

## Fohlenseptikämie und Blutkultur



Bildquelle: Laboklin

### Infektion, Bakteriämie und Sepsis

Während einer Infektion dringen Mikroorganismen in steriles Gewebe ein und führen zunächst zu einer lokalen Entzündungsreaktion. Kommt es jedoch zu einer systemischen Ausbreitung der Erreger, können diese auch im Blut nachgewiesen werden, was als Bakteriämie bezeichnet wird. Der Körper reagiert mit einer systemischen Entzündungsreaktion, um die Infektion zu eliminieren: Leukozyten werden rekrutiert, betreiben Phagozytose, schütten proinflammatorische Zytokine aus und immobilisieren die Erreger mithilfe von NETs (*neutrophil extracellular traps*). Klinisch kann sich das in folgenden Symptomen äußern:

- Hypothermie/Fieber
- Tachykardie
- Tachypnoe/Hyperventilation
- Leukopenie/Leukozytose oder Linksverschiebung (> 10 % Stabkernige)

Diese als **SIRS-(systemic inflammatory response syndrome) Kriterien** bezeichneten Symptome stammen ursprünglich aus der Humanmedizin und lassen sich auf verschiedene Tierarten, so auch auf Fohlen, übertragen. Zu beachten ist, dass SIRS auch nicht-infektiöse Ursachen haben kann wie Trauma oder Verbrennungen. Demgegenüber steht der Begriff Sepsis, der eine Entgleisung der zunächst funktionellen Immunantwort beschreibt und durch Organdysfunktion lebensbedrohlich werden kann.

### Sepsisursachen beim neonatalen Fohlen

Als mögliche Eintrittspforten für bakterielle Erreger gelten beim Fohlen vor allem Plazenta und Nabel, aber auch die Haut sowie Schleimhäute des Gastrointestinal- und Respirationstrakts. Zu bedenken ist, dass die als „Darmbarriere“ bezeichnete Schutzschicht in den ersten 24 Lebensstunden noch durchlässiger ist und Bakterien daher leichter in die Zirkulation übertreten können.

Risikofaktoren für Infektionen:

- FPT (failure of passive transfer)
- schlechte/übermäßige Nabelhygiene
- Blutungen am Nabelstumpf
- forciertes Abtrennen der Nabelschnur
- Schwäche → vermehrtes Liegen
- schlechte Stallhygiene

## Diagnose Sepsis – Schweregrade und Scores

Es gibt keinen spezifischen „Sepsis-Test“. Die weiterführenden Untersuchungen richten sich immer nach den bestehenden Symptomen. Je nachdem, ob eine Organmanifestation vorliegt, bietet sich neben bildgebenden Verfahren auch eine bakteriologische Kultur an. Dabei gilt: Gerade wenn der Infektionsherd nicht klar ersichtlich ist, ist die Blutkultur der Goldstandard zum Nachweis zirkulierender Erreger. Da die Diagnose auf Basis klinischer Symptome gründet, ist eine gründliche klinische Untersuchung des Patienten das A und O.

## Ablauf einer Blutkultur

### Flaschenarten

Je nach Erregerspektrum gibt es Flaschen für aerobe (in **An**wesenheit von Sauerstoff wachsende) und anaerobe (in **Ab**wesenheit von Sauerstoff wachsende) Bakterien. Je nach Hersteller unterscheiden sich auch Inkubationszeit und Nachweismethode. Nachfolgend sind die bei Laboklin am häufigsten verwendeten Flaschenarten aufgeführt.

