



INTERPRETATIONSHILFE MASTITIS-IDENTIFIKATION

AUTORINNEN UND AUTOREN

Daniel Glauser, Dr. med. vet. FVH Ph.D.
Leiter veterinärmedizinische Diagnostik
Suisselab AG
daniel.glauser@suisselab.ch
T 031 919 33 22

Sybille Matthey, M.Sc.
Stv. Leiterin veterinärmedizinische
Diagnostik
Suisselab AG
sybille.matthey@suisselab.ch
T 031 919 33 12

Milena Tresch, Dr. med. vet. Dipl. ACVM
Labortierärztin veterinärmedizinische
Diagnostik
Suisselab AG
milena.tresch@suisselab.ch
T 031 919 33 74

Michèle Bodmer, PD Dr. med. vet. Dipl.
ECBHM
Leiterin Bestandesmedizin
Wiederkäuerklinik, Vetsuisse-Fakultät,
Universität Bern
michele.bodmer@unibe.ch
T 031 631 23 44

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	2
2. DAS ANGEBOT IM ÜBERBLICK	4
3. DIE DIENSTLEISTUNGEN DER SUISSSELAB AG ZUR MASTITIS-IDENTIFIKATION	6
3.1. C16 PCR-Test	6
3.2. Bakteriologische Untersuchung	10
3.3. Antibiogramm	11
4. HINTERGRUNDINFORMATIONEN / WISSEN	12
4.1. Unterteilung der Euterentzündungen	12
4.2. Unterteilung der Mastitis-Erreger	13
4.3. Kurzportraits der Mastitis-Erreger	18
5. ABLAUF DER MID-UNTERSUCHUNG	26
6. INTERPRETATION DER PRÜFBERICHTE	28
7. LITERATURANGABEN	32

1. EINLEITUNG

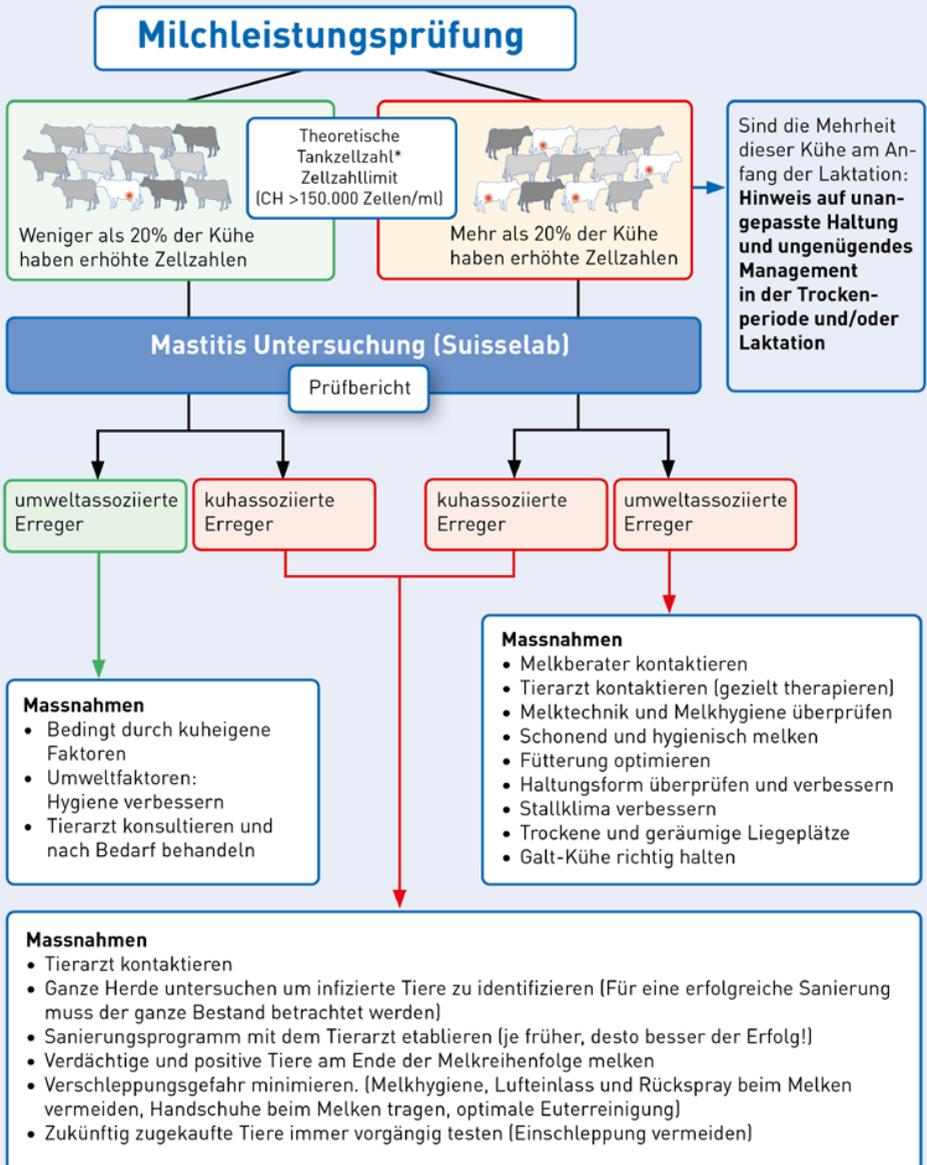
Suisselab AG ist mit ihren MID-Dienstleistungen bakteriologische Untersuchung, Antibiogramm und dem bewährten C16 PCR-Test Ihre Partnerin für die Mastitis-Diagnostik. Bei Suisselab AG stehen eine fachlich fundierte Diagnostik, eine gute Beratung unserer Kunden, sowie eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Labor, Tierärzten und Tierhaltern im Vordergrund.

Diese Interpretationshilfe soll Tierhalter/innen und Tierärzten/Tierärztinnen helfen, die Prüfberichte korrekt zu interpretieren und ein Grundwissen zu den verschiedenen Mastitis-Erregern vermitteln. Selbstverständlich stehen Ihnen unsere qualifizierten Mitarbeitenden für telefonische Beratungen zur Wahl der Analysemethode und zur Interpretation der Resultate gerne zur Verfügung.

Vorsorge, Beratung und Behandlung

Eine frühe Identifikation der Mastitis-Erreger ist eine wichtige Grundlage zur Einleitung gezielter Massnahmen. Im Vordergrund stehen die Behandlung erkrankter Tiere und bei ansteckenden Erregern die Vermeidung einer Ausbreitung des Erregers im Bestand. Doch nicht jeder Befund muss zwingend eine Therapie mit Antibiotika zur Folge haben. Unter Umständen führen schon zusätzliche Massnahmen in Bezug auf Hygiene, Melktechnik und Tierhaltung zum Ziel. Ihr Tierarzt oder Melkberater wird Sie diesbezüglich gerne beraten. Abbildung 1 zeigt auf, wie die Eutergesundheit anhand der Zellzahlen aus der Milchleistungsprüfung überwacht werden kann und welche Massnahmen bei den verschiedenen Erregergruppen getroffen werden sollen.





