegen weniger. Wichtig für die WNV-Epidemiologie sind insbesondere die Mückenarten die das Virus als sogenannte Brückenvektoren vom Vogel, als Hauptvirusreservoir, auf die Säugetierwirte übertragen. Experimentell konnte gezeigt werden, dass Mücken durch eine Blutmahlzeit an virämischen Pferden nicht mit dem WNV infiziert werden. Entsprechend gelten Pferde und Menschen als Fehlwirte. Sie stellen keine Gefahr für eine Weiterverbreitung des Virus über den Vektor dar. Entsprechend kommt es auch nicht zur Weiterverbreitung vom Pferd auf den Menschen.

Pathogenese

Die initiale WNV-Übertragung und -Infektion erfolgt durch den Stich einer infizierten Mücke. Anschließend repliziert das Virus zunächst in der Haut, dann während bzw. nach der ersten Virämiephase auch im Blut und anderen Geweben. Die in der Regel kurze und im Vergleich zu empfänglichen Vogelarten weniger heftige Virusvermehrung kann bei etwa 10% der Fälle zur Präsenz des Virus im ZNS führen, wobei nach wie vor unklar ist, wie das Virus genau in das ZNS eindringt. Nach einer kurzen Inkubationszeit kommt es dann in Folge der nicht-eitrigen Enzephalomyelitis und der Zerstörung von Neuronen zu den neurologischen Ausfallerscheinungen unterschiedlicher Schwere.

Diagnose

Die Diagnose einer WNV-Infektion erfolgt entweder durch direkten Virusnachweis über PCR-Verfahren oder wird klassischerweise über die Virusanzucht in geeigneter Zellkultur bzw. im Hühnerei gestellt. Serologisch kommen indirekte ELISA-Verfahren zum Nachweis von IgM/IgG Antikörpern zur Anwendung, wobei besonders der Nachweis von IgM-Antikörpern beim (ungeimpften) Pferd zum Nachweis einer akuten Infektion dient. Positive Serumbefunde werden in der Regel im Referenzlabor am FLI mittels Serumneutralisationsassay nachgetestet.

Therapie

Für die Behandlung der WNV-Infektion beim Pferd stehen in Deutschland keine kausalen Therapiemöglichkeiten zur Verfügung. Daher erfolgt in Abhängigkeit von der Schwere der klinischen Ausprägung eine symptomatische Therapie. Kommt es zum Auftreten von schweren neurologischen Symptomen ist ein Aufenthalt in einer Pferdeklinik, ggf. mit der Möglichkeit die Pferde in speziell ausgestatteten Sicherheitsboxen mit Hängegeschirr aufzustellen, empfehlenswert. Darüber hinaus sollte eine entsprechende Flüssigkeits- und Nahrungszufuhr erfolgen und ggf. eine antiphlogistische

Behandlung, z.B. mit NSAIDs . Unter experimentellen Bedingungen hat der Einsatz von IFN- α sowie verschiedenen monoklonalen Antikörper gegen das WNV gute Erfolge erzielt.

Immunologie

Eine Infektion bzw. Immunisierung mit dem WNV induziert zunächst eine starke humorale Immunantwort. Dies macht man sich auch diagnostisch zunutze (s. o.). Die mindestens ein Jahr andauernde Immunität nach Infektion ist in erster Linie von der Produktion neutralisierender Antikörper abhängig (IgM und IgG). Die derzeit verfügbaren Impfstoffe basieren allesamt auf der Viruslinie 1, die ursächlich für die WNV-Epidemie in den USA war. Studien belegen, dass die Impfstoffe auch gegen die in Europa kursierenden Stämme der Viruslinie 2 Schutz vermitteln. Ältere Tiere, die entweder regelmäßig geimpft oder natürliche Infektionen durchgemacht haben, zeigen eine geringere Empfänglichkeit gegenüber Neuinfektionen.

Bekämpfung

Die Bekämpfung der WNV-Infektionen beim Pferd beruht auf dem Einsatz von zugelassenen Impfstoffen und Repellentien zur Kontrolle der Insektenwirte. Als Impfstoffe finden Präparate aus inaktivierten Erregern oder Vektorimpfstoffe Anwendung. In Deutschland wird bei Pferden in WNV-Gebieten sowie bei Pferden, die -wenn auch nur temporär, z.B. zu Sportveranstaltungen- in solche Gebiete verbracht werden sollen, eine Impfung empfohlen. In Abhängigkeit vom weiteren Seuchengeschehen ist mittelfristig eine flächendeckende Impfung von Pferden im gesamten Bundesgebiet anzustreben. Auf die Anzeigepflicht nach der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen wird hingewiesen.