#### Flaschen mit Indikatorkammer

Dieser Flaschenart wird im Labor ein Aufsatz (Indikatorkammer) aufgesteckt. Bei bakteriellem Wachstum entsteht durch das produzierte CO<sub>2</sub> ein Überdruck, sodass die Probenflüssigkeit in die Indikatorkammer aufsteigt. Der Inhalt der Flasche wird daraufhin unverzüglich auf Agarplatten ausgestrichen, um die Erreger zu differenzieren. Ist nach einem Zeitraum von maximal 7 Tagen keine Flüssigkeit aufgestiegen, wird die Probe sicherheitshalber dennoch ausgestrichen. Man benötigt eine Flasche, in der sowohl aerobe als auch anaerobe Bakterien wachsen können.

#### BD BACTEC™ (Becton Dickinson GmbH)

Diese Flaschen können als kostenpflichtiges Bestellmaterial direkt über Laboklin bezogen werden. Im Labor erfolgt die Inkubation in einem Brutschrank, der bakterielles Wachstum mithilfe eines

Fluoreszenzsignals nachweist. Die Flaschen werden für einen Zeitraum von maximal 5 Tagen inkubiert. Ertönt in dieser Zeit kein Wachstumssignal des Geräts, werden sie als negativ eingestuft entnommen. In der Regel wird ein Flaschenpaar aus aerober und anaerober Flasche verwendet. Eine Ausnahme bildet die Peds Plus-Flasche, bei der ein geringeres Probenvolumen benötigt wird (siehe Tab.1). Das „Plus“ im Namen steht für eine Weiterentwicklung der Flaschen: sie enthalten neben dem Flüssigmedium Kügelchen (sog. „Beads“), die Antibiotika binden sollen. So können Blutkulturen auch bei antibiotisch vorbehandelten Patienten entnommen werden.

**Tab. 1:** Übersicht der verschiedenen Flaschenarten. In Klammern dargestellt ist die nach Herstellerangabe absolute Mindestmenge an Probenvolumen.

Flaschenart	Geeignet für	Probenvolumen (ml/Flasche)
BD BACTEC™ Plus Aerobic/F	Aerobier und Hefen	8–10 (3)
BD BACTEC™ Plus Anaerobic/F	Anaerobier	8–10 (3)
BD BACTEC™ Peds Plus/F	Aerobier und Anaerobier	1–3 (0,5)

### Entnahmezeitpunkt und Probenanzahl

Die Probe für eine Blutkultur sollte so schnell wie möglich entnommen werden, da eine Sepsis potenziell lebensbedrohlich ist. Früher wurde die Entnahme zu Fieberspitzen empfohlen, das gilt jedoch mittlerweile als obsolet. Bei Fohlen findet die Blutentnahme meist direkt bei Hospitalisierung und Legen des Katheters statt. Hinsichtlich der Probenanzahl gibt es laut Literatur keine klare Empfehlung. Da man jedoch davon ausgehen muss, dass Bakterien nur intermittierend im Blut zirkulieren, kann die Entnahme von zwei Flaschensets im Abstand von 20–30 Minuten die Chance auf ein positives Kulturergebnis erhöhen.

### Entnahmestelle

Alternativ zur Probennahme bei Katheterisierung kann auch eine Punktion einer peripheren Vene (*V. jugularis/cephalica*) erfolgen. Die Blutentnahme aus bereits liegenden Kathetern wird für eine Blutkultur nicht empfohlen, da diese ein Kontaminationsrisiko darstellen. Ein Sonderfall ist die katheterassoziierte Infektion, bei der die Bakteriämie vom Katheter selbst ausgeht. Hier kann eine Probe sowohl vom Katheter, als auch von der kontralateralen Vene entnommen werden, um die jeweilige bakterielle Belastung (*bacterial load*) der Punktionsstellen zu vergleichen.