*Theoretische Tankzellzahl: Zellzahl wenn die Milch von allen laktierenden Kühen einer Herde in den Tank gemolken würde

Abbildung 1: Massnahmenplan bei der Überwachung der Eutergesundheit mittels der Zellzahlen aus der Milchleistungsprüfung.

2. DAS ANGEBOT IM ÜBERBLICK

Ergänzend zum PCR-Test bietet Suissselab AG seit Anfang 2023 die bakteriologische Untersuchung und das Antibiogramm an. Die Anwendungsgebiete der einzelnen Dienstleistungen können wie folgt zusammengefasst werden:

C16 PCR Test

Klinische Mastitis¹: Die Erreger können i.d.R. am Tag des Probeneingangs auf Spezies- bzw. Gattungsebene identifiziert und eine allfällige Penicillin-Resistenz der Staphylokokken nachgewiesen werden. Dies erlaubt ein rasches Einleiten einer gezielten Therapie.

Subklinische Mastitis: Erreger subklinischer Mastitiden können mit hoher Sensitivität und Spezifität nachgewiesen werden. Für *Staph. aureus* ist die PCR aufgrund der höheren Sensitivität die Methode der Wahl.

Kontrolle Therapieerfolg: Die C16 PCR eignet sich hervorragend für die Kontrolle des Therapieerfolgs bei Problemkeimen wie *Staph. aureus* und *Str. uberis*. Für *Staph. aureus* ist die PCR aufgrund der höheren Sensitivität die Methode der Wahl.

Abklärung von Tieren beim Zukauf, vor der Alpfung, vor dem Trockenstellen etc. Mittels der PCR können Trägartiere von Problemkeimen zuverlässig identifiziert werden. Für *Staph. aureus* ist die PCR aufgrund der höheren Sensitivität die Methode der Wahl.

Bakteriologische Untersuchung

Klinische und subklinische Mastitis: Die Erreger können i.d.R. innerhalb von ein bis drei Arbeitstagen nach Probeneingang auf Spezies- bzw. Gattungsebene identifiziert werden. Auf Wunsch kann zusätzlich ein Antibiogramm durchgeführt werden.

Kontrolle Therapieerfolg: Bei gut kultivierbaren Erregern kann der Therapieerfolg grundsätzlich auch mittels bakteriologischer Untersuchung kontrolliert werden. Für *Staph. aureus* ist jedoch die C16 PCR vorzuziehen.

Abklärung von Tieren beim Zukauf, vor der Alpfung, vor dem Trockenstellen etc. Abklärungen auf Problemkeime können grundsätzlich auch mittels bakteriologischer Untersuchung durchgeführt werden, für Abklärungen auf *Staph. aureus* empfehlen wir jedoch die PCR-Untersuchung.

Antibiogramm

Klinische und subklinische Mastitis: Für Erreger bei welchen Antibiotika-Resistenzen erwartet werden, kann zusätzlich zur Identifikation eine Resistenzprüfung (Antibiogramm) durchgeführt werden. Dies erlaubt eine gezielte Behandlung und reduziert somit die Bildung und Verbreitung von Resistenzen.

¹ Unterteilung der Euterentzündungen: Siehe Kapitel 4.1



BIOMÉRIEUX



GN - GP

BIOMÉRIEUX

3. DIENSTLEISTUNGEN DER SUISSELAB AG ZUR MASTITIS-IDENTIFIKATION

3.1. C16 PCR-TEST

Beschreibung

Der MID C16-Test von Suissselab AG erlaubt einen raschen, empfindlichen und präzisen Nachweis von Mastitis-Erregern mittels der PCR-Technologie. Dank seines breiten Spektrums an nachweisbaren Erregern eignet sich der MID C16-Test zur Erreger-Identifikation bei klinischen und subklinischen Euterentzündungen, sowie zur Identifikation von Trägern von Problemkeimen beim Zukauf von Tieren oder vor der Alplung.

Der MID C16-Test basiert auf dem PathoProof C16 PCR-Test der Firma *Thermo Fisher Scientific* und umfasst die 15 wichtigsten Mastitis-Erreger, sowie das Gen für die Penicillin-Resistenz der Staphylokokken (*blaZ*). Zusätzlich zu den häufigsten Mastitis-Erregern (siehe Abbildung 2) werden auch selten auftretende, aber klinisch bedeutsame Erreger wie z.B. *Streptococcus agalactiae* oder *Mycoplasma bovis* erfasst. Bei gewissen Keimen werden durch den C16-Test verschiedene Spezies derselben Gattung nachgewiesen (z.B. *Staphylococcus species*).

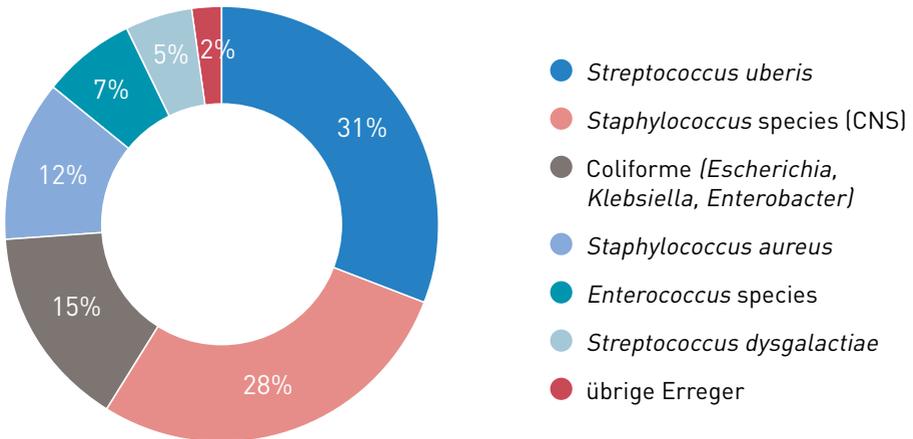


Abbildung 2: Verteilung der Mastitis-Erreger in der Schweiz. Quelle: Rügsegger et al. (2014), Schweizer Archiv für Tierheilkunde.

Kuhassoziierte Erreger	Umweltkeime	Resistenz-Gene
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus</i> species	Beta-Lactamase der Staph. (<i>blaZ</i>)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	
<i>Mycoplasma bovis</i>	<i>Streptococcus uberis</i>	
<i>Mycoplasma</i> species	<i>Enterococcus faecalis/faecium</i>	
	<i>Corynebacterium bovis</i>	
	<i>T. pyogenes/P. indolicus</i>	
	<i>Escherichia coli</i>	
	<i>Klebsiella</i> species	
	<i>Serratia marcescens</i>	
	<i>Prototheca</i> species	
	Hefen	

Tabelle 1: Mittels *PathoProof C16 Test* nachweisbare Mastitis-Erreger und Resistenz-Gene

Der *PathoProof C16*-Test basiert auf der Polymerase-Kettenreaktion (*English: Polymerase Chain Reaction, PCR*), bei welcher das Erbgut (die DNA) der Erreger spezifisch nachgewiesen wird. Bei der PCR-Untersuchung müssen die Keime nicht vermehrt werden, daher kann der Test auch mit konservierter Milch oder Milch von antibiotisch vorbehandelten Tieren durchgeführt werden.