Zugelassene Impfstoffe

Stand: Januar 2023

Handelsname	Zulassungsinhaber	Impfantigen	leb./ inakt.	Hyperlink
Equilis West Nile	Intervet	Westnilvirus	rek. inakt.	EPAR
Equip WNV	Zoetis	Westnilvirus	inakt.	EPAR
Proteq West Nile	Boehringer	Westnilvirus	rek. leb.	EPAR

Zusammensetzung

Handelsname	Impfantigen	Zelllinie	Inaktivierung	Konservierungsstoff pro Dosis	Adjuvans
Equilis West Nile	inaktiviertes chimäres Flavivirus Stamm YF-WN	k.A.	k.A.	-	gereinigtes Saponin Cholesterin Phosphatidylcholin
Equip WNV	Inaktiviertes West Nile Virus, Stamm VM-2	k.A.	k.A.	-	SP Öl
Proteq West Nile	West-Nile-Rekombinante des Kanarienvirus (vCP2017)	k.A.	-	-	Carbomer

Applikationshinweise

Handelsname	Dosis	frühester Impfzeitpunkt	Grundimmunisierung	Wiederholung	Bemerkungen
Equilis West Nile	1 ml i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 3-5 Wochen	jährlich	-
Equip WNV	1 ml i.m.	ab 6 Monaten	2 Dosen im Abstand von 3-5 Wochen	jährlich	-
Proteq West Nile	1 ml i.m.	ab 5 Monaten	2 Dosen im Abstand von 4-6 Wochen	jährlich	-

Anwendungsgebiet

Handelsname	Indikation
Equilis West Nile	Zur aktiven Immunisierung von Pferden gegen West Nile Virus (WNV) um die klinischen Symptome der Erkrankung, die Schädigungen im Gehirn und die Virusausscheidung zu verringern. Beginn der Immunität: 2 Wochen nach der Grundimmunisierung mit 2 Impfungen Dauer der Immunität: 12 Monate
Equip WNV	Zur aktiven Immunisierung von Pferden ab einem Mindestalter von 6 Monaten oder älter gegen die West Nile-Erkrankung (WNV), um die Anzahl virämischer Pferde nach einer Infektion mit WNV Stämmen der Stammlinien 1 und 2 zu reduzieren, sowie Dauer und Schwere der durch WNV Stämme der Stammlinie 2 verursachten klinischen Symptome zu reduzieren. Beginn der Immunität: 3 Wochen nach der Grundimmunisierung. Dauer der Immunität: 12 Monate nach der Grundimmunisierung für WNV Stämme der Stammlinie 1. Für WNV Stämme der Stammlinie 2 wurde die Dauer der Immunität nicht belegt.
Proteq West Nile	Zur aktiven Immunisierung von Pferden ab einem Alter von 5 Monaten gegen die West-Nile-Erkrankung, wobei die Anzahl virämischer Pferde reduziert wird. Falls klinische Symptome auftreten, werden deren Dauer und Schweregrad reduziert. Beginn der Immunität: 4 Wochen nach der ersten Dosis der Grundimmunisierung. Um einen vollständigen Schutz zu erhalten, muss die vollständige Grundimmunisierung, bestehend aus zwei Dosen, verabreicht werden. Dauer der Immunität: 1 Jahr nach Abschluss der Grundimmunisierung, die aus zwei Injektionen besteht.

C. Anhang II

Fachinformationen zu Infektionskrankheiten

für die derzeit kein zugelassener Impfstoff zur Verfügung steht

Für die im Folgenden aufgeführten Infektionskrankheiten stehen derzeit keine zugelassenen Impfstoffe zur Verfügung. Weil ihnen grundsätzlich durch immunprophylaktische Maßnahmen vorgebeugt werden kann, werden in diesem Kapitel die wichtigsten Fakten zur Ätiologie, Epidemiologie, Klinik, Pathogenese, Diagnostik, Therapie und vor allem zur Immunprophylaxe zusammengefasst.

C.1 Lyme-Borreliose

(Borreliose, Lyme disease, Lyme-Arthritis)

Ätiologie

Die Lyme-Borreliose wird durch *Borrelia burgdorferi* sensu lato, Bakterien aus der Gruppe der Spirochäten verursacht. Dieser Komplex umfasst eine Vielzahl von Borrelienarten, z.B. *B. burgdorferi* sensu stricto, *B. afzelii*, *B. bavariensis* und *B. garinii*.