### Aseptik bei der Probennahme

Eine aseptisch vorbereitete Punktionsstelle ist essentiell, um aussagekräftige Kulturergebnisse zu erhalten. Standardisierte Protokolle fehlen in der Tiermedizin, aber es gelten folgende Empfehlungen:

- Scheren und Desinfizieren der Punktionsstelle
  - 0,5–4 % Chlorhexidindigluconat oder
  - 10 % Povidon-Jod-Lösung ± 70 % Isopropanol
- persönliche Schutzausrüstung
  - sterile Einmalhandschuhe
  - Einmalschürze
  - Mund-Nasen-Schutz
  - Haarnetz
- Desinfektion der Durchstechflasche (70 % Isopropanol) und anschließende vollständige Trocknung
- saubere (staubarme) Umgebung

### Probenvolumen

Je nach Hersteller werden in der Regel 8–10 ml pro Flasche eingefüllt (Ausnahme Peds Plus Flasche mit 1–3 ml). Zu beachten ist, dass das empfohlene Probenvolumen weder über- noch unterschritten wird. Ein zu geringes Probenvolumen kann die Zeit bis zum Wachstumssignal verlängern, oder dazu führen, dass die Flasche als „falsch negativ“ befundet wird. Zu viel Blut kann durch die darin enthaltenen Zellen dagegen zu einem falsch positiven Wachstumssignal führen, sodass die Flasche vorzeitig aus dem Brutschrank entnommen wird.

### Lagerung von Blutkulturflaschen

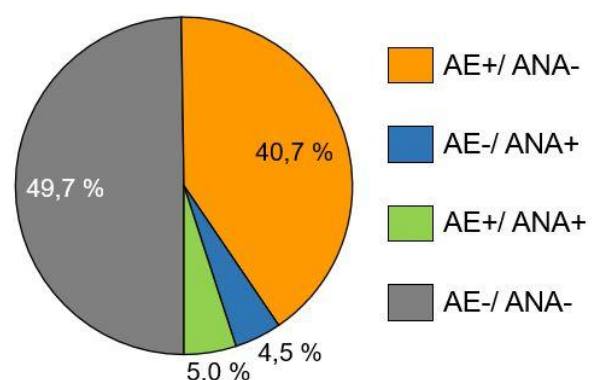
Blutkulturflaschen können bei Raumtemperatur gelagert werden und sind (herstellerabhängig) bis zu 6 Monate lang haltbar. Befüllte Flaschen sollten das Labor schnellstmöglich (< 24 Stunden) erreichen und bis dahin ebenfalls bei Raumtemperatur gelagert werden. Eine Aufbewahrung im Kühlschrank oder dem warmen Praxisauto kann die Überlebensfähigkeit der Erreger beeinträchtigen und ist daher nicht zu empfehlen. Bei Laboklin ergab die Auswertung der Blutkulturbefunde eine durchschnittliche Transportdauer von 1,4 Tagen. Eigene Untersuchungen ergaben, dass sich eine kurze Verlängerung der Transportdauer nur gering auf den Anteil positiver und negativer Proben auswirkt (51,8 % vs. 48,2 %). Je länger der Transport, desto höher fiel jedoch der Anteil negativer Proben aus bei gleichzeitigem Abfall der positiven Proben (3 Tage: 35,7 % positive Proben vs. 64,3 % negative Proben).

### Erregeridentifizierung und Antibiogramm

Positive Flaschen werden aus dem Brutschrank entnommen und auf Universal- und Selektivagarplatten ausgestrichen. Anhand des Dreiösenausstrichs ist eine semiquantitative Angabe des Keimgehalts (gering, mittel oder hochgradiger Gehalt) möglich. Die weitere Inkubation erfolgt, je nachdem um welche Flaschenart es sich handelt, unter aeroben oder anaeroben Bedingungen. Am darauffolgenden Tag erfolgt die Erregeridentifikation mittels Massenspektrometrie (MALDI-TOF MS, Bruker Daltonics GmbH, Bremen). Antibiogramme werden als Verdünnungsreihe (Mikrodilution) für jeden in der Probe isolierten Keim angesetzt. Dies geschieht entsprechend der CLSI-Vorgaben (Clinical & Laboratory Standards Institute) und erscheint im Befund als minimale Hemmstoffkonzentration (MHK-Wert), also der geringsten Konzentration des Antibiotikums, bei der in vitro kein bakterielles Wachstum feststellbar ist.