Anwendungsgebiete

Klinische Mastitis: Die Erreger können innerhalb eines Tages auf Spezies bzw. Gattungsebene identifiziert und eine allfällige Penicillin-Resistenz der Staphylokokken nachgewiesen werden. Dies erlaubt ein rasches Einleiten einer gezielten Therapie. Die PCR erlaubt auch einen raschen Nachweis von Mykoplasmen, deren kultureller Nachweis spezielle Nährböden benötigt und 3–14 Tage dauert.

Subklinische Mastitis: Die Behandlung sollte ausschliesslich aufgrund einer Untersuchung einer Milchprobe erfolgen. Mit der PCR können Erreger subklinischer Mastitiden mit hoher Sensitivität und Spezifität nachgewiesen werden. Für *Staph. aureus* ist die PCR aufgrund der höheren Sensitivität die Methode der Wahl².

Kontrolle Therapieerfolg: Beim Vorliegen von Problemkeimen wie *Staph. aureus* und *Str. uberis* sollte der Therapieerfolg 2–3 Wochen nach Abschluss der Behandlung mittels Untersuchung einer Milchprobe kontrolliert werden. Für *Staph. aureus* ist die PCR aufgrund der höheren Sensitivität die Methode der Wahl².

Abklärung von Tieren beim Zukauf, vor der Alpung, vor dem Trockenstellen etc. Mittels der PCR können Trägartiere von Problemkeimen zuverlässig identifiziert werden. Für einen Freiheitsnachweis von *Staph. aureus* werden beim PCR-Nachweis zwei negative Untersuchungen im Abstand von 15–30 Tagen als ausreichend betrachtet. Bei der Abklärung von ganzen Beständen können mit der PCR Poolproben von bis zu 10 Tieren untersucht und somit Kosten gespart werden.

Vorteile

- Empfindlicher und präziser Nachweis von Mastitis-Erregern mittels PCR-Technologie
- Rasches Vorliegen der Prüfberichte, in der Regel am Tag des Probeneingangs im Labor
- Kostenlose Probennahme-Sets bestehend aus Probenröhrchen, Auftragsformular und frankiertem Rückantwortcouvert
- Eine Anleitung zur aseptischen Probennahme und eine Interpretationshilfe werden von SuisseLab AG zur Verfügung gestellt.

² Übernommen aus: Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen, kleinen Wiederkäuern und Neuweltkameliden. StAR Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. Stand März 2022.



3.2. BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG

Beschreibung

Die bakteriologische Untersuchung von Suissselab AG erlaubt die Identifikation sämtlicher unter Standard-Bedingungen kultivierbarer Mastitis-Erreger. Auf Wunsch kann zusätzlich eine Resistenzprüfung (Antibiogramm) durchgeführt werden. Die Mastitis-Erreger werden auf einem nicht-selektiven Nährmedium unter aeroben, bei Verdacht auf Anaerobier zusätzlich unter anaeroben Bedingungen kultiviert. Nach einer Grobeinteilung der Erreger mittels Gramfärbung werden die Isolate auf einem VITEK 2 System (Biomérieux) anhand des biochemischen Profils oder in gewissen Fällen mittels MALDI-TOF (Unterauftrag) identifiziert. Die Untersuchung dauert je nach Wachstumseigenschaften des Erregers zwischen ein und vier Tagen. Hefen und Prototheken werden anhand des mikroskopischen Befundes ohne weiterführende biochemische Untersuchung identifiziert. Die bakteriologische Untersuchung eignet sich nicht für den Nachweis von Mykoplasmen, bei Verdacht auf Mykoplasmen ist die C16 PCR zu wählen.

Anwendungsgebiete

Klinische und subklinische Mastitis: Identifikation der Erreger auf Spezies- oder Gattungsebene. Auf Wunsch kann zusätzlich ein Antibiogramm angefertigt werden, entweder in jedem Fall oder nur für bestimmte Erregergruppen. Die entsprechenden Angaben können auf dem Auftragsformular gemacht werden.

Kontrolle Therapieerfolg: Bei gut kultivierbaren Erregern kann der Therapieerfolg 2–3 Wochen nach Abschluss der Behandlung grundsätzlich auch mittels bakteriologischer Untersuchung kontrolliert werden. Für *Staph. aureus* ist jedoch die C16 PCR vorzuziehen.

Abklärung von Tieren beim Zukauf, vor der Alping, vor dem Trockenstellen etc. Abklärungen auf Problemkeime können grundsätzlich auch mittels bakteriologischer Untersuchung durchgeführt werden. Für einen Freiheitsnachweis von *Staph. aureus* sind bei der bakteriologischen Untersuchung jedoch drei negative Untersuchungen im Abstand von 10 Tagen notwendig. Aufgrund der höheren Empfindlichkeit empfehlen wir bei Abklärungen auf *Staph. aureus* die PCR-Untersuchung, bei welcher nur zwei negative Untersuchungen im Abstand von 15–30 Tagen für einen Freiheitsnachweis ausreichen.

Vorteile

- Kostengünstiger und präziser Nachweis von Mastitis-Erregern mittels bewährter VITEK 2 Technologie oder MALDI-TOF
- Möglichkeit zusätzlich ein Antibiogramm durchzuführen
- Kostenlose Probennahme-Sets bestehend aus Probenröhrchen, Versandetui, Auftragsformular und frankiertem Rückantwortcouvert
- Eine Anleitung zur aseptischen Probennahme und eine Interpretationshilfe werden von Suissselab AG zur Verfügung gestellt.

3.3. ANTIBIOGRAMM

Beschreibung

Die Resistenzprüfung bei Suisselab AG umfasst die Bestimmung der minimalen Hemmkonzentrationen (MHK) mittels Mikrodilutionsverfahren auf einem VITEK 2 System (Biomérieux) und die Interpretation der MHK anhand etablierter Richtlinien (CLSI, EUCAST). Dabei werden die in der Nutztiermedizin gebräuchlichen Wirkstoffe untersucht. Das Antibiogramm kann nur in Verbindung mit einer bakteriologischen Untersuchung durchgeführt werden, da die Identität des Erregers eine Voraussetzung für die korrekte Interpretation des Antibiogramms darstellt.

Anwendungsgebiete

Für Erreger bei welchen Antibiotika-Resistenzen erwartet werden, kann zusätzlich zur Identifikation eine Resistenzprüfung (Antibiogramm) durchgeführt werden. Dies erlaubt eine gezielte Behandlung und reduziert somit die Entstehung und Verbreitung von Antibiotikaresistenzen. Ein Antibiogramm kann entweder in jedem Fall oder nur für bestimmte Erregergruppen angefordert werden, die entsprechenden Angaben können auf dem Auftragsformular gemacht werden. Wir empfehlen die Erstellung eines Antibiogramms für Staphylokokken, Enterokokken, sowie für sämtliche gramnegative Keime.