Epidemiologie

Die Lyme-Borreliose wird auf der nördlichen Hemisphäre beobachtet. Für die Übertragung der Erreger auf Säugetiere, Vögel und Reptilien sind Schildzecken der Gattung *Ixodes*, in Deutschland der Gemeine Holzbock (*I. ricinus*), notwendig. Im Laufe ihrer Entwicklung können Zeckenlarven oder -nymphen während des Saugaktes an Kleinsäugetern (z. B. Mäuse) Borrelien aufnehmen, die sie dann sowohl als Nymphen und auch als adulte Zecken an neue Wirte weitergegeben. Larven sind nach dem Schlupf aus dem Ei nicht mit Erregern, die die Lyme-Borreliose auslösen können, infiziert. Die Übertragung der Borrelien von der Zecke auf das Säugetier (Pferd, Hund, Mensch, etc.) erfolgt in der Regel erst ca. 24 Stunden nach dem Zeckenstich. Die in Zecken beobachtete Prävalenz der verschiedenen Borrelienspezies ist in Deutschland/Europa starken regionalen und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen und beträgt zwischen 5 % und 35 %, wobei eine einzelne Zecke auch mehrere Borrelienarten gleichzeitig tragen kann. Untersuchungen mit validierten Methoden ergaben, dass in einer Gruppe von über 2.000 Pferden, bei denen eine Infektion mit Borrelien vermutet wurde, nur die Hälfte Antikörper gegen die Erreger der Lyme-Borreliose trugen. Deshalb ist davon auszugehen, dass in einer nicht vorselektierten Gruppe die wahre Seroprävalenz weit unter diesem Wert liegt. Zudem zeigt im Lauf der Infektion nur ein sehr geringer Teil der Pferde mit spezifischen Antikörpern gegen Borrelien auffällige klinische Veränderungen einer Lyme-Borreliose.

Pathogenese

Mit Beginn der Blutmahlzeit beginnen Borrelien in der Zecke zu wandern. Sie bewegen sich vom Darm der Zecke zu deren Speicheldrüse. Auf dem Weg dorthin wird die Produktion des Oberflächenproteins A (OspA) in den Bakterien eingestellt und dessen Expression durch das neu synthetisierte Protein OspC ersetzt. Experimentelle Studien weisen darauf hin, dass sich im Säugetierwirt die Borrelien nach dem Zeckenstich im Verlauf mehrerer Wochen durch Migration im Gewebe von der Eintrittsstelle in alle Richtungen aktiv ausbreiten, dabei aber nur selten in die Blutbahn gelangen. Der massive Anstieg der Erregerzahl in Geweben in Kombination mit der zellulären und humoralen Abwehr des Wirtes führt zu Entzündungsreaktionen, die klinisch erkennbare Veränderungen zur Folge haben.

Klinik

Das in der Literatur beschriebene klinische Bild der Lyme-Borreliose beim Pferd basiert größtenteils auf Fallbeispielen aus verschiedenen Ländern mit mehr oder weniger gut validierten Methoden zum Erregernachweis. Bedingt durch die berichtete Diversität der auftretenden, vermeintlich klinischen Veränderungen erscheint eine Einteilung der Erkrankung in Stadien, wie sie beim Menschen erfolgt, nicht auf das Pferd übertragbar. Als auffälligste klinische Veränderung der Equinen Lyme-Borreliose sind aus Arthritiden resultierenden Lahmheiten zu sehen. Es ist aber zu bedenken, dass die Diagnosestellung „Lyme-Borreliose“ besonders durch die Tatsache erschwert wird, dass Lahmheiten

auch als Teilveränderung anderer muskuloskelettaler Erkrankungen auftreten können und weiterhin, dass der Großteil der Borrelien-Infektionen beim Pferd klinisch unauffällig verläuft.

Diagnose

Antikörpertests und direkte Erregernachweisverfahren sind zur Abklärung der Lyme-Borreliose verfügbar.

Derzeit ist nur die spezifische Antikörperbestimmung für die Diagnosefindung im Feld aussagekräftig. Diese Methoden messen die Antikörperspiegel im Serum des Pferdes (ELISA). Nachgeschaltete Tests wie z.B. Line Immunoassays (LIA) oder Immunoblots (Western-Blots) stellen die Qualität der Antikörperantwort im Wirt dar und müssen, um aussagekräftig zu sein, die wichtigen Detektionsantigene VlsE (Variable major protein-like sequence, Expressed) oder C6 (kurzes Fragment des VlsE) enthalten. Mit einem sensitiven und kostengünstigen ELISA werden die Serumproben auf das Vorhandensein von IgG-Antikörpern voruntersucht. Negative Proben werden mit sehr hoher Spezifität als solche erkannt. Positive und vor allem schwach-positive Proben müssen mit einem spezifischen LIA oder Western-Blot nachuntersucht werden, um darzulegen, gegen welche spezifischen Borrelien-Antigene die Antikörper gerichtet sind. Diese Untersuchung erlaubt die Differenzierung von infizierten, geimpften und unter Umständen infizierten und gleichzeitig geimpften Tieren. Schnelltests sind für den Praxisgebrauch erhältlich. Von diesen Schnelltests sind nur die zu empfehlen, die auf VlsE oder C6 basieren. Sie sind sensitiv und erlauben eine verlässliche Identifikation infizierter Tiere. Der direkte Erregernachweis kann mittels PCR oder Kultur in wissenschaftlichen Studien erfolgen. Unter Feldbedingungen bestehen dennoch sehr geringe Erfolgsaussichten für einen direkten Erregernachweis, da die Zeckenstichstelle, von der die Infektion ausging und für die Diagnostik aussagekräftig wäre, meist nicht bekannt ist. Körperflüssigkeiten (Blut, Synovialflüssigkeit, Urin, Cerebrospinalflüssigkeit, etc.) sind aufgrund des seltenen Erregervorkommens als Probenmaterial nicht geeignet. Gewebe, die mit der größten Wahrscheinlichkeit Spirochäten enthalten, sind schwer zu gewinnen (z. B. Synovialmembranen entzündeter Gelenke).