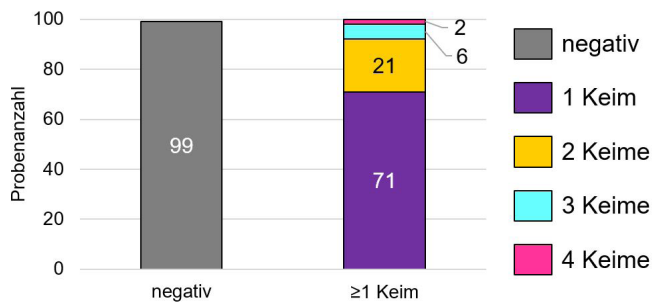
### Auswertung von Blutkulturen (2022-2024)

Die Hälfte der bei Laboklin durchgeführten Blutkulturen von Pferden zeigte bakterielles Wachstum (Abb. 1). Die meisten Proben (40,7 %) waren hierbei positiv in der aeroben Kultur und negativ in der anaeroben Kultur. Ein kleiner Teil gliederte sich in Proben, die entweder nur in der anaeroben (4,5 %), oder sowohl in der aeroben als auch in der anaeroben Kultur (5 %) bakterielles Wachstum zeigten. Als strikte Anaerobier wurden vor allem Bakterien der Gattungen *Cutibacterium*, *Bacteroides* und *Fusobacterium* nachgewiesen.



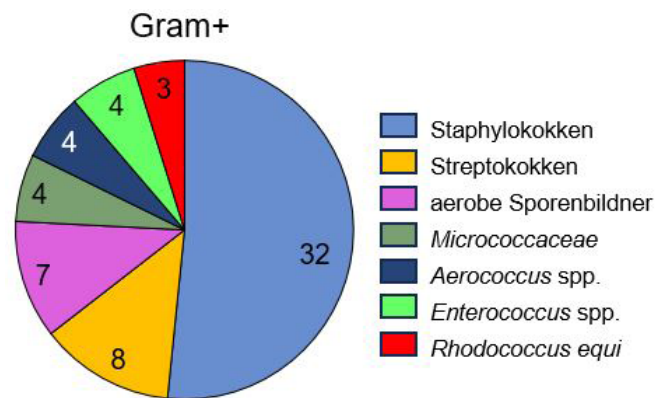
**Abb. 1:** Anteil bakteriologisch positiver und negativer Proben von Pferden (%) bezogen auf die Gesamtprobenzahl. Aufteilung in aerobe (AE) und anaerobe (ANA) Kultur (n = 199 Blutproben).  
Bildquelle: Laboklin

Von den positiven Proben war ein Großteil (71 %) monomikrobiell (Abb. 4). In 29 % der Fälle wurde mehr als ein Keim nachgewiesen (polymikrobiell), maximal waren vier verschiedene Keime in einer Probe nachweisbar.



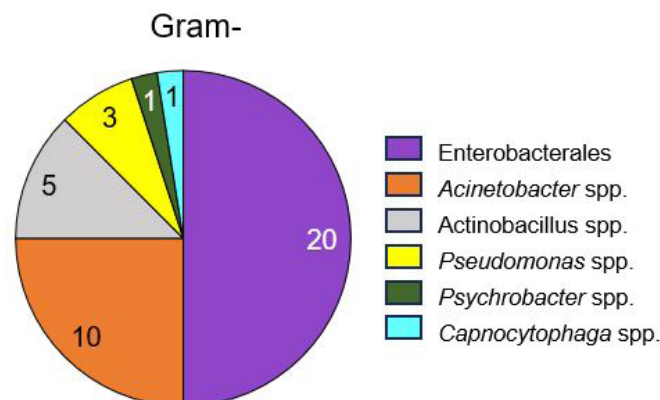
**Abb. 2:** Anzahl der bakteriologisch positiven und negativen Proben. Aufteilung der positiven Proben in mono- und polymikrobielle Proben (n = 199 Proben). *Bildquelle: Laboklin*

In der aeroben Kultur wurden mehr grampositive als -negative Bakterien isoliert. Am häufigsten fanden sich Staphylokokken (30,2 %), der Großteil davon Koagulase-negative Spezies (Abb. 3).



**Abb. 3:** Anzahl der grampositiven Isolate in der aeroben Kultur von equinen Blutkulturen (n = 62 Isolate). *Bildquelle: Laboklin*

Bei den gramnegativen Isolaten dominierte die Gruppe der Enterobacterales (18,9 %), wobei am häufigsten Escherichia coli (9,4 %) gefunden wurde (Abb. 4).



**Abb. 4:** Anzahl der gramnegativen Isolate in der aeroben Kultur von equinen Blutkulturen (n = 40 Isolate). *Bildquelle: Laboklin*

## Fazit

Blutkulturen gelten als Goldstandard zur Detektion einer Bakteriämie und nachfolgenden Sepsis, gerade wenn der Infektionsherd nicht ersichtlich ist, man aber von einer systemischen Infektion ausgehen muss. Als Nachteil ist zu sehen, dass es sich um einen oft lebensbedrohlichen Zustand des Patienten handelt, aber die Kultur mehrere Tage in Anspruch nimmt und auch negativ ausfallen kann. Die Einteilung der Erreger hinsichtlich ihrer Relevanz ist nicht immer einfach, trotzdem ermöglichen Blutkulturen den Nachweis lebensfähiger Erreger. Mithilfe von individuell erstellten Antibiogrammen ist es möglich, die Therapie für den Patienten bestmöglich anzupassen, was auch einer Resistenzbildung entgegenwirken kann. Valide Ergebnisse basieren auf guter Probenahme (aseptische Entnahme, korrekte Handhabung und Lagerung der Flaschen) und sind im klinischen Kontext zu interpretieren.

*Dr. Marie-Louise Geisler*

### Unsere Leistungen zum Thema

- Blutkultur (aerob und anaerob)
- Antibiogramm aerob
- Antibiogramm anaerob

### Weiterführende Literatur

Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche JD, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, van der Poll T, Vincent JL, Angus DC. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016 Feb 23;315(8):801-10. doi: 10.1001/jama.2016.0287

Bostedt H, Wehrend A. Krankheiten des neugeborenen Fohlens. In: Brehm W, Gehlen H, Ohnesorge B, Wehrend A, Hrsg. *Handbuch Pferdepraxis*. 4. Aufl. Stuttgart: Enke; 2016: 700-734

Taylor S. A review of equine sepsis. *Equine Vet Educ* 2015; 27: 99-109. doi:10.1111/eve.12290

Theelen MJ, Wilson WD, Edman JM, Magdesian KG, Kass PH. Temporal trends in in vitro antimicrobial susceptibility patterns of bacteria isolated from foals with sepsis: 1979-2010. *Equine Vet J*. 2014 Mar;46(2):161-8. doi: 10.1111/evj.12130

Flood JA, Collins NM, Russell CM, Cuming RS, Carrick JB, Cudmore LA. Blood culture isolates and antimicrobial sensitivities from 1621 critically ill neonatal foals (2005-2022). *Aust Vet J*. 2025 Apr;103(4):163-170. doi: 10.1111/avj.13423. Epub 2025 Jan 28.

De Plato F, Fontana C, Gherardi G, Privitera GP, Puro V, Rigoli R, Viaggi B, Viale P. Collection, transport and storage procedures for blood culture specimens in adult patients: recommendations from a board of Italian experts. *Clin Chem Lab Med*. 2019 Oct 25;57(11):1680-1689. doi: 10.1515/cclm-2018-1146