Vorteile

- Zuverlässige Resistenztestung mittels bewährter VITEK 2 Technologie
- Untersuchung der in der Nutztiermedizin gebräuchlichen Antibiotika-Wirkstoffe



4. HINTERGRUNDINFORMATIONEN / WISSEN

4.1. UNTERTEILUNG DER EUTERENTZÜNDUNGEN³

Unterteilung nach Schweregrad

Klinische Mastitis

Euterentzündung, die mit deutlich wahrnehmbaren Symptomen am Euter und Veränderungen der Milch einhergehen: Schwellung, Verhärtung des Viertels; grobsinnliche Veränderung der Milch (z. B. Flocken). Klinische Mastitiden treten auch als akute bzw. perakute Fälle mit Fieber und Fressunlust auf und können in Extremfällen bis zum Festliegen führen (toxische Fälle).

Subklinische Mastitis

Euterentzündung ohne deutlich wahrnehmbare Symptome am Euter. Sie kann nur mit Hilfsmitteln wie dem Schalmtest oder der Zellzahlmessung diagnostiziert werden.

Unterteilung nach Verlauf

Perakut

Auftreten innert Stunden, verbunden mit deutlichen klinischen Symptomen am Euter sowie mit Allgemeinstörungen. Tiere können innert weniger Stunden festliegen und unbehandelte Fälle enden oft tödlich. Solche Fälle sind als absolute Notfälle zu handhaben! Eine aseptische Milchprobe sollte entnommen werden und im Falle eines Therapieversagens zur Untersuchung eingeschickt werden.

Akut

Plötzliches Auftreten, meist verbunden mit klinischen Symptomen am Euter, bisweilen mit mehr oder weniger ausgeprägten Allgemeinstörungen. Eine aseptische Milchprobe sollte entnommen werden und im Falle eines Therapieversagens zur Untersuchung eingeschickt werden.

Chronisch

Oft schleichendes Auftreten; Entzündungssymptome bzw. erhöhte Zellzahlen persistieren über Wochen. Als chronische Veränderungen am Euter sind Verhärtungen oder Abszesse zu betrachten. Diese Fälle treten meistens ohne Allgemeinstörungen auf. Eine Behandlung sollte ausschliesslich nach einer Keimidentifikation ggfs. mit Antibiogramm erfolgen. Es besteht keine unmittelbare Indikation für einen Antibiotikaeinsatz.

³ Übernommen aus: Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen, kleinen Wiederkäuern und Neuweltkameliden. StAR Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. Stand März 2022.

4.2. UNTERTEILUNG DER MASTITIS-ERREGER

Umweltkeime

Die Quelle dieser Keime ist die Umgebung (Stall, Weiden, Futter, Stroh, Kuhmist usw.). Gewisse Umweltkeime können auch normale Besiedler des Darmes oder der Haut/Schleimhaut der Tiere sein. Umweltkeime können unter gewissen Voraussetzungen, vor allem während der Zwischenmelkzeit, ins Euter eindringen, sich dort vermehren und eine Mastitis verursachen.

Faktoren, die eine Mastitis durch Umweltkeime begünstigen

- Ungenügende Hygiene im Stall erhöht den Keimdruck und damit das Risiko einer Infektion des Euters:
 - Abmessungen der Liegeflächen/-boxen sind nicht an die Kühe angepasst was zu vermehrter Verschmutzung der Euter führt und das Risiko für Zitzenverletzungen erhöht.
 - Beengte Verhältnisse und Überbelegung erhöhen den Keimdruck und schwächen das Immunsystem der Kühe.
 - Schlechte Belüftung: Feuchtwarmes Klima begünstigt das Keimwachstum und erhöht somit den Keimdruck.
- Nicht optimal funktionierende Melkanlagen: Insbesondere Vakuumschwankungen, zu hohes Melkvakuum und inkorrekte Puls-Takt Verhältnisse führen zur Überbelastung der Zitzenenden und damit zu einer Beeinträchtigung des Strichkanals als natürliche Barriere.
- Ungenügende Melkarbeit:
 - Fehlendes Vormelken: Keimreiche Milch wird vor weiterer Manipulation der Zitze nicht abgemolken und kann ins Euter gelangen.
 - Unsorgfältige Zitzenreinigung führt zu einem erhöhten Keimdruck in den Melkzeugen und erhöht das Risiko einer Infektion.
 - Ungenügende Anrüstzeit erhöht das Risiko für Blindmelken durch fehlenden Milcheinschuss und führt damit zu einer Beeinträchtigung des Strichkanals.
 - Ansetzen der Melkzeuge mit Lufteinbrüchen: kann zu Vakuumschwankungen und zum sogenannten Rückspray führen.
 - Blindmelken am Ende der Melkzeit wird verursacht durch zu spätes Abhängen und beeinträchtigt die Funktion des Strichkanals.

Richtwert: Restgemelke bis 3 dl sind problemlos tolerierbar!
- Geschwächtes Immunsystem der Tiere: Energiemangel, Selenmangel andere Krankheiten, Stress.

Gruppe der Umweltkeime

Grampositive Bakterien

- Koagulase-negative Staphylokokken (CNS)
- *Streptococcus dysgalactiae**
- *Streptococcus uberis**
- *Enterococcus* species
- *Corynebacterium bovis/mastitidis*
- *Trueperella pyogenes*
- *Peptoniphilus indolicus*
- *Bacillus* species
- Andere grampositive Keime (*Aerococcus*, *Lactococcus*, Viridans-Streptokokken)

Gramnegative Bakterien

- *Escherichia coli*
- *Klebsiella* species
- *Serratia* species
- *Enterobacter* species
- *Citrobacter* species
- *Proteus* species
- Andere gramnegative Keime (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Pasteurella*, *Mannheimia*)

Andere Erreger

- *Prototheca* species
- Hefen

*Diese Keime besitzen Eigenschaften von kuhassoziierten und Umweltkeimen.

Allgemeine Massnahmen bei Umweltkeimen

- Hygiene, Stallklima und Haltungssystem überprüfen
- Melktechnik überprüfen
- Herdengesundheit und Immunsystem der Tiere verbessern
- Bei einer akuten Mastitis mit Fieber sofort den Tierarzt kontaktieren

Haben mehrere Kühe eine erhöhte Zellzahl und wurden fast ausschliesslich Umweltkeime nachgewiesen, sollte der Tierarzt und ggfs. ein Melkberater kontaktiert werden.

Kuhassozierte Erreger

Die Quelle der kuhassozierten Erreger sind infizierte Tiere. Die Erreger sind sehr gut an die Kuh angepasst und können sich z.T. im Euter sehr schnell vermehren. Schon eine kleine Anzahl dieser Erreger kann genügen, um eine Mastitis zu verursachen. Die kuhassozierten Erreger können auch Tiere mit intakten Immunsystemen in einem gesunden Umfeld befallen.

Diese Keime sind ansteckend und haben daher eine hohe Verschleppungsgefahr. Der Tierarzt sollte möglichst schnell kontaktiert werden.