Für die Diagnose Lyme-Borreliose sollten vier Kriterien erfüllt werden:

1. Das Tier muss eine Zeckenexposition erfahren haben.
2. Die klinischen Veränderungen sollen mit dem beschriebenen Bild der Lyme-Borreliose beim Pferd vereinbar und alle anderen differentialdiagnostisch möglichen Erkrankungen **müssen (!)** ausgeschlossen sein.
3. Das Pferd trägt spezifische Antikörper gegen Borrelien.
4. Das Pferd reagiert innerhalb weniger Tage auf die Therapie mit Antibiotika.

Therapie

Grundsätzlich sind Borrelien empfänglich gegenüber Tetracyclinen. Aufgrund des unklaren klinischen Bildes wird eine akute Borreliose beim Pferd aber in der Regel nicht erkannt. Während der chronischen Phase ist die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Antibiotika-Therapie vorsichtig zu beurteilen.

Prophylaxe

Die Vorbeugung sollte auf mehreren Ansätzen gleichzeitig beruhen:

1. Beim Pferd ist die tägliche mechanische Entfernung von Zecken sinnvoll, da Borrelien in der Regel erst nach ca. 18 - 24 Stunden nach dem Stich der Zecke auf den Wirt übertragen werden. Die Entfernung der Zecken reduziert die Menge an übertragbaren Borrelien und somit die Infektionsdosis. Die Applikation herkömmlicher Insektensprays, insbesondere solcher die ätherische Öle enthalten,

auf die Haut der Pferde hat **keine Wirkung** auf Zecken. Zecken sind Spinnentiere und reagieren erst mit einer zeitlichen Verzögerung auf spezifische Wirkstoffe, die bei Kleintieren eingesetzt werden (Fipronil, Imidacloprid, etc.) und sterben nach Aufnahme dieser Substanzen nicht sofort, sondern erst nach den ersten 12 - 24 Stunden ab.

2. Die Impfung des Pferdes ist möglich. **Es ist jedoch zu beachten, dass die durch Impfung induzieren Antikörper ihre Wirkung erst in der Zecke entfalten.** Antikörper gegen das OspA der Borrelien werden während des Saugaktes von der Zecke aufgenommen, binden im Darm der Zecke an dort vorhandene Borrelien, die OspA auf ihrer Oberfläche exprimieren, und verhindern somit die nachfolgende Wanderung der Spirochäten in der Zecke zur Speicheldrüse des Spinnentieres und von dort die Injektion in die Haut des Pferdes. Hohe Impfantikörperspiegel im Wirt sind deshalb Grundvoraussetzung, damit ein protektiver Effekt in der Zecke erzielt werden kann. Antikörper gegen OspA zeigen eine geringe Kreuzreaktivität zwischen den einzelnen Borrelien-Arten und verleihen keinen Schutz gegen heterologe Borrelienspezies. Eine bereits etablierte Infektion des Wirtes wird durch die Impfung nicht beeinflusst und kann zu diesem Zeitpunkt nur die Infektion mit zusätzlichen Erregern verhindern. Eine Impfung infizierter Pferde ist deshalb derzeit nicht zu empfehlen. Pferde, von denen anzunehmen ist, dass sie Kontakt zu Zecken hatten, sollten vor der Impfung mittels Antikörpernachweis auf eine eventuelle Infektion hin untersucht werden.

Für den Impfstoff Equilyme wurde vom Zulassungsinhaber (Boehringer Ingelheim) die Marktzulassung zurückgezogen. Der für den Hund nach wie vor zugelassene und auf dem Markt verfügbare Borrelien-Impfstoff Merylym 3 ([PharmNet](#)) hat die identische Zusammensetzung wie Equilyme. Nach Maßgabe des Artikel 110 der EU Verordnung 06/2019 (TAM-Verordnung) kann dieser Hundeimpfstoff für das Pferd umgewidmet werden.