Kuhassozierte Erreger können wie folgt übertragen werden

- Durch die Melkmaschine
- Hände des Melkers
- Rückspray beim Melken
- Stechfliegen
- Aufgrund ungenügender Konzentration des Zitzentauchmittels

Gruppe der kuhassozierten Erreger

- *Staphylococcus aureus*
- *Streptococcus agalactiae*
- *Streptococcus dysgalactiae**
- *Streptococcus uberis* (gewisse Stämme)*
- *Mycoplasma bovis*
- *Mycoplasma species*

*Diese Keime besitzen Eigenschaften von kuhassozierten und Umweltkeimen.

Präventionsansätze und Sofortmassnahmen bei kuhassozierten Erregern

- Tierarzt kontaktieren
- Ganze Herde untersuchen und infizierte Tiere identifizieren. Für eine erfolgreiche Sanierung muss der ganze Bestand betrachtet werden.
- Verschleppungsgefahr minimieren:
 - Verdächtige und positive Tiere am Ende der Melkreihenfolge melken
 - Zugekaufte Tiere vorgängig testen (Einschleppung vermeiden)
 - Melkarbeit optimieren, z.B. Reinigen mit desinfizierenden Tüchern (1 Tuch pro Kuh), Handschuhe tragen, Rückspray durch korrektes Ansetzen der Melkzeuge vermindern.





4.3. KURZPORTRÄTS DER MASTITIS-ERREGER

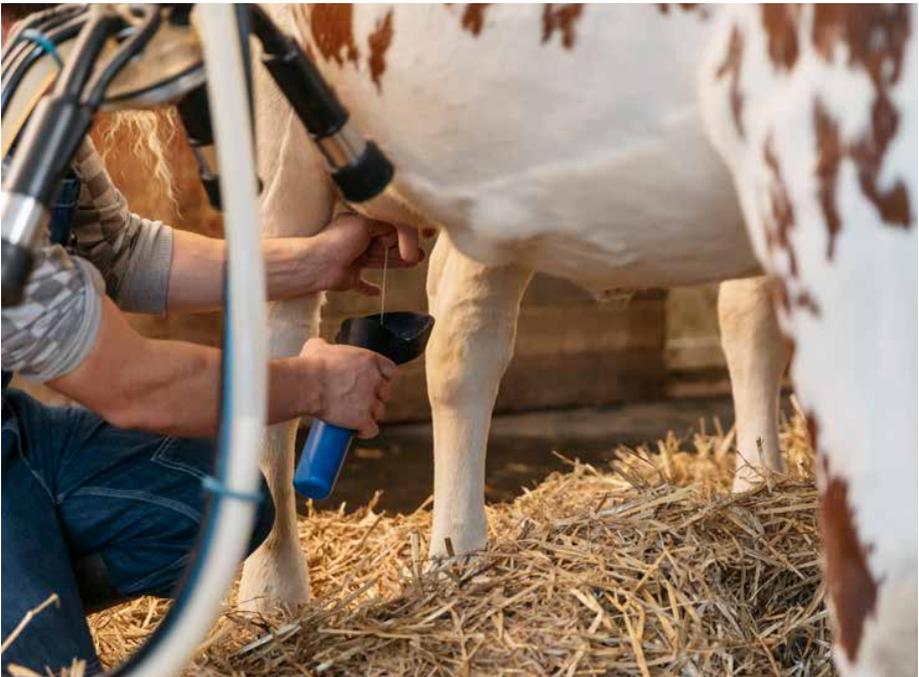
Staphylococcus aureus

- **Kuhassoziiertes Erreger**
- Vorkommen: infiziertes Euter, Euterhaut, beschädigte Hautbereiche, Schleimhaut
- **Hohe Verschleppungsgefahr**, v.a. über Melkzeug und die Hände des Melkers
- Genotypen mit erhöhter Kontagiosität beschrieben (Genotyp B), die häufig Bestandesprobleme verursachen
- Einführung in die Herde durch infizierte Tiere
- Unregelmässige Ausscheidung der Keime: Um eine *Staph. aureus* Infektion mittels bakteriologischer Untersuchung sicher zu diagnostizieren, müssen drei Proben im Abstand von 10–14 Tagen untersucht werden. Da mittels PCR auch abgestorbene und intrazelluläre Bakterien nachgewiesen werden, ist die Empfindlichkeit besser und zwei Untersuchungen im Abstand von 15–30 Tagen werden als ausreichend betrachtet.
- Klinisches Bild: Meistens subklinische, chronische Mastitis, in seltenen Fällen klinische Mastitis möglicherweise mit Festliegen.
- Je jünger die Kuh ist und je früher in der Laktation der Keim erkannt und die Kuh behandelt wird, desto grösser sind die Behandlungserfolge. Mit dem Alter der Kuh nimmt der Behandlungserfolg ab.
- Kann gegen Penicillin resistent sein (in der Schweiz ca. 20% der Isolate).
- Eine bessere bakterielle Heilungsrate kann durch eine Verlängerung der Therapiedauer auf 5 Tage erreicht werden.
- Der Therapieerfolg sollte mit der Analyse einer Milchprobe innerhalb von ca. 2–3 Wochen nach Abschluss der Behandlung kontrolliert werden. Für *Staph. aureus* ist die PCR wegen ihrer höheren Sensitivität die Methode der Wahl⁴.
- Prävention: Verhindern der Einschleppung durch Zukauf oder Alping, strikte Melkhygiene.
- Bestandssanierung: Wichtig ist ein konsequentes Vorgehen mit der Identifikation sämtlicher Trägartiere, strikter Melkreihenfolge und -hygiene, wirksame Behandlung von Trägartieren und Ausmerzungen von nicht behandelbaren Tieren. Eine erfolgreiche Sanierung kann Monate bis Jahre in Anspruch nehmen.

⁴ Übernommen aus: Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen, kleinen Wiederkäuern und Neuweltkameliden. StAR Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. Stand März 2022.

Koagulase-negative Staphylokokken (CNS)

- Bezeichnung in der C16 PCR: *Staphylococcus* species (ohne *S. aureus*)
- **Umweltkeime**
- Vorkommen: gesunde Euterhaut, Haut, Schleimhaut, Stallumgebung
- Wichtigste Vertreter: *S. xylosus*, *S. sciuri*, *S. haemolyticus*, *S. chromogenes*, *S. warneri*
- CNS ist die häufigste Keimgruppe, die in Milchproben gefunden wird. Sie kommen meist nur bei einem deutlichen Befall (++ bis +++) als Verursacher einer Mastitis in Frage. Geringe Erregermengen (+/- bis +) sind als Hinweis auf eine nicht aseptische Probenahme zu werten.
- Häufigster Verursacher von Mastitiden bei erstlaktierenden Kühen anfangs Laktation.
- Klinisches Bild: Mastitis oft subklinisch, mit milder Zellzahlerhöhung oder mild klinisch. Kann in Ausnahmefällen auch zu akuten Mastitiden führen.
- Empfohlene Massnahmen:
 - Augenmerk auf Melkarbeit und Melktechnik (ggfs. Melkmaschine überprüfen lassen)
 - Hygienische Bedingungen im Stall verbessern
 - Beeinträchtigung der Immunabwehr vermeiden (Fütterung, Haltung)
 - Behandlung nur bei Kühen, die mehrmals in Folge Zellzahlen >250 000 Zellen/ml hatten
 - Kühe im letzten Laktationsdrittel mit wirksamem Euterschutz trockenstellen
 - Eine Resistenzprüfung empfiehlt sich aufgrund von ca. 40% Penicillin-resistenten Stämmen



Beta-Lactamase Gen der Staphylokokken

- Der C16 PCR-Test gibt an, ob bei *Staphylococcus aureus* oder *Staphylococcus species* (CNS) das Gen für eine Penicillin-Resistenz (*blaZ*) vorliegt oder nicht.
- Tragen die nachgewiesenen Staphylokokken das Beta-Lactamase Gen, so ist mit einer Resistenz der Bakterien auf die Penicillinase-labilen Penicilline (z.B. Penicillin G, Ampicillin, Amoxicillin) zu rechnen.

Streptococcus agalactiae

- **Kuhassoziierter Erreger**
- Vorkommen: infiziertes Euter
- Wird auch als Erreger der «Gelben Galt» bezeichnet
- **Sehr grosse Übertragungsfähigkeit des Erregers**, kann gravierende Bestandesprobleme verursachen
- Überlebt nur kurze Zeit ausserhalb der Milchdrüse
- Übertragung über Melkmaschinen, Hände des Melkers, saugende Kälber usw.
- Meist subklinische Infektionen mit akuten Episoden
- Gut behandelbar (wenig Penicillin-Resistenzen)
- Der Therapieerfolg sollte mit der Analyse einer Milchprobe innerhalb von ca. 2–3 Wochen nach Abschluss der Behandlung kontrolliert werden.
- In der Schweiz selten geworden

Streptococcus dysgalactiae

- **Umweltkeim, teilweise auch als kuhassoziert eingestuft**
- Vorkommen: Stallumgebung, infiziertes Euter, Zitzenverletzungen
- Kann auch während des Melkens übertragen werden, kann Bestandesprobleme verursachen
- Meist chronische subklinische Mastitis, selten akut
- Gut behandelbar (wenig Penicillin-Resistenzen)

Streptococcus uberis

- **Umweltkeim, auch kuhassozierte, ansteckende Stämme beschrieben**
- Vorkommen: Stallumgebung, Kuhmist, Haut, infiziertes Euter
- Infektionen vor allem in der Trockenstehzeit und Früh lactation
- Meist chronischer subklinischer Verlauf. Typisch ist eine subklinische Mastitis mit wiederkehrenden klinischen Episoden.
- Ist zum Teil schwierig zu therapieren, trotz guter *in vitro* Empfindlichkeit auf Penicillin G. Eine bessere bakterielle Heilungsrate kann durch eine Verlängerung der Therapiedauer auf 5 Tage erreicht werden.
- Therapie bei chronischen Mastitiden oft erfolglos (häufige Rezidive)
- Der Therapieerfolg sollte mit der Analyse einer Milchprobe innerhalb von ca. 2–3 Wochen nach Abschluss der Behandlung kontrolliert werden.

Enterococcus species

- **Umweltkeime**
- Vorkommen: Silage, frisches Pflanzenfutter, Kuhmist
- Wichtigste Vertreter: *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. saccharolyticus*, *E. durans*
- Oft subklinische Mastitis mit deutlicher Zellzahlerhöhung (>500 000 Zellen/ml) und chronischem Verlauf
- Kommt meist im Zusammenhang mit mangelnder Hygiene im Stall vor
- Können Bestandesprobleme verursachen
- Ungünstige Resistenzsituation (nur zu 40% Penicillin-empfindlich)
- Natürlicherweise resistent gegen alle Cephalosporine

Corynebacterium bovis/mastitidis

- **Umweltkeime**
- Vorkommen: Erdboden, als Bestandteil der Flora des Strichkanals
- Meist subklinischer Verlauf mit milden Zellzahlerhöhungen, können ausnahmsweise zu hohen Zellzahlen führen
- Es können häufig Spontanheilungen beobachtet werden

Trueperella pyogenes, Peptoniphilus indolicus

- **Umweltkeime**, kommen in Wundinfektionen, Abszessen, infizierten Eutern und der Umgebung vor
- Vorwiegend chronische Mastitis mit Tendenz zur Abszessbildung
- Oft sind betroffene Viertel nicht mehr zu retten
- Wird auch als **Sommer- oder Weidemastitis** bezeichnet und durch Fliegen direkt von Tier zu Tier übertragen.

Bacillus species

- Wichtigste Vertreter: *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. licheniformis*
- **Umweltkeime**, kommen im Boden, Einstreu und Biertreber vor. Können Sporen bilden und daher in der Umwelt sehr lange überleben.
- Häufig auch Kontaminanten bei der Probenahme
- Meist **akute bis perakute Verläufe mit schwerwiegenden lokalen und systemischen Symptomen**
- Oft sind betroffene Viertel trotz Antibiose nicht mehr zu retten

Mycoplasma bovis

- **Kuhassoziiertes Erreger**
- Vorkommen: oberen Atemwege, Urogenitaltrakt, Verdauungsapparat, infizierte Euter
- **Sehr ansteckend**, Verbreitung während des Melkens
- Gehäuftes Auftreten von klinischen Mastitiden. Euterviertel sind nach dem Melken prall und sehen wie nicht gemolken aus, starker Milchrückgang
- Wächst in der kulturellen Routineuntersuchung nicht und wird deshalb oft übersehen (sehr langsames Wachstum, Nachweis benötigt Spezialnährmedien und dauert 3–14 Tage)
- Kontrolle klinischer Fälle oder der Sammelmilch mittels PCR
- Keine erfolgreiche Therapiemöglichkeit
- In der Schweiz sehr selten

Mycoplasma species (ohne M. bovis)

- **Kuhassoziierte Erreger**
- Vorkommen: obere Atemwege, Urogenitaltrakt, Verdauungsapparat, infizierte Euter
- Wichtigste Vertreter: *M. bovigenitalium*, *M. californicum*, *M. alkalescens*, *M. canadense*, *M. bovirhinis*, *M. dispar*
- Geringes Potential für das Auslösen einer Mastitis
- Die Häufigkeit in der Schweiz ist nicht bekannt, da sehr selten nach *Mycoplasma species* gesucht wird.
- Wächst in der kulturellen Routineuntersuchung nicht und wird deshalb oft übersehen (sehr langsames Wachstum, Nachweis benötigt Spezialnährmedien und dauert 3–14 Tage).
- Wichtig sind saubere Hände, saubere Melkzeuge, Zitzentauchen nach dem Melken
- Keine erfolgreiche Therapiemöglichkeit

Escherichia coli

- **Umweltkeim**, normaler Darmbewohner
- Verbreitet sich in schmutzigen Lägern und nassen, schlammigen Ausläufen und in verschmutztem Wasser.
- **Meist akute Mastitiden**, manchmal mit Festliegen, kann zu klassischen Symptomen eines «Kreuzviertels» führen.