Für Equilyme galt die Empfehlung des Herstellers, dass der Impfstoff ab einem Alter von drei Monaten verabreicht werden kann. Die Grundimmunisierung bestand aus zwei Immunisierungen im Abstand von 2-3 Wochen. Für den Impfstoff wurde die jährliche Wiederholungsimpfung zu Beginn der Zeckensaison im Frühjahr empfohlen. Als Beginn der Immunität wurde ein Monat nach Abschluss der Grundimmunisierung angegeben. Die Schutzwirkung des Impfstoffes wurde in der Gebrauchsinformation für Equilyme folgendermaßen beschrieben: „Zur aktiven Immunisierung von Pferden ab einem Alter von 12 Wochen zur Induktion einer anti- OspA-Antikörperantwort gegen *Borrelia* spp. (*B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii* und *B. afzelii*). Nach einer Testinfektion mit Freilandzecken (gesammelt in einer mit Borrelien belasteten Region) konnten ein Jahr nach der Grundimmunisierung keine Borrelien aus der Haut, den Lymphknoten und den Muskeln geimpfter Pferde isoliert werden. Bei nicht geimpften Pferden wurden dagegen Borrelien isoliert. Der durchschnittliche anti-OspA-Antikörpertiter war einen Monat nach der Grundimmunisierung signifikant höher als der durchschnittliche anti-OspA-Antikörpertiter bei den geimpften Pferden kurz vor der Testinfektion.“

D. Glossar

Adjuvans	Ein <i>Adjuvans</i> ist eine Substanz, die vor allem Inaktivimpfstoffen beigelegt wird, um die Immunantwort auf die im Impfstoff enthaltenen Erregerbestandteile zu verstärken. Die verstärkende Wirkung kann durch physikochemische Eigenschaften, z.B. durch eine Depotwirkung, oder auch durch die spezifische Stimulation von angeborenen Immunmechanismen (→ angeborene Immunantwort) zustande kommen.
Antigen	Das Objekt einer adaptiven Immunantwort (→ adaptive Immunantwort) wird als <i>Antigen</i> bezeichnet. Dabei kann es sich um einen Erreger, z.B. ein ganzes Bakterium handeln. Zum Teil werden auch einzelne Moleküle als <i>Antigen</i> bezeichnet.
<i>Antigenic drift</i>	<i>Antigenic drift</i> bezeichnet den Prozess, bei dem es durch fehlerhaftes Ablesen und/oder den fehlerhaften Einbau von Nukleotiden zu zufälligen Mutationen bei der Replikation von Influenzaviren kommt. Sind davon Oberflächenantigene des Virus betroffen, kann sich das antigene „Makeup“ des Virus verändern.
Antikörper	<i>Antikörper</i> sind wasserlösliche Proteine, die von spezialisierten, aktivierten B-Lymphozyten, sogenannten Plasmazellen, gebildet werden. Sie enthalten antigenbindende Domänen, Bereiche innerhalb des Proteins, die für jede B Zelle und ihre Tochterzellen jeweils individuell spezifisch sind, und die spezifisch an das von ihnen erkannte Antigen (→ Antigen) binden können. Durch die Antikörperbindung kann die Wirkung des Antigens, z.B. im Falle von Toxinen, neutralisiert werden, oder das Antigen kann durch die Wechselwirkung des Antikörpers mit Phagozyten des angeborenen Immunsystems (→ angeborenes Immunsystem) eliminiert werden.
Attenuierung	Als <i>Attenuierung</i> wird die Abschwächung eines lebenden Infektionserregers verstanden. Dabei kann er immunogen bleiben, also weiterhin eine Immunantwort auslösen. Er verliert dadurch aber seine Virulenz, d.h. seine pathogene Wirkung. Konventionell wurden Erreger durch häufige Passagierung, zum Teil auch durch induzierte Mutagenese attenuiert. Mit neueren biotechnologischen Methoden ist es möglich, Virulenzfaktoren gezielt auszuschalten, und Erreger damit gentechnisch zu attenuieren.
auxotroph	<i>Auxotroph</i> sind Organismen, die aufgrund einer Mutation die Fähigkeit verloren haben, bestimmte für das Wachstum essentielle Substanzen eigenständig zu synthetisieren. Die Wachstumsfaktoren müssen entsprechend mit dem Nährmedium zur Verfügung gestellt werden. Diese Eigenschaft kann zur Attenuierung von Infektionserregern genutzt werden. (→ Attenuierung)
Beginn der Immunität ..	Mit dem Begriff wird der in den Zulassungsstudien ermittelte Zeitpunkt nach der Impfung bezeichnet, ab dem von einem belastbaren Impfschutz ausgegangen werden kann. Onset of Immunity (OoI)
Booster	siehe Wiederholungsimpfung
Dauer der Immunität ...	Mit dem Begriff wird der in den Zulassungsstudien ermittelte Zeitraum nach der Impfung bezeichnet, über den von einem belastbaren Impfschutz ausgegangen werden kann. Duration of Immunity (DoI)
endemisch/enzootisch .	Die Begriffe <i>endemisch</i> und <i>enzootisch</i> werden allgemein synonym verwendet. Sie bezeichnen das wiederholte Auftreten einer Infektionskrankheit in einem lokal umschriebenen Gebiet oder auch in einer umgrenzten Tierpopulation, z.B. einem Bestand. Streng

	<p>genommen beschreibt der Begriff <i>endemisch</i> eine Erkrankung des Menschen (<i>εν δημου</i> - im Volk), während der Begriff <i>enzootisch</i> eine Tierseuche (<i>εν ζουου</i> - im Lebewesen) beschreibt. Die entsprechenden Substantive sind die <i>Endemie</i> oder <i>Enzootie</i>, also eine endemisch auftretende Krankheit, und das <i>Endemiegebiet</i>, also das Gebiet, in dem eine Krankheit endemisch auftritt.</p>
epidemisch/ epizootisch	<p>Die Begriffe <i>epidemisch</i> und <i>epizootisch</i> werden allgemein synonym verwendet. Sie bezeichnen die Tendenz einer Infektionskrankheit, sich mit zunehmender Häufigkeit räumlich auszubreiten. Streng genommen beschreibt der Begriff <i>epidemisch</i> eine Erkrankung des Menschen (<i>επι δημου</i> - auf dem Volk), während der Begriff <i>epizootisch</i> eine Tierseuche (<i>επι ζουου</i> - auf dem Lebewesen) beschreibt. Die entsprechenden Substantive sind die <i>Epidemie</i> oder <i>Epizootie</i>, also epidemisch auftretende Krankheiten. Der Begriff der <i>Pandemie</i>, bzw. <i>Panzootie</i> beschreibt Infektionskrankheiten, die sich weltweit ausbreiten.</p>
Epitop	<p>Ein <i>Epitop</i> ist der kleinste Teil eines Antigens (→ Antigen), der von einer adaptiven Immunantwort erkannt wird. Das von einem Antikörper innerhalb eines Proteinantigens erkannte <i>Epitop</i> kann zum Beispiel nur wenige Aminosäuren umfassen.</p>
Gebrauchsinformation..	<p>Die <i>Gebrauchsinformation</i> (syn. <i>Packungsbeilage</i>, <i>Waschzettel</i>, <i>summary of product characteristics</i> (SPC)) enthält die Inhaltsangabe, die Anwendungsempfehlungen, das Anwendungsgebiet sowie Warnhinweise für ein entsprechendes Arzneimittel. Im Rahmen der Zulassung werden die Angaben in der Gebrauchsinformation durch die Zulassungsbehörde sorgfältig geprüft. Dabei müssen insbesondere die Aussagen zur Wirksamkeit eines Impfstoffes hinreichend experimentell belegt werden.</p>
Grundimmunisierung....	<p>Als <i>Grundimmunisierung</i> bezeichnet man die i.d.R. erstmalige Immunisierung eines Organismus durch eine oder mehrere Impfungen in kurzem zeitlichem Abstand, die zu einer belastbaren Immunität führen, d.h. für den Aufbau eines belastbaren Immunschutzes notwendig sind. Der durch die Grundimmunisierung erreichte Immunschutz kann durch regelmäßige Wiederholungsimpfungen (→ Wiederholungsimpfung) aufrechterhalten werden.</p>
Immunantwort, angeborene	<p>Das Immunsystem von Säugetieren basiert auf einem sehr komplexen Zusammenspiel von unterschiedlichen Zellsystemen. Als angeborenes Immunsystem wird der Teil bezeichnet, der Infektionserreger durch ein kanonisches Repertoire an Rezeptoren (<i>Pathogen Associated Molecular Pattern Receptor</i>) erkennt und sehr effizient bekämpft. Die <i>angeborene Immunantwort</i> entwickelt kein immunologisches Gedächtnis, sondern läuft prinzipiell immer gleich ab. Die Aktivität von Granulozyten, Monozyten und Histiozyten wird beispielsweise der <i>angeborenen Immunantwort</i> zugerechnet.</p>
Immunantwort, adaptive	<p>Die <i>adaptive Immunantwort</i> ist der eigentliche Träger des immunologischen Gedächtnisses und damit Ziel jeder aktiven Immunisierung. In der bekannten Form findet sich das adaptive Immunsystem nur bei höheren Wirbeltieren, z.B. Vögeln und Säugetieren. Das System basiert auf Zellen, die antigenspezifische Rezeptoren tragen. Diese Rezeptoren werden durch einen einzigartigen genetischen Prozess stochastisch zusammengesetzt. Theoretisch entstehen so Zellen, die jede beliebige Substanz erkennen können. Werden diese Zellen mit einem Antigen (→ Antigen) konfrontiert und in einem komplexen Selektionsprozess aktiviert, so beginnen sie sich zu teilen. Ein Teil der Tochterzellen wird zu Effektorzellen, die entsprechend humorale oder zelluläre</p>

Immunmechanismen ausführen. Ein weiterer kleiner Teil der Tochterzellen wird zu langlebigen Gedächtniszellen, die im Falle einer erneuten Konfrontation mit dem Antigen schnell reaktiviert werden können.

Immunantwort,
humorale

Die *humorale Immunantwort* umfasst alle nicht-zellulären, d.h. im Serum oder Gewebswasser gelösten Abwehrstoffe. Dies beinhaltet streng genommen auch angeborene Immunmechanismen, wie z.B. das Komplementsystem. Häufig wird der Begriff aber auf die B-Lymphozyten-vermittelte Bildung von Antikörpern (→ Antikörper) reduziert. Diese stellt einen wesentlichen Teil der adaptiven Immunantwort dar.

Immunantwort,
zelluläre

Die *zelluläre Immunantwort* umfasst alle zellulär-vermittelten Immunmechanismen. Dazu gehört auch die Aktivität von Phagozyten, die dem angeborenen Immunsystem zuzurechnen sind. T-Zellvermittelte Immunmechanismen, wie z.B. das Abtöten virusinfizierter Körperzellen durch zytotoxische T-Lymphozyten, stellen einen weiteren, wesentlichen Teil der adaptiven Immunantwort dar. T-Zellantworten lassen sich häufig besser durch Lebend- als durch Inaktivimpfstoffe induzieren.

Immunität

Als *Immunität* wird die Summe der adaptiven Immunmechanismen bezeichnet, die dazu führt, dass ein Individuum gegen eine Infektionskrankheit geschützt ist, bzw. immun ist. Das kann beinhalten, dass ein Individuum durch einen gegebenen Infektionserreger gar nicht infiziert wird oder zumindest nach der Infektion nicht mehr erkrankt.

Impfpflicht

Gegen keinen der in der Leitlinie zur Impfung von Pferden beschriebenen Infektionserreger besteht derzeit eine gesetzliche Pflicht zur Impfung. Verschiedene Sport- und Zuchtverbände, z.B. die Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V., machen allerdings die Teilnahme an Sportveranstaltungen (Leistungsprüfungen) von einer gemäß der jeweiligen Leistungsprüfungsordnung durchgeführten Impfung gegen das Equine Influenza- und Herpesvirus abhängig.

Impfstoff

Der Begriff bezeichnet ein immunologisches Arzneimittel, das dazu dient, eine aktive Immunantwort in einem geimpften Tier oder Mensch zu induzieren. In der Regel dient die Immunantwort dazu, eine Infektionskrankheit zu verhindern oder zumindest die Folgen der Erkrankung abzumildern. In der Veterinärmedizin dürfen Impfstoffe gegen Tierseuchenerreger gemäß Tiergesundheitsgesetz nur in Verkehr gebracht und angewendet werden, wenn sie durch die zuständige Bundesoberbehörde, das Paul-Ehrlich-Institut dafür zugelassen sind. Von der Zulassungspflicht sind lediglich bestandsspezifische Impfstoffe ausgenommen. (→ bestandsspezifische Impfstoffe).

Impfstoff,
bestandsspezifischer

Bestandsspezifische Impfstoffe sind gemäß Tiergesundheitsgesetz Impfstoffe, die von der grundsätzlich geltenden Zulassungspflicht ausgenommen sind. Sie bestehen aus Erregern, die in einem Bestand isoliert wurden, und dürfen nur in diesem Bestand wiedereingesetzt werden. Sie müssen inaktiviert sein. Die Herstellung bestandsspezifischer Impfstoffe bedarf einer Herstellungserlaubnis durch die zuständige Behörde.

Impfstoff,
Inaktivimpfstoff

Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Bei der Herstellung wird der entsprechende Erreger der Infektionskrankheit vermehrt und anschließend in aller Regel chemisch inaktiviert. Häufig wird dem Impfstoff ein Adjuvans (→ Adjuvans) oder Wirkverstärker zugesetzt.

Impfstoff, Lebendimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Der Impfstoff besteht aus lebenden Infektionserregern, denen krankmachende Eigenschaften fehlen (→ Attenuierung). Häufig können sich die abgeschwächten Erreger noch im geimpften Tier vermehren und erzeugen so eine Situation, die der natürlichen Infektion nahekommt. Zelluläre Immunantworten werden durch Lebendimpfstoffe in aller Regel besser angesprochen als durch Inaktivimpfstoffe (→ zelluläre Immunantworten).
Impfstoff, rekombinanter	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit induziert. Bei der Herstellung des Impfstoffes werden moderne biotechnische Ansätze genutzt, um den jeweiligen Erreger gezielt zu attenuieren (→ Attenuierung), einzelne Bestandteile des Erregers biotechnisch zu produzieren oder auch einzelne Bestandteile des Erregers durch einen anderen attenuierten Erreger bilden zu lassen.
Impfstoff, Spaltimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der dazu dient, eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit zu induzieren. Der Impfstoff besteht aus einer oder mehreren Untereinheiten des entsprechenden Infektionserregers, die für sich genommen ausreichen, eine schützende Immunantwort auszulösen. Diese werden gewonnen, indem der entsprechende Infektionserreger vermehrt und in der Regel chemisch, z.B. durch Zugabe von Detergentien, aufgespalten wird. Anschließend werden die entsprechenden Untereinheiten aufgereinigt. Typischerweise werden klassische Influenzaimpfstoffe auf diese Weise hergestellt.
Impfstoff, Subunitimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der dazu dient, eine aktive Immunantwort in dem geimpften Tier oder Mensch gegen eine Infektionskrankheit zu induzieren. Der Impfstoff besteht aus einer oder mehreren Untereinheiten des entsprechenden Infektionserregers, die für sich genommen ausreichen, eine schützende Immunantwort auszulösen. Dabei kann es sich um Virulenzfaktoren, wie z.B. Toxine oder Adhäsionsmoleküle, handeln. Häufig werden die Untereinheiten gentechnisch, rekombinant hergestellt. In der Regel müssen die Untereinheiten mit Adjuvantien kombiniert werden, um eine ausreichende Immunantwort zu induzieren. (→ Adjuvans)
Impfstoff, Toxoidimpfstoff	Der Begriff bezeichnet einen Impfstoff, der dazu dient, in dem geimpften Tier oder Mensch eine aktive Immunantwort gegen ein, die Krankheitssymptome verursachendes Exotoxin des jeweiligen Krankheitserregers zu induzieren. Dazu wird der Erreger unter Bedingungen vermehrt, die zur Bildung des Toxins führen. Anschließend wird das Toxin in der Regel chemisch inaktiviert und mit einem Adjuvans kombiniert. (→ Adjuvans) Alternativ können auch detoxifizierte Varianten des Toxins rekombinant hergestellt werden. Typisches Beispiel sind die Tetanustoxoide.
Kombinationsimpfstoff...	Ein <i>Kombinationsimpfstoff</i> ist ein Impfstoff, der mehrere Antigenkomponenten beinhaltet. <i>Kombinationsimpfstoffe</i> im Sinne der Leitlinie sind zugelassene Fertigarzneimittel. Bei Kleintieren bestehen Kombinationsimpfstoffe z.T. aus Einzelkomponenten, die entsprechend der Angaben des Herstellers kombiniert und gemeinsam verabreicht werden können.
Kreuzimmunität	<i>Kreuzimmunität</i> bezeichnet den Schutz vor einem Infektionserreger, der durch eine Immunantwort auf eine andere Erregerspezies oder eine andere Serovar oder einen anderen Stamm derselben Erregerspezies vermittelt wird. (→ Immunität)

Nomenklatur von Influenzaviren	<ol style="list-style-type: none"> 1. Typ des Influenzavirus: beim Pferd existieren nur Typ A-Viren 2. Tierart und Subtyp des Virus: z.B. A/Equi2 3. Isolationsort des Virus: z.B. A/Equi2/Miami 4. Die laufende Nummer des Isolates und das Jahr der Isolierung: z.B. A/Equi2/Miami/1/63 5. Die Formel der Oberflächenantigene Hämagglutinin (H) und Neuraminidase (N): z.B. A/Equi-2/Miami/1/63 (H3N8)
Serovar	Die <i>Serovar</i> bezeichnet eine Gruppe von Erregerstämmen einer Erregerspezies, die sich hinsichtlich einer serologischen Typisierung einheitlich verhalten. Die Stämme tragen damit die gleichen oder zumindest sehr ähnliche, durch die verwendeten diagnostischen Antikörper erkannte Oberflächenstrukturen.
Simultanimpfung	Die <i>Simultanimpfung</i> wird heutzutage nurmehr bei der therapeutischen Anwendung von Tetanusimpfstoffen eingesetzt. Dabei wird gleichzeitig ein Toxoidimpfstoff und ein Hyperimmunserum gegen das Tetanustoxin verabreicht. Durch das Toxoid soll eine aktive Immunisierung erzielt werden. Die passive Übertragung antigenspezifischer Antikörper soll unmittelbar bereits gebildetes Toxin neutralisieren.
Wiederholungsimpfung	Die <i>Wiederholungsimpfung</i> (syn. Boosterimpfung, Auffrischungsimpfung) ist eine erneute Impfung, die nach einer schon eine bestimmte Zeitspanne zurückliegenden Grundimmunisierung (→ Grundimmunisierung) oder einer vorangegangenen Wiederholungsimpfung, der Erhöhung einer nachlassenden Immunantwort gegen einen bestimmten Krankheitserreger dient.

Ständige Impfkommission Veterinärmedizin (StIKo Vet)
am Friedrich-Loeffler-Institut,
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Südufer 10

D-17493 Greifswald - Insel Riems

StIKo Vet Geschäftsstelle

Leiter der Geschäftsstelle
Dr. Max Bastian

Telefon +49 (0) 38351 7-1026
Telefax +49 (0) 38351 7-1151

E-Mail: stikovet@fli.de
Web: www.stiko-vet.de

Fotos/Quelle: Max Bastian