Klebsiella species

- **Umweltkeime**, findet man üblicherweise im Boden
- Klinisch akute und subklinisch chronische Mastitiden
- Kühe mit Klebsiella-Mastitis geben Bakterien durch auslaufende Milch und Mist in die Umgebung ab
- Die Bakterien können Giftstoffe (Toxine) produzieren und ebenfalls zu den klassischen Symptomen eines «Kreuzviertels» führen.

Serratia species

- **Umweltkeime**, findet man üblicherweise im Boden, Pflanzenmaterial inkl. Futter
- In der Regel subklinisch mit chronischem Verlauf, auch perakute Verläufe beschrieben
- Oft schwer therapierbar

Andere coliforme Keime

- Wichtigste Vertreter: *Enterobacter*, *Pantoea*, *Citrobacter*, *Morganella*, *Proteus*, *Providentia*
- **Umweltkeime**
- Meist akute Mastitiden, teilweise auch chronische Verläufe

Pseudomonas species

- Meist *P. aeruginosa*, sehr selten auch andere Spezies
- **Umweltkeime**, Vorkommen in feuchter Umgebung, Restwasser etc.
- Meist subklinische Mastitiden, aber auch akute Verläufe möglich
- **Viele Resistenzen**, Behandlung nur nach Antibiogramm

Pasteurella species

- Meist *P. multocida*, gelegentlich auch andere Spezies
- **Umweltkeime**
- Meist akute Mastitiden mit ausgeprägten systemischen Symptomen, selten auch chronisch Verläufe
- Häufig therapieresistent

Mannheimia haemolytica

- **Umweltkeime**
- Vorkommen häufiger bei Mutterkühen, teilweise zusammen mit *T. pyogenes*
- Meist akute Verläufe
- Behandlung schwierig, häufig Rezidive

Hefen (Sprosspilze)

- **Umweltkeime**, kommen in Einstreu und Biertreber vor
- Infektionen mit Hefen treten vermehrt nach intensivem Antibiotikaeinsatz auf
- Die Verbreitung findet durch Kontakt mit der Umgebung in der Zwischenmelkzeit statt
- Bei einer akuten Mastitis kommt es zur Schwellung des Euterviertels und zu einer Reduktion der Milchleistung
- Das Sekret entweder mit gelben Flocken oder bröckelig gelblich
- Gezielte medikamentöse Therapie ist nicht möglich. Häufiges Ausmelken kann die Spontanheilung unterstützen.

***Prototheca species* (chlorophyllfreie, farblose Algen)**

- **Umweltkeime**, kommen überall vor wo es feucht ist (Kot, Boden, Wassertröge, Futterbarren)
- Gehäuftes Auftreten bei Fütterung von Kartoffeln und Kartoffelprodukten
- Infektion mit intermittierender Ausscheidung
- Akute Mastitis mit Schwellung des Viertels, derbe Konsistenz, wässriges Sekret mit flockigen Beimengungen
- Vereinzelt subklinische und chronische Mastitis möglich
- Da keine Therapeutika zur Verfügung stehen und eine Übertragung auf andere Tiere nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Schlachtung dieser Tiere anzuraten.



5. ABLAUF DER MID-UNTERSUCHUNG

Anforderungen an Probenahme

Für eine optimale Aussagekraft der MID-Untersuchung ist es wichtig, dass eine Kontamination der Milchprobe mit Fremdkeimen aus der Umwelt oder aus Milch von anderen Tieren vermieden wird. Die Entnahme der Milchprobe muss daher unter aseptischen/sterilen und verschleppungsfreien Bedingungen erfolgen. Eine detaillierte Anleitung zur aseptischen Probenahme ist bei Suisselab AG erhältlich und wird jedem Versand von Probenahme-Sets beigelegt.

Das MID Probenahme-Set

Suisselab AG stellt kostenlose Probenahme-Sets zur Verfügung. Ein Set besteht aus 3 Probenröhrchen à 10 ml, 3 Klebeetiketten, einem Auftragsformular und einem vorfrankierten Rückantwortcouvert. Jedem Versand wird eine Anleitung zur aseptischen Probenahme beigelegt. Die Probenahme-Sets können online, telefonisch oder auf dem MID-Auftragsformular bei Suisselab AG bestellt werden. Das MID-Auftragsformular kann zudem online bei Suisselab AG heruntergeladen werden. Die aseptisch gefassten Milchproben werden zusammen mit dem Auftragsformular im Rückantwortcouvert zu Suisselab AG geschickt.

MID Prüfberichte

Die Prüfberichte werden dem Einsender per E-Mail zugestellt. Auf Wunsch schicken wir den Prüfbericht zusätzlich direkt an Ihre Tierärztin oder Ihren Tierarzt. Für die Erstellung eines Antibiogramms ist die Angabe des behandelnden Tierarztes obligatorisch. Die Untersuchungen werden dem Einsender monatlich in Rechnung gestellt.

MID für Zuchtverbands-Mitglieder

Mitgliedern mit einem Gesundheits-Abo werden anhand der Zellzahlen der Milchleistungsprüfung Empfehlungen für zu untersuchende Tiere gemacht. Hierfür können die Proben mit den vom Zuchtverband bereitgestellten, vorausgefüllten Auftragsformularen eingeschickt werden. Mitglieder können MID Probenahme-Sets auch online in BrunaNet, HolsteinVision oder redonline bestellen. Bei Einsendungen von Zuchtverbands-Mitgliedern werden die Resultate zusätzlich zum von Suisselab AG zugestellten Prüfbericht auch in elektronischer Form an den jeweiligen Zuchtverband übermittelt und sind in HolsteinVision, BrunaNet oder redonline einsehbar. Für eine Übermittlung der Resultate an die Zuchtverbände ist die Angabe der Betriebs-TVD-Nummer und der Ohrmarkennummern auf dem Auftragsformular Voraussetzung.



6. INTERPRETATION DER PRÜFBERICHTE

Die Interpretation der Prüfberichte sollte zusammen mit dem Bestandestierarzt gemacht werden. Auf Wunsch verschickt SuisseLab AG eine Kopie des Prüfberichts direkt an Ihre Tierärztin oder Ihren Tierarzt.

Prüfberichte C16 PCR

Proben-ID	Erreger	Quantität	Proportion	Ct Wert
CH 120.xxxx.xxxx.0 Rita 4/4	Staphylococcus sp. (ohne Staph. aureus) Beta-lactamase (Staph.) Str. uberis	++ + +	>90%	28.8 31.0 33.1
CH 120.xxxx.xxxx.4 Elsa VR	Negativ			
CH 120.xxxx.xxxx.1 Nelly HL	Resultat ausstehend			

Tabelle 2: Beispiel eines Prüfberichtes einer C16 PCR (Auszug)

Proben-ID

Ohrmarkennummer und/oder Name des Tieres mit Bezeichnung der Viertel

Erreger

Auflistung der in der Probe gefundenen Erreger (z.B. *Str. uberis*) oder Erregergruppen (z.B. *Staphylococcus* sp.)

Befund «Negativ»: Keiner der im C16 Test enthaltenen Erreger/Erregergruppen konnte nachgewiesen werden. Ist eine Mastitis vorhanden, kann allenfalls ein mit dem C16 Test nicht nachweisbarer Keim verantwortlich sein oder die Entzündung auf einer mechanischen oder chemischen Schädigung des Eutergewebes beruhen.

Befund «Resultat ausstehend»: Die Analyse für diese Probe ist noch nicht abgeschlossen und das Resultat wird in einem späteren Prüfbericht übermittelt. Bei der PCR bedeutet dies i.d.R., dass die Analyse ungültig war und wiederholt werden muss.

Quantität

Die Menge der detektierten Erreger-DNA wird gemäss folgendem Schema angegeben:

- +/- Erreger-DNA in sehr geringer Menge gemessen
- + Erreger-DNA in geringer Menge gemessen
- ++ Erreger-DNA in mittlerer Menge gemessen
- +++ Erreger-DNA in grosser Menge gemessen

Sehr geringe Erregermengen +/- (unterhalb des Grenzwertes für einen positiven Befund) werden nur bei Staphylokokken, Streptokokken und Mykoplasmen auf dem Prüfbericht ausgewiesen. Bei den anderen Erregern werden +/- Resultate nicht als relevant betrachtet und daher nicht ausgewiesen.

Proportion

Bei Befunden mit zwei oder mehreren Keimen wird eine Proportion angegeben, falls einer der Keime mehr als 90% oder 99% der total nachgewiesenen Keime ausmacht. Im Beispiel macht der Erreger *Staphylococcus* sp. über 90% der gesamthaft nachgewiesenen Keime aus.

Ct-Wert

Zyklus-Schwellenwert (*Englisch: Cycle threshold*). Je tiefer der Ct-Wert desto grösser ist die Menge an nachgewiesenen Keimen. Für die Interpretation der MID-Resultate ist der Ct-Wert nicht zwingend erforderlich.



Prüfberichte bakteriologische Untersuchung

Proben-ID	Erreger	Quantität
CH 120.xxxx.xxxx.8 Milka VR	Enterococcus faecalis Staphylococcus xylosus	++ +
CH 120.xxxx.xxxx.2 Aline 4/4	Mischflora	+
CH 120.xxxx.xxxx.5 Ricola VL	Kein Wachstum	
CH 120.xxxx.xxxx.9 Jessica HR, HL	Resultat ausstehend	

Tabelle 3: Beispiel eines Prüfberichtes der bakteriologischen Untersuchung (Auszug)

Proben-ID

Ohrmarkennummer und/oder Name des Tieres mit Bezeichnung der Viertel

Erreger

Auflistung der in der Probe gefundenen Erreger oder Erregergruppen

Befund «Mischflora»: Es sind 3 oder mehr verschiedene Keime gewachsen. Die gewachsenen Keime stellen wahrscheinlich eine Kontamination der Probe bei der Probenahme dar und sind nicht Ursache der Mastitis.

Befund «Kein Wachstum»: Nach 2 Tagen Bebrütung konnte kein relevantes Keimwachstum festgestellt werden.

Befund «Resultat ausstehend»: Die Analyse für diese Probe ist noch nicht abgeschlossen und das Resultat wird in einem späteren Prüfbericht übermittelt.

Quantität

Die Anzahl gewachsener Kolonien wird gemäss folgendem Schema angegeben:

- +/- 1–4 Kolonien
- + 5–30 Kolonien
- ++ 31–100 Kolonien
- +++ >100 Kolonien

Prüfberichte Antibiotogramm

Proben-ID	CH 120.xxxx.xxxx.6 Lerche VL, HL				
Erreger	Staphylococcus aureus				
Antibiotikum	MHK	Interpret.	Antibiotikum	MHK	Interpret.
Cefoxitin-Screen	Neg	-	Tilmicosin	1	S
Benzylpenicillin	<= 0,03	S	Tylosin	<= 1	S
Oxacillin	<= 0,25	S	Clindamycin	<= 0,12	S
Cefalotin	<= 2	S	Tetracycline	<= 1	S
Ceftiofur	1	S	Florfenicol	<= 4	S
Cefquinome	<= 1	S	Trimethoprim/Sulfamethoxazole	<= 10	S
Amikacin	<= 2	S	Nafcillin		S
Gentamicin	<= 0,5	S	Amoxicillin/Clavulanic Acid		S
Kanamycin	<= 4	S	Cloxacillin		S
Neomycin	<= 2	S	Cefalexin		S
Enrofloxacin	<= 0,5	S	Cephapirin		S
Inducible Clindamycin Resistance	Neg	-	Cefoperazone		S
Erythromycin	<= 0,25	S	Lincomycin		S

Tabelle 4: Beispiel eines Prüfberichtes eines Antibiotogramms (Auszug)

Proben-ID

Ohrmarkennummer und/oder Name des Tieres mit Bezeichnung der Viertel

Erreger

Bezeichnung des untersuchten Erregers

Antibiotikum

Getestete oder abgeleitete Wirkstoffe

MHK

Minimale Hemmkonzentration in µg/ml. Entspricht der niedrigsten Konzentration eines Wirkstoffs, welcher das Bakterienwachstum hemmt. Bei Wirkstoffen ohne Angabe einer MHK wurde die Interpretation von einem untersuchten Wirkstoff abgeleitet.

Interpretation

Die MHK werden anhand etablierter Richtlinien (CLSI, EUCAST) interpretiert:

- S** Sensibel (Wirkstoff bei empfohlener Dosierung wirksam)
- I** Intermediär (Wirkstoff ggfs. bei erhöhter Dosierung wirksam)
- R** Resistent (Wirkstoff sowohl bei empfohlener als auch erhöhter Dosierung unwirksam)

7. LITERATURANGABEN

Petra Winter (2009):

Praktischer Leitfaden Mastitis: Vorgehen beim Einzeltier und im Bestand. Parey Verlag.

Volker Krömker (2007):

Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Parey Verlag.

Volker Krömker (2014):

Mykoplasmen im Euter des Rindes. Vorlesungsunterlagen Hochschule Hannover.

Vetsuisse Fakultät/GST/BLV (2016):

Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen, kleinen Wiederkäuern und Neuweltkameliden: StAR Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. Stand März 2022.

Labor Zentral (2021):

Interpretation der Befunde der Mastitisiagnostik. Stand Juni 2021.

Roger Stephan und Sabrina Corti (2019):

Diagnostik-Kompass Mastitis beim Rind. 2. Auflage. Boehringer Ingelheim.

F. Rügsegger, J. Ruf, A. Tschuor, Y. Sigrist, M. Roskopf, M. Hässig (2014):

Antimicrobial susceptibility of mastitis pathogens of dairy cows in Switzerland. Schweizer Archiv für Tierheilkunde.

IDEXX Laboratories (2019):

Mikrobiologie: Leitfaden für die Interpretation der minimalen Hemmkonzentration (MHK). Stand Mai 2019.



Suisselab AG

Schützenstrasse 10
CH-3052 Zollikofen

T +41 31 919 33 66
mid@suisselab.ch
suisselab.ch

Vertriebspartner:

