

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der  
Veterinärmedizin

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinik für Wiederkäuer

(Leiter: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Thomas Wittek, Dipl. ECBHM)

# **Trichophytie bei Rindern – Methoden der Früherkennung im Setting eines Kälbermarktes und ihre Bewertung**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Thiemo Neuhuber

Wien, im Jänner 2022

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Literaturübersicht.....	2
2.1.	Definition und Vorkommen von Rindertrichophytie.....	2
2.2.	Epidemiologie und Bedeutung .....	2
2.3.	Klinische Symptome .....	3
2.4.	Diagnostik.....	4
2.5.	Therapie und Prophylaxe.....	4
3.	Material und Methoden .....	6
3.1.	Tiere und Probennahme .....	6
3.2.	Probenauswertung.....	9
3.2.1.	Trichoskopie .....	9
3.2.2.	Kultur.....	11
3.2.2.1.	Anzucht auf Sabouraud-Glucose-Agar.....	11
3.2.2.2.	Anzucht auf Dermatophyten-Agar.....	12
3.2.3.	PCR und Amplikon-Sequenzierung von präsumtiven Dermatophyten-Kulturen ....	13
3.2.4.	Ausmessen der Läsionsgröße .....	14
4.	Ergebnisse .....	16
4.1.	Ergebnisse der visuellen Untersuchung am Kälbermarkt.....	16
4.1.1.	Lokalisation der Läsionen .....	16
4.1.2.	Rassen .....	16
4.1.3.	Geschlechtsverteilung .....	17
4.1.4.	Größe der Läsionen.....	18
4.1.5.	Jahreszeitlicher Verlauf .....	18
4.1.6.	Positive Fälle nach Alter .....	19
4.2.	Ergebnisse Trichoskopie.....	20
4.3.	Ergebnisse Kultur .....	20

4.4.	Vergleich der Ergebnisse von Trichoskopie und visueller Beurteilung.....	20
4.5.	Vergleich der klinischen Ergebnisse mit den Ergebnissen der Kultur.....	21
4.6.	Vergleich der Ergebnisse der Kultur mit den Ergebnissen der Trichoskopie .....	22
4.7.	Vergleich der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit Überprüfung durch Kultivierung .....	22
5.	Diskussion .....	25
6.	Zusammenfassung .....	31
7.	Summary .....	32
8.	Abkürzungsverzeichnis .....	33
9.	Literaturverzeichnis.....	34
10.	Abbildungsverzeichnis .....	37
11.	Tabellenverzeichnis .....	38

## 1. Einleitung

Tiergesundheit spielt in der Nutztierhaltung eine wichtige Rolle. In den heutzutage üblichen Beständen, mit oft einigen hundert Tieren, ist auf die Krankheitsprophylaxe besonderes Augenmerk zu richten. Ist in einem Bestand eine übertragbare Krankheit ausgebrochen, entstehen dem Landwirt meist deutlich höhere Kosten für die Therapie als eine wirksame Prophylaxe gekostet hätte. Außerdem kann es zu Leistungseinbußen der Tiere und den damit verbundenen finanziellen Verlusten kommen. Auch eine Gefährdung von Menschen durch Zoonosen ist zu bedenken.

Krankheitsvorsorge schließt die Früherkennung von Infektionskrankheiten mit ein. Pilzinfektionen sind häufig und stellen vor allem als Dermatomykosen ein Schadpotential und Risiko dar (Obritzhauser und Behm 2004). Hierzu wird in dieser Studie erstens der Frage nachgegangen, ob es möglich ist, auf Rindermärkten schon bei Anlieferung der Kälber allein durch visuelle Beurteilung bereits Frühstadien einer Infektion mit *Trichophyton verrucosum* mit ausreichender Genauigkeit zu erkennen und betroffene Tiere von der Vermarktung auszuschließen.

Die vorliegende Arbeit basiert auf den Ergebnissen der rein visuellen Beurteilung von Kälbern durch Amtstierärztinnen und Amtstierärzte im Rahmen von Versteigerungen durch Rinderzuchtverbände in der Steiermark. Ziel dieser Diplomarbeit ist es darzustellen, ob die Beurteilung durch Veterinärpersonal ausreichend genau ist, um eine korrekte Vorselektion potenziell erkrankter Tiere durchführen zu können. Weiters wird der Frage nachgegangen, ob rasse- und geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Ausprägung von Dermatomykosen als prädisponierende Faktoren bestehen und somit dem untersuchenden Personal ein besonderes Augenmerk auf diese Faktoren empfohlen werden kann und ob eine Abhängigkeit von saisonalen, insbesondere temperaturabhängigen Einflüssen gegeben ist. Außerdem soll geprüft werden, ob eine zusätzliche mikroskopische Untersuchung eine sichere Differenzierung der makroskopisch erkennbaren Hautveränderungen in ‚infektiöser Genese‘ und ‚andere Ursachen‘ zulässt.

Folgende Hypothesen liegen den Untersuchungen zugrunde und sollen überprüft werden: Dermatomykosen sind in ihrem klinischen Bild von einem geschulten Betrachter mit ausreichender diagnostischer Wertigkeit als solche zu erkennen und von anderen Erkrankungen der Haut oder Verletzungen abzugrenzen. Angenommen wird, dass eine trichoskopische Untersuchung die Richtigkeit der Aussage über das Vorliegen oder den Ausschluss einer Dermatomykose verbessert.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Definition und Vorkommen von Rindertrichophytie

Trichophytie, auch Kälberflechte, Glatzflechte, Teigmaul, Maulgrind oder im Englischen *ringworm* genannt ist eine Dermatomykose der Rinder, von der hauptsächlich Jungrinder unter einem Jahr betroffen sind. Sie tritt meist enzootisch auf und wird in der Regel durch den keratophilen Dermatophyten, *Trichophyton verrucosum* verursacht. Trichophytie besitzt zoonotisches Potential. Zu den besonders gefährdeten Personengruppen zählen Landwirte und Landwirtinnen und deren Familien, veterinärmedizinisches Personal, BesamungstechnikerInnen, KlauenpflegerInnen und generell Menschen mit häufigem Kontakt zu Rindern (Kielstein et al. 1998., Agnetti et al. 2014, Chermette et al. 2008, Nenoff et al. 2012, Obritzhauser und Behm 2004). Als weitere Erreger einer Dermatomykose bei Rindern kommen neben *Trichophyton verrucosum* auch *Trichophyton mentagrophytes*, seltener *Microsporum canis* und *Trichophyton megnini* vor (Agnetti et al. 2014). Trichophytie ist neben der durch Milben verursachten Räude eine der häufigsten und wichtigsten Hauterkrankungen bei heimischen Rindern (Obritzhauser und Behm 2004, Mader 2019). Vorwiegend leiden Kälber und Jungrinder unter einer Infektion mit *Trichophyton verrucosum*, seltener können auch erwachsene Rinder, sofern sie in ihrer Jugend nicht infiziert waren, erkranken (Klee 2016). In den betroffenen Beständen erkranken hauptsächlich die nicht immunen Kälber unter sechs Monaten (71,7 %) (Agnetti et al. 2014). Manche AutorInnen erklären sich die erhöhte juvenile Anfälligkeit, wie sie auch beim Menschen beobachtet wird, mit einem im Vergleich zum adulten Individuum noch nicht so stabil ausgeprägten Säuremantel der Haut bzw. dem Fehlen einer spezifischen Immunität gegen den Pilz (Klee 2016; Hameed et al. 2017).

### 2.2. Epidemiologie und Bedeutung

*Trichophyton verrucosum* ist ein filamentöser Pilz und gehört zu den Ascomyzeten. Er bildet sehr widerstandsfähige Sporen, welche, an keratinhaltiges Material gebunden, Monate bis Jahre lebensfähig bzw. infektiös bleiben (Haab et al. 1994, Hameed et al. 2017, Łagowski et al. 2020, Moreti et al. 1998). Sporen können in der Umwelt bis zu vier Jahre infektiös und lebensfähig bleiben (Agnetti et al. 2014, Haab et al. 1994). Allgemein können Dermatophyten in anthropophil, zoophil und geophil eingeteilt werden. Als zoophiler Einwirtparasit ist *Trichophyton verrucosum* weitgehend an den Parasitismus beim Rind bzw. Wiederkäuer angepasst (Kielstein et al. 1998; Hameed et al. 2017).

Eine Infektion mit *Trichophyton verrucosum* erfolgt meist durch direkten Kontakt von Tier zu Tier oder über Vektoren wie kontaminierte Stalleinrichtung, Stallgeräte oder Insekten und

Ektoparasiten (Hameed et al. 2017, Silver et al. 2008, Haab et al. 1994). Ein Saprophytismus und damit allgegenwärtiges Vorkommen ist *Trichophyton verrucosum* auf Grund seiner spezialisierten Lebensweise nicht möglich. Als Erregerreservoir spielen Erdboden und andere Wirtstiere deshalb keine große Rolle. Gebunden an keratinhaltiges Material wie Haare und Hautschuppen können parasitierende Pilzschuppen jedoch jahrelang überleben und Infektionen hervorrufen (Kielstein et al 1998, Haab et al. 1994). In alten Stallungen und kleinen Rinderbeständen tritt Trichophytie meist im Herbst und Winter als Saisonkrankheit, begünstigt durch feuchtes Klima und mangelhafte Hygiene, auf (Agnetti et al. 2014). Direkter Kontakt von Tier zu Tier in Laufställen, häufiges Umgruppieren und Zukäufe von Tieren verschiedener Herkunftsbetriebe (z.B. Kälber zur Mast) begünstigen ebenfalls eine Infektion mit *Trichophyton verrucosum*. Mangelernährung, unzureichende Hygienebedingungen und Immunsuppression beispielsweise durch Stress oder chronische Krankheiten, beeinflussen ebenfalls die Ausbreitung der Krankheit im Bestand (Agnetti et al. 2014, Lagowski et al. 2020, Haab et al. 1994). Durch intensive Sonneneinstrahlung bzw. durch UV-Strahlung kann die Heilung beschleunigt werden. Eine überstandene Infektion mit *Trichophyton verrucosum* führt bei Rindern zu einer langen Immunität (Kielstein et al. 1998). Über asymptomatisch verlaufende Infektionen mit Dermatophyten wird in der Literatur berichtet (Hameed et al. 2017).

Die Bedeutung einer Infektion mit *Trichophyton verrucosum* liegt neben wirtschaftlichen Verlusten durch geringere Mast- und Milchleistungen, Lederschädigung und geringerem Verkaufswert von erkrankten Tieren hauptsächlich in der Übertragbarkeit auf den Menschen (Zooanthroponose) (Agnetti et al. 2014, Hameed et al. 2017, Obritzhauser und Behm 1994). Besonders gefährdet sind Personen, die häufig mit Rindern in Berührung kommen wie LandwirtInnen, TierärztInnen, Melkpersonal usw. Eine Infektion dieser Berufsgruppen mit *Trichophyton verrucosum* zählt laut AUVA demnach zu den Berufskrankheiten. (AUVA 2014)

### **2.3. Klinische Symptome**

Eintrittspforte für die Sporen sind Mikroläsionen der Epidermis. Nach der Infektion kann es bis zu einem Monat dauern, bis die ersten Effloreszenzen auftreten. Diese präsentieren sich als runde bis ovale, alopetische Areale bis zur Größe eines Geldstückes (etwa 2 - 2,5 cm) mit erythematösem Rand. Juckreiz ist im Allgemeinen nicht vorhanden. Als Prädilektionsstellen gelten der Kopf und der Hals, die betroffenen Stellen sind häufig mit Schuppen oder Borken besetzt. In besonders schweren Fällen kann jedoch auch der gesamte Körper mit den typischen Läsionen übersät sein. Die Effloreszenzen können einzeln oder mehrfach am Körper vorkommen und breiten sich zentrifugal aus. Hierbei können die Läsionen mit benachbarten

Läsionen konfluieren, während es zentral in den Effloreszenzen bereits zur Abheilung mit Neubildung von Haaren kommt (Chermette et al. 2007, Beck 1999, Hameed et al. 2017). Beim Menschen äußert sich das Krankheitsbild in Form von entzündeten, juckenden Flecken oder kreisförmigen Erythemen auf der Haut (meist an Händen oder Unterarmen), die oft in Begleitung mit Fieber und Lymphadenopathie einhergehen (Hameed et al. 2017, Beck 1999). Beim Menschen tritt die Erkrankung als *Tinea barbaris* und *Tinea corporis* auf (Agnetti et al. 2014).

#### **2.4. Diagnostik**

Klinisch vollständig ausgeprägte Infektionen mit *Trichophyton verrucosum* können anhand des charakteristischen klinischen Bildes in der Regel mit hoher Sicherheit diagnostiziert werden. Es kann auch versucht werden, eine Haarprobe der betroffenen Stelle je nach Literatur in 10, 15 oder 20%iger Kalilauge oder in Natronlauge ca. eine Stunde lang zu inkubieren, um das Haar einzuweichen und danach unter dem Mikroskop begutachten zu können (Trichoskopie). Hierbei sollten die für *Trichophyton verrucosum* typischen kettenförmig angeordneten Arthrosporen und auch Arthrosporenmanschetten sowie Chlamydosporen gesichtet werden (Hameed et al. 2017, Agnetti et al. 2014; Pal 2017). Zuverlässiger, aber auch langwieriger, ist die kulturelle Diagnostik in einem Speziallabor. In der Literatur wird das Kultivieren der Proben als Goldstandard der Dermatophyteniagnostik beschrieben (Hameed et al. 2017). Unter der Wood Lampe stellt sich *Trichophyton verrucosum* als negativ dar, sie ist daher zur Diagnostik nicht geeignet.

#### **2.5. Therapie und Prophylaxe**

Die primär geringen wirtschaftlichen Schäden und die Tendenz zur Spontanheilung führen nicht selten zur Unterlassung einer Therapie bei an Trichophytie erkrankten Rindern (Obritzhauser und Behm 2004). Bei sehr starker Ausbreitung von Trichophytie in Rinderbeständen wird jedoch auch von negativen Einflüssen auf das Wachstum der Tiere, die Milchproduktion und Masteigenschaften berichtet (Agnetti et al. 2014). Deshalb und um die Krankheitsdauer zu verkürzen, die Infektion des Menschen mit bleibenden Hautschäden zu verhindern, die Pilze am Tier und das infektiöse Material in deren Umgebung zu vernichten und um die Ausbreitung von Trichophytie im Bestand oder auf andere Herden zu verhindern, sollte die Rindertrichophytie auf jeden Fall therapiert werden (Obritzhauser und Behm 2004, Haab et al. 1994). Zur Bekämpfung der Trichophytie sind drei Schritte notwendig. Zur Prophylaxe sollte der gesamte Bestand vakziniert werden. Bei bereits erfolgtem Ausbruch der

Trichophytie muss die Therapie der betroffenen Tiere lokal und gegebenenfalls auch systemisch mit antimykotischen Arzneimitteln erfolgen. Neben der Behandlung muss die Reinigung und Desinfektion des Stalles unter Einsatz fungizider und sporizider Methoden zum Unschädlichmachen von überlebenden Pilzelementen in der Umwelt durchgeführt werden (Kielstein et al. 1998).

Zur erfolgreichen Therapie sollten Ganzkörper-Sprühbehandlungen mit gut wirksamen Antimykotika wie Imidazolen zum Einsatz kommen. Diese sollten mindestens ein bis zwei Mal in dreitägigen Abständen aufgesprüht werden. Zusätzlich sollte Thiabendazol *per os* über fünf bis zehn Tage in einer Dosierung von 15 - 20 mg/kg Lebendgewicht verabreicht werden. Thiabendazol ist in Österreich bei lebensmittelliefernden Tieren für Rinder und Ziegen zugelassen (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Sinnvoll ist es auch, die infizierten Tiere mit Vitamin A in einer Dosierung von einmal täglich 40.000 I.E. p.o. über 10 - 14 Tage oder einmal wöchentlich über zwei bis drei Wochen mit 300.000 I.E. Vitamin A *parenteral* zu unterstützen. Eine Vakzinierung mit einem Trichophytie-Lebendimpfstoff ist zur Therapie der Trichophytie und zur Metaphylaxe noch nicht erkrankter Tiere in einem infizierten Bestand anzuraten. Bei einer klinischen Erkrankung von mehr als 20 % der Tiere einer Herde ist die Vakzinierung des gesamten Bestandes zu empfehlen (Obritzhauser und Behm 2004; Klee 2016).

Eine wirksame Prophylaxe kann nur durch vorübergehende Isolierung der neu eingestellten Tiere mit einer zwei- bis dreimaligen antimykotischen Behandlung im Abstand von drei Tagen oder durch eine vorbeugende Vakzinierung des gesamten Bestandes erreicht werden. Hierzu sollen Kälber erstmals mit einem Alter von ein bis vier Wochen das erste Mal und zehn bis 14 Tage später noch einmal geimpft werden, damit die Tiere im Alter von sechs bis acht Wochen eine belastungsfähige spezifische Immunität aufweisen. Zukaufstiere sollten in gleicher Weise geimpft werden (Obritzhauser und Behm 2004, Haab et al 1994). Die Immunität hält nach der Vakzinierung mindestens vier bis fünf Jahre an. Als weitere Prophylaxemaßnahmen werden ein Rein-Raus-System mit möglichst kleinen Tiergruppen, das Vermeiden des Putzens infizierter Tiere, die Desinfektion der Schermaschine nach jedem Tier, die Behandlung und Bekämpfung von Ektoparasiten und vor allem das Zurückweisen von offensichtlich erkrankten Tieren beim Kauf empfohlen (Haab et al. 1994). Bei der Desinfektion des Stalles sollten die Decken und Wände gekalkt werden oder mit 1%igem Chlorkalk, 5%igem Natriumhypochlorid und alkalischer Formalinlösung (2%ige Formaldehydlösung mit 1%iger Natronlauge) in einer Dosierung von einem Liter pro m<sup>2</sup> benetzt werden. Die Gerätschaften können neben den bereits erwähnten Desinfektionsmaßnahmen auch mit anderen gängigen Desinfektionsmitteln (z.B. Hexaquart 0,5%ig) desinfiziert werden (Obritzhauser und Behm 2004)

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Tiere und Probennahme

Im Zeitraum März 2020 bis März 2021 wurden 20.259 Kälber unter sechs Monaten auf den Kälbermärkten der Rinderzucht Steiermark eG Greinbach und Traboch aufgetrieben und 166 Proben von insgesamt 161 Kälbern mit Hautläsionen gewonnen. Dies entspricht einer Frequenz von 0,79 % aller aufgetriebenen Kälber. Die untersuchten Kälber waren am Tag der Probennahme im Durchschnitt 95 Tage alt (Standardabweichung 59,1 Tage) und größtenteils Kälber der Rasse Fleckvieh (FV) (79,5 %). Weiters wurden noch Kreuzungskälber der Rassen Fleckvieh x Limousin (LIM) (5,6 %), Fleckvieh x Weißblauer Belgier (WBB) (8,7 %) und 6,2 % Kälber anderer Rassen beprobt. Von den, zum Verkauf ausgerufenen Tieren waren 80,14 % aller Kälber männlich, wobei nur zwei Drittel aller beprobten Kälber männlich war. Die Kälber stammen aus Herkunftsbetrieben mit sechs bis 186 Tieren.

Bei der Anlieferung wurden alle Tiere vom zuständigen Veterinärpersonal erfasst und auf klinische Anzeichen einer Infektion mit *Trichophyton verrucosum* untersucht (Abb.1). Im Rahmen dieser visuellen Beurteilung wurden die Läsionen in die Kategorien 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) (Abb.2), 2 (Trichophytie möglich) (Abb.3) und 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) (Abb.4) eingeteilt, zur Dokumentation fotografiert und ein oberflächliches Hautgeschabsel und Haarprobe der betroffenen Stelle genommen. Die Proben wurden in einem Briefkuvert aus Papier verpackt und am selben Tag per Botendienst (MedLog) an die Veterinärmedizinische Universität Wien versandt, wo sie normalerweise am nächsten Tag eintrafen und ausgewertet werden konnten.



Abb. 1 Untersuchung und Probennahme am Kälbermarkt



Abb. 2 Kalb mit einer als Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingestuften Läsion am linken Ohr



Abb. 3 Kalb mit einer als Kategorie 2 (Trichophytie möglich) eingestuften Läsion am Kopf



Abb. 4 Kalb mit einer als Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) eingestuften Läsion im Nackenbereich

### 3.2. Probenauswertung

Um *Trichophyton verrucosum* nachweisen zu können, wurden bei diesem Projekt mehrere Verfahren angewendet. Ein Teil des angelieferten Probenmaterials jeder Einzelprobe wurde in 15%iger Kalilauge inkubiert und unter dem Mikroskop untersucht. Weiters kamen etwa 15 bis 20 Haare auf eine spezielle Dermatophyten-Agarplatte und eine Sabouraud-Glucose-Agarplatte, um *Trichophyton verrucosum* zu kultivieren. Bei einem vermuteten Anwachsen von *Trichophyton verrucosum*-Kulturen auf den Agarplatten, wurde von diesen eine PCR durchgeführt und bei einem positiven Ergebnis zum Sequenzieren geschickt.

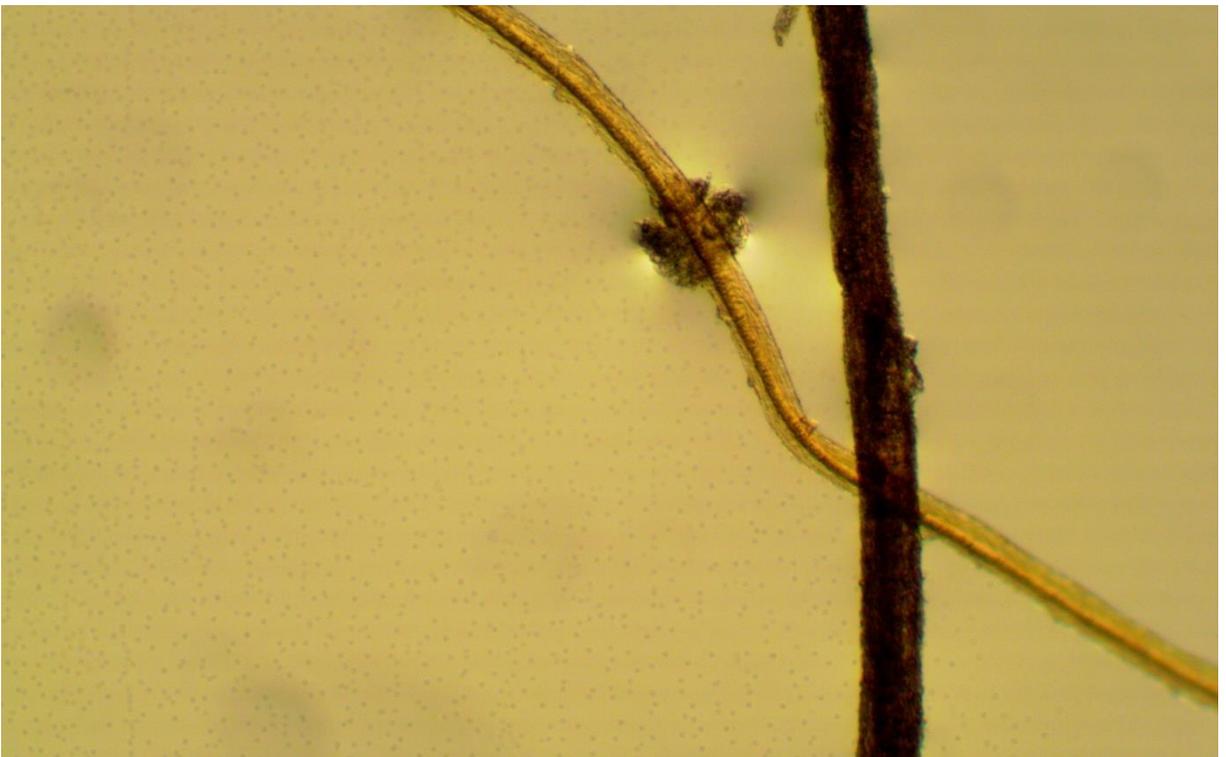
#### 3.2.1. Trichoskopie

Direkt nach Erhalt der Proben wurden einige Haare mit einer abgeflammt Pinzette in eine kleine Petrischale gegeben und mit 15%iger KOH übergossen. Nach 45 bis 60 Minuten Inkubation bei Raumtemperatur waren die Haare so weit mazeriert, dass die Haare transparent wurden und die für *Trichophyton verrucosum* typischen Chlamydosporen (Abb.5), aufgrund ihrer stärkeren Lichtbrechung, auf bzw. in den Haaren unter dem Mikroskop gesucht werden konnten. Auch Arthrosporen und Arthrosporenmanschetten (Abb.6) sprechen für eine Besiedelung mit einem Pilz.

Bei schwarzen Haaren war das Auflösen in 15%iger KOH nicht möglich (Abb.7). Deshalb wurde versucht, ob das Inkubieren von schwarzen Haaren in 30%iger KOH bessere Ergebnisse liefert. Aber auch mit der erhöhten KOH-Konzentration konnten keine besseren Ergebnisse erzielt werden. Somit konnte bei schwarzen Haaren keine Diagnose unter dem Mikroskop gestellt werden.



*Abb. 5 Chlamydosporen*



*Abb. 6 Arthrosporenmanschette*

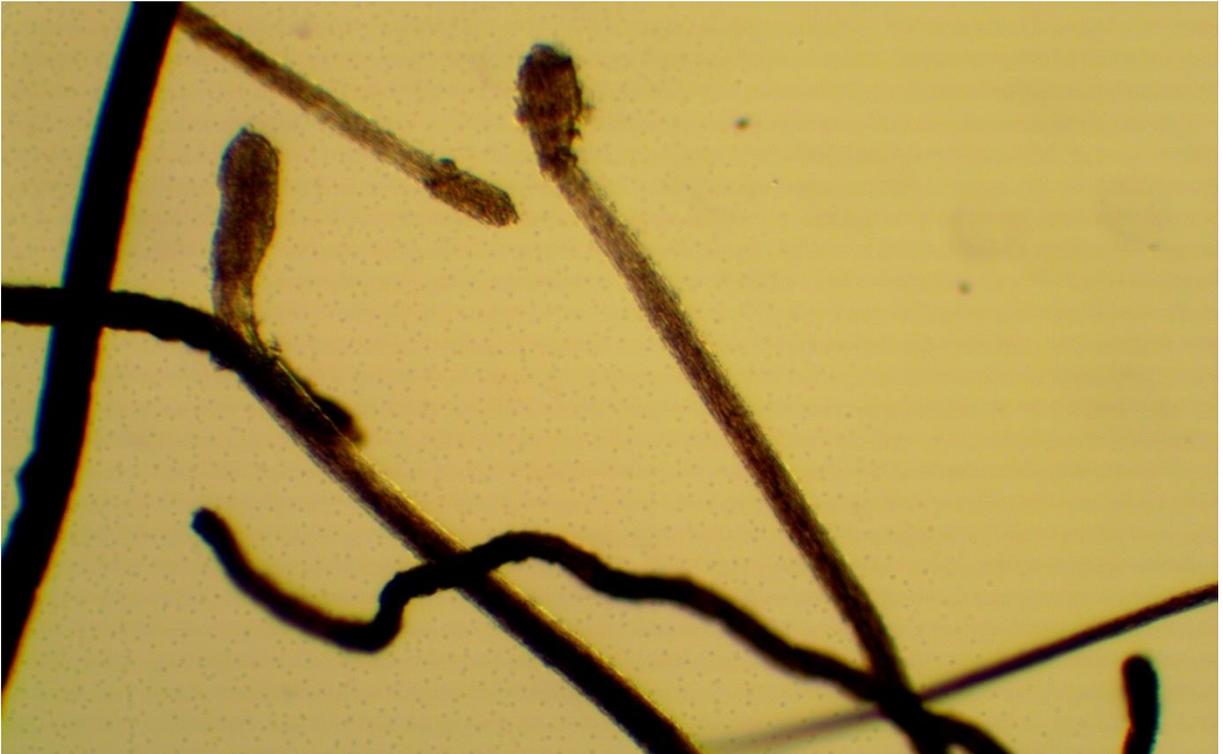


Abb. 7 nicht beurteilbare schwarze Haare

### 3.2.2. Kultur

#### 3.2.2.1. Anzucht auf Sabouraud-Glucose-Agar

Zum Isolieren und Anzüchten von Pilzen (Dermatophyten, Hefen und Schimmelpilzen) aus klinischen Proben wird Sabouraud-Glucose-Agar verwendet. Ursprünglich wurde Sabouraud-Glucose-Agar zur ausschließlichen Kultivierung von Dermatophyten eingesetzt. Mittlerweile wird dieser Agar jedoch nicht nur zur Anzucht und Isolierung von Dermatophyten, sondern für alle Pilze herangezogen. Als Quelle für stickstoffhaltige Wachstumsfaktoren dienen die im Sabouraud-Glucose-Agar enthaltenen Peptone aus tierischem Eiweiß. Der im Agar enthaltene hohe Glucose-Gehalt begünstigt das Wachstum von Pilzen. Auch der niedrige pH-Wert stellt für viele Pilze optimale Wachstumsbedingungen dar, nicht jedoch für viele Bakterien (<https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8625>). Um eine weitere selektive bakteriostatische Wirkung zu erreichen, können dem Agar Antibiotika beigemischt werden. Für das Kultivieren der Proben wurde in diesem Versuch Sabouraud-Glucose-Agar mit Gentamicin und Chloramphenicol der Firma BD verwendet. Gentamicin wirkt hemmend auf Bakterien, ohne dass das Pilzwachstum beeinträchtigt wird. Chloramphenicol ist ein Breitband-Antibiotikum mit hemmender Wirkung auf viele grampositive und gramnegative Bakterien sowie einige

pathogene Pilze. Verwendet wird dieses Medium bei klinischen Proben, die in Verdacht stehen bakteriell kontaminiert zu sein (<https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8625>). Das Sabouraud-Glucose-Agarmedium mit Gentamicin und Chloramphenicol der Firma BD beinhaltet pro Liter 5,0 g Pankreatisch-abgebautes Casein, 5,0 g Peptisch-abgebautes Tiergewebe, 40,0 g Glucose, 15,0 g Agar, 0,04 g Gentamicin, 0,4 g Chloramphenicol und weist einen pH-Wert von  $5,6 \pm 0,2$  auf. Zur Anzucht von Dermatophyten bzw. filamentösen Pilzen wird eine Inkubationstemperatur von 25 - 30 °C für 1-2 Wochen empfohlen. *Trichophyton verrucosum* benötigt jedoch meist eine drei-wöchige Inkubationsdauer, um ausreichendes Wachstum zu produzieren (<https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8625>).

Zur Kultivierung der eingesandten Proben wurden etwa 15 bis 20 Haare mit einer abgeflamten Pinzette auf eine Sabouraud-Glucose-Agarplatte mit Gentamicin und Chloramphenicol gelegt, und mit einer abgeflamten Öse festgedrückt und ausgestrichen. Diese Platten wurden etwa drei Wochen bei 28°C im Brutschrank inkubiert. Auf Grund starker Kontamination der Agarplatten mit schnellwachsenden Schimmelpilzen, mussten diese Agarplatten jedoch meist schon nach einer Woche entsorgt werden.

Bei Anwachsen einer verwertbaren Dermatophytenkultur auf den Sabouraud-Glucose-Agarplatte mit Gentamicin und Chloramphenicol wurde von diesen Kulturen mit einer abgeflamten Öse ein Stück entnommen und auf eine neue Sabouraud-Glucose-Agarplatte mit Gentamicin und Chloramphenicol übertragen, um eine Reinkultur zu erhalten.

### **3.2.2.2. Anzucht auf Dermatophyten-Agar**

Bei der Anzucht der Proben wurden zusätzlich zu den Sabouraud-Glucose-Agarplatten mit Gentamicin und Chloramphenicol auch vom Institut für Mikrobiologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien selbst hergestellte Dermatophyten-Agarplatten verwendet. Diese Platten basieren auf einem Agar der Firma BD (pro Liter 10 g Papain-abgebautes Sojabohnenmehl, 10 g Dextrose, 0,2 g Phenolrot, 0,5 g Cycloheximid und 20 g Agar) wovon 40,5 g in einem Liter Wasser gelöst und danach bei 121 °C für 15 Minuten autoklaviert wurden. Nach dem Autoklavieren wurden bei rund 50 °C noch 0,2 mg Thiamin und 50 mg Inositol hinzugegeben.

Auf diesen Dermatophyten-Agarplatten wurden genauso wie bei den Sabouraud-Glucose-Agarplatten mit Gentamicin und Chloramphenicol etwa 15 bis 20 Haare mit einer abgeflamten Pinzette aufgetragen und mit einer abgeflamten Öse angedrückt und ausgestrichen. Diese Platten wurden ebenso drei Wochen im Brutschrank bei 28 °C inkubiert, wobei eine Überwucherung mit schnellwachsenden Pilzen seltener zu beobachten war als bei

Kulturen auf Sabouraud-Glucose-Agarplatten mit Gentamicin und Chloramphenicol. Nach Anwachsen einer Dermatophytenkultur wurde mit einer sterilen Öse ein Stück dieser Kultur gewonnen und auf eine neue Dermatophyten-Agarplatte aufgetragen, um eine Reinkultur zu erhalten.

### **3.2.3. PCR und Amplikon-Sequenzierung von präsumtiven Dermatophyten-Kulturen**

Zur Identifizierung der gewonnenen Reinkulturen wurde eine pilzgenerische PCR zur Amplifikation der Internal-Transcribed-Spacer-Region (ITS1-5.8S-ITS2) mit anschließender Amplikon-Sequenzierung durchgeführt.

Vorher wurde von etwas Koloniematerial genomische DNA mithilfe des *GenElute Mammalian Genomic DNA Miniprep* Kits (Sigma) extrahiert. Hierbei wurde nach Herstellerangaben vorgegangen. Mit einer sterilen Öse wurde von einer Pilzkultur ein circa 0,5 x 0,5 x 0,5 cm großes Stück entnommen und in ein Reaktionsgefäß überführt. In dieses wurden 180 µl Lyse-Lösung T (B6678) und danach 20 µl Proteinase K-Lösung (P2308) hinzu pipettiert und gevortext. Anschließend wurden die Proben in einem Thermoblock bei 55 °C so lange inkubiert, bis die Pilzprobe komplett aufgelöst war – meist nach etwa zwei bis vier Stunden. Danach wurde die Probe nochmals vorsichtig gevortext. Nach diesen Schritten wurden 200 µl Lyse-Lösung C (B8803) zugegeben, 15 Sekunden vorsichtig gevortext und für 10 Minuten bei 70 °C inkubiert. Zur Vorbereitung der DNA-bindenden Filtereinheit wurde diese in ein Sammelgefäß verbracht, 500 µl Filter-Aufbereitungslösung (C2112) hinzugefügt, für eine Minute bei 12000 x g zentrifugiert und das Zentrifugat verworfen. Zu den bereits lysierten Proben wurde 200 µl Ethanol (absolut) pipettiert, für fünf bis zehn Sekunden gevortext und das Gemisch in die vorbereitete Filtereinheit überführt. Nach dem Zentrifugieren bei 12000 x g für eine Minute wurde das Zentrifugat mit dem Sammelgefäß verworfen und die Filtereinheit in ein neues Sammelgefäß verbracht. Anschließend wurde die Filtereinheit durch Zugabe von 500 µl Waschlösung (B6553) und Zentrifugieren bei 12000 x g für eine Minute gewaschen. Das Zentrifugat wurde verworfen und der Waschschrift wiederholt. Um Restbestände der Waschlösung zu entfernen wurde die Filtereinheit nach dem 2. Waschschrift ein weiteres Mal bei gleicher Drehzahl für eine Minute zentrifugiert. Die Filtereinheit wurde anschließend in ein neues Sammelgefäß überführt und die gebundene DNA durch Zugabe von 200 µl Elutionslösung (B6803) für fünf Minuten bei Raumtemperatur vom Filter gelöst und schließlich durch Zentrifugieren bei 12000 x g für eine Minute gewonnen (Sigma-Aldrich Co. LLC. 2017).

Für die PCR wurden anschließend 2,5 µl extrahierte DNA mit 22,5 µl Mastermix in einem 0,2 ml Mikroreaktionsgefäß unter einer Lamina vermischt. Der Mastermix für einen 25 µl Ansatz bestand hierbei aus 12 µl *OneTaq® Quick-Load® 2X Master Mix with Standard Buffer Polymerase* der Firma NEB, jeweils 1,25 µl Vorwärts- und Rückwärts-Primer der Firma Life Technologies (Verdünnung 10 pmol/µl) und 8,25 µl Aqua dest. Für die PCR wurden die Proben gemeinsam mit einer Positiv- (Pilz-DNA) und Negativkontrolle (Aqua dest.) in einen Nexus Mastercycler (Fa. Eppendorf) verbracht und die Zielsequenz nachfolgenden PCR-Protokoll amplifiziert: 95°C 10 Minuten, 35 Zyklen mit 95°C 30 Sekunden, 55°C 30 Sekunden, 72°C 1,5 Minuten und abschließend 72°C 1 Minute. Nach Abschluss der PCR wurden die PCR-Produkte gelelektrophoretisch aufgetrennt und mittels Ethidiumbromid-Färbung visualisiert. Anschließend wurden die Amplikons mithilfe des *GeneJet PCR Purification Kits* der Firma Thermo Scientific nach Herstellerangaben aufgereinigt, mit Vorwärts- oder Rückwärts-Primer versetzt und zur Sequenzierung an die Firma LGC Genomics, Berlin, versandt. Die ermittelten Sequenzfolgen wurden schließlich mit GenBank-Einträgen über den *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST)-Algorithmus verglichen (<https://blast.ncbi.nih.gov/Blast.cgi>) und dabei artdiagnostisch identifiziert.

#### **3.2.4. Ausmessen der Läsionsgröße**

Bei der Untersuchung der Tiere am Kälbermarkt wurde jede beprobte Läsion mit ein bis zwei Fotos dokumentiert. Um die richtige Größe der veränderten Stellen abschätzen zu können wurde in der Nähe der Veränderung ein Maßband so positioniert, dass es mitfotografiert werden konnte. Diese Fotos wurden anschließend mit der Bildvermessungssoftware IC Measure (Version 2.0.0.245) am Computer vermessen (<https://www.theimagingsource.de/>). Hierzu wurde am fotografierten Maßband der Maßstab übernommen und danach die Fläche der Läsion in cm<sup>2</sup> ausgemessen.



Abb. 8 Vermessen der Läsionsgröße mittels Bildvermessungssoftware

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Ergebnisse der visuellen Untersuchung am Kälbermarkt

Im Zeitraum 24. März 2020 bis 9. März 2021 wurden insgesamt 166 Proben von 161 Kälbern zur Untersuchung eingesandt. Diese 161 Kälber wiesen alopetische Areale mit Verdacht auf *Trichophyton verrucosum* auf und wurden nach rein visueller Untersuchung in drei Kategorien eingeteilt: 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich), 2 (Trichophytie möglich) und 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich). Eine Probe wurde klinisch nicht bewertet und scheint daher hier unter dem Namen „nicht bewertet“ auf. In Tabelle 1 werden die Ergebnisse der visuellen Beurteilung am Kälbermarkt dargestellt.

Tab. 1 Einteilung der Proben in die verschiedenen Kategorien nach der visuellen Beurteilung am Kälbermarkt

Kategorie	Anzahl	%
Trichophytie sehr wahrscheinlich	47	28,31 %
Trichophytie möglich	54	32,53 %
Trichophytie wenig wahrscheinlich	64	38,55 %
Nicht beurteilt	1	0,60 %

#### 4.1.1. Lokalisation der Läsionen

Tabelle 2 zeigt die Lokalisation der durch Dermatophyten verursachten Läsionen an den Tieren.

Tab. 2 Lokalisation der durch Dermatophyten verursachten Läsionen an den Tieren

Lokalisation	Anzahl	%
Kopf	22	62,86 %
Schwanzansatz	9	25,71 %
Hals	1	2,86 %
andere Stellen	3	8,57 %

#### 4.1.2. Rassen

Tabelle 3 stellt die Aufteilung der aufgetriebenen Rassen auf den Kälbermärkten Greinbach und Traboch dar. In Tabelle 4 werden die Erkrankungen mit Dermatophyten vergleichend zur Rasse dargestellt. Da zu wenige Tiere der Kreuzungsrassen FV+LIM und FV+WBB

aufgetrieben wurden, werden in Tabelle 5 alle Fleckviehtiere mit Tieren aller anderen Rassen und Kreuzungen verglichen.

Tab. 3 Aufgetriebene Rassen auf den Kälbermärkten im Untersuchungszeitraum

Rassen	Traboch	Greinbach	Mittelwert
Fleckvieh	67 %	78 %	72,5 %
Fleischrassen und deren Kreuzungen	25 %	20 %	22,5 %
Milchrassen	8 %	2 %	5 %

Tab. 4 Erkrankungen in Abhängigkeit zur Rasse – Vergleich der einzelnen Rassen bzw. Kreuzungen

Rasse	Anzahl	%	Anzahl positiv	% positiv
FV	128	79,5 %	29	22,66 %
FV+LIM	9	5,59 %	1	11,11 %
FV+WBB	14	8,7 %	2	14,29 %
Andere	10	6,21 %	3	30 %

Tab. 5 Erkrankungen in Abhängigkeit zur Rasse – Vergleich von Fleckviehkälbern mit allen anderen positiv getesteten Kälbern

Rasse	Anzahl	%	Anzahl positiv	% positiv
FV	128	79,5 %	29	22,66 %
andere Kälber	33	20,5 %	6	18,2 %

#### 4.1.3. Geschlechtsverteilung

Auf den Kälbermärkten wurden im Untersuchungszeitraum 80,14 % (16236) männliche und 19,86 % (4023) weibliche Tiere aufgetrieben. In Tabelle 6 ist das Geschlechtsverhältnis der 161 untersuchten Tiere und die Verteilung der Geschlechter bei den in der Kultur als positiv bewerteten Tiere dargestellt. In dieser Studie wurde festgestellt, dass in etwa ein Fünftel der männlichen und weiblichen Tiere mit einem Pilz infiziert waren.

Tab 6 Erkrankung in Abhängigkeit zum Geschlecht

	Gesamt	gesamt %	positiv	positiv %
Männlich	108	67,08 %	25	23 %
Weiblich	53	32,92 %	10	19 %

#### 4.1.4. Größe der Läsionen

Tabelle 7 stellt die durchschnittlichen Größen der ausgemessenen Läsionen am Tier und die Standardabweichungen dar. Bei Kälbern mit mehr als einer alopetischen Stelle wurde die Gesamtläsionsgröße zur Berechnung verwendet.

Tab 7 durchschnittliche Größen und Standardabweichungen der ausgemessenen Läsionen nach Kategorien und nach positiver und negativer Kultur aufgeschlüsselt

	durchschnittliche Größe	Standardabweichung
Trichophytie sehr wahrscheinlich	8,95 cm <sup>2</sup> (0,17 cm <sup>2</sup> – 73,27 cm <sup>2</sup> )	17,39 cm <sup>2</sup>
Trichophytie möglich	7,94 cm <sup>2</sup> (0,37 cm <sup>2</sup> – 99,27 cm <sup>2</sup> )	16,81 cm <sup>2</sup>
Trichophytie wenig wahrscheinlich	18,64 cm <sup>2</sup> (0,08 cm <sup>2</sup> – 116,19 cm <sup>2</sup> )	22,28 cm <sup>2</sup>
Proben in Kultur positiv	9,36 cm <sup>2</sup> (0,17 cm <sup>2</sup> – 73,27 cm <sup>2</sup> )	20,11 cm <sup>2</sup>
Proben in Kultur negativ	12,97 cm <sup>2</sup> (0,08 cm <sup>2</sup> – 116,19 cm <sup>2</sup> )	19,53 cm <sup>2</sup>

#### 4.1.5. Jahreszeitlicher Verlauf

Festgestellt wurde, dass im Juli 2020 nur zwei und im August 2020 keine positiven Fälle auftraten. In den anderen Monaten konnten meist drei bis fünf Proben mit Dermatophyten isoliert werden. Im Jänner, Februar und März 2021 wurden jedoch auch nur ein bis zwei positive Fälle festgestellt obwohl in diesen Monaten lediglich Proben der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingesandt wurden.

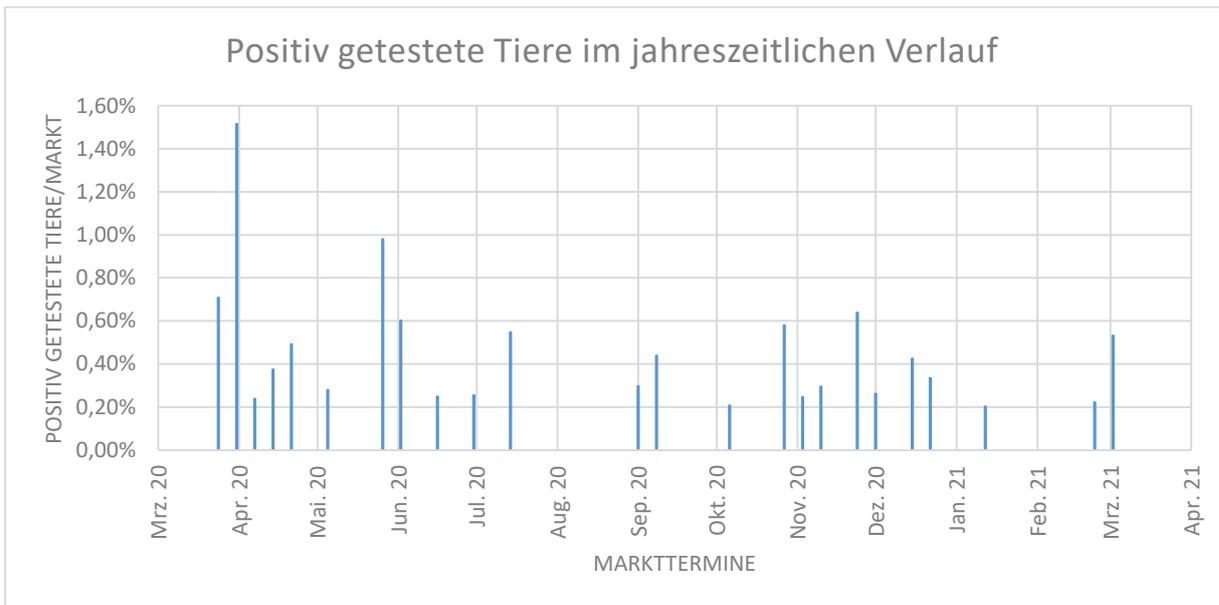


Abb. 9 Anzahl der positiv getesteten Tiere (in %) aller aufgetriebenen Tiere pro Markttermin im jahreszeitlichen Verlauf

#### 4.1.6. Positive Fälle nach Alter

Ein Anwachsen von Dermatophyten auf Nährböden konnte bei Kälbern ab einem Alter von fünf Wochen bis zu einem Alter von 40 Wochen festgestellt werden, wobei das jüngste getestete Kalb 20 Tage und das älteste beprobte Tier 484 Tage alt war. Es wurden 160 Tiere in die statistische Auswertung miteinbezogen. Abbildung 10 zeigt die Verteilung des Lebensalters der Tiere zum Zeitpunkt der Vermarktung und den Anteil der an Dermatophyten erkrankten Kälber in Abhängigkeit vom Alter in Wochen. Es lag kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Auftreten der Trichophytie vor.

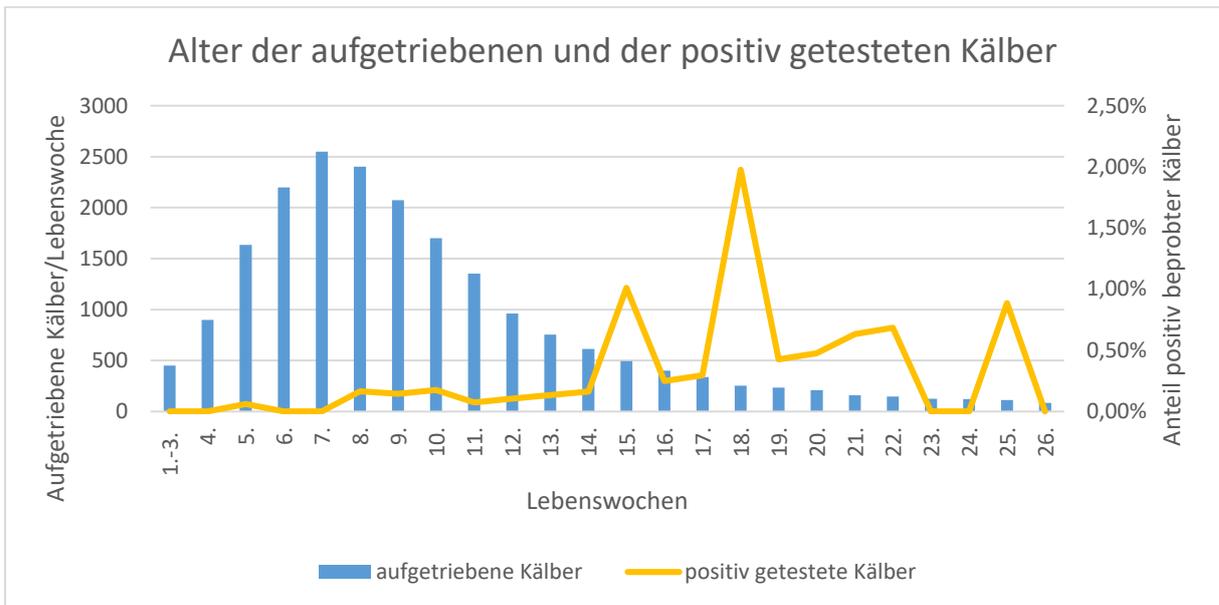


Abb. 10 Lebensalter der Tiere bei der Vermarktung und Anteil positiv getesteter Tiere bezogen auf die Gesamtzahl der aufgetriebenen Kälber

#### 4.2. Ergebnisse Trichoskopie

Es wurden 151 von 166 Proben mittels Trichoskopie untersucht. 15 von 166 Proben konnten nicht mikroskopiert werden, da entweder zu wenig Probenmaterial für eine Untersuchung oder schwarze Haare eingesandt wurden, die nicht verwertet werden konnten. Beim Mikroskopieren der eingesendeten Materialien wurden bei 81 Proben Pilzbestandteile von Dermatophyten (Chlamydosporen, Arthrosporen, Arthrosporenmanschetten) festgestellt und diese damit als positiv bewertet.

#### 4.3. Ergebnisse Kultur

Von 166 Proben konnten bei 36 Proben (21,69 %) präsumtiv Dermatophyten angezchtet werden. Durch PCR mit anschließender Sequenzierung wurden die Kulturen bei 27 Proben (75 %) als *Trichophyton verrucosum*, bei acht Proben (22,22 %) als *Trichophyton mentagrophytes* und bei einer Probe (2,78 %) als *Microsporum canis* identifiziert.

#### 4.4. Vergleich der Ergebnisse von Trichoskopie und visueller Beurteilung

In Tabelle 8 werden die Ergebnisse von visueller Begutachtung (Klinik) und Trichoskopie vergleichend dargestellt und die Übereinstimmung der beiden Methoden berechnet. Die Trichoskopie der Proben stimmt zu etwa der Hälfte aller Fälle (48,19 %) mit der Einteilung des Veterinärpersonals überein. Die für die Tierärztinnen und Tierärzte als unsicher in die

Kategorie 2 (Trichophytie möglich) eingeteilten Proben konnten bei dieser Gegenüberstellung nicht verglichen werden.

Tab. 8 Übereinstimmung visuelle Begutachtung der Tiere am Kälbermarkt (Klinik) mit der Trichoskopie

	Klinik	Trichosko- pie	Klinik und Trichoskopie übereinstimmend	Klinik und Trichoskopie nicht übereinstimmend
positiv	47	81	30 (18,07 %)	8 (4,82 %)
negativ	64	70	50 (30,12 %)	10 (6,02 %)
Nicht beurteilt	1	15	-	-
unsicher	54	-	-	-
Gesamt	166	166	80 (48,19 %)	18 (10,84 %)

#### 4.5. Vergleich der klinischen Ergebnisse mit den Ergebnissen der Kultur

Tabelle 9 stellt die Ergebnisse und die Übereinstimmung der klinischen Untersuchung am Kälbermarkt im Vergleich zur Kultur dar.

Tab. 9 Überprüfung der bei der visuellen Beurteilung in die verschiedenen Kategorien eingeteilten Proben mittels Kultur und PCR

	Klinische Bewertung	Positive Kultur	Übereinstimmung Klinik und Kultur in %
Trichophytie sehr wahrscheinlich	47	33	70,21 %
Trichophytie möglich	54	2	3,7 %
Trichophytie wenig wahrscheinlich	64	0	100 %
„nicht bewertet“	1	1	-

Um errechnen zu können, wie viele Proben bei der visuellen Untersuchung am Kälbermarkt mit den Ergebnissen der Kultur übereinstimmten und somit richtig beurteilt wurden, wurden die 33 in der Kultur positiven Proben der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) mit den 64 in der Kultur negativen Proben der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) addiert und ein Prozentsatz aus der Gesamtanzahl der beprobten Tiere errechnet. Das Veterinärpersonal bewertete 58,43 % aller Proben richtig bzw. gleich wie die Kultur. Nicht bzw.

falsch beurteilt wurden 41,57 %. Diese Zahl beinhaltet zur Gänze die weder als richtig noch als falsch zu wertenden Proben der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) und die einzelne nicht bewertete Probe. Sie errechnet sich somit aus der Summe der in der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) anders als die Kultur bewerteten Proben, der nicht beurteilten Probe und den Proben der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) dividiert durch die Anzahl aller Proben

#### 4.6. Vergleich der Ergebnisse der Kultur mit den Ergebnissen der Trichoskopie

In Tabelle 10 werden die Ergebnisse von Trichoskopie und Kultur im Vergleich dargestellt. Übereinstimmend mit den Proben der Kultur waren 54,82 % aller Proben der Trichoskopie. Bei den 45,18 % nicht übereinstimmenden Proben sind jedoch auch 9,04 % nicht mittels Trichoskopie beurteilbare Proben. Von den 15 nicht beurteilten Proben der Trichoskopie waren fünf Proben in der anschließenden Kultur positiv.

Tab. 10 Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von Trichoskopie und Kultur

	Trichoskopie	Kultur	Trichoskopie und Kultur übereinstimmend	Trichoskopie und Kultur nicht übereinstimmend
positiv	81	36	26 (15,66 %)	55 (33,13 %)
negativ	70	130	65 (39,16 %)	5 (3,01 %)
nicht beurteilt	15	-	-	15 (9,04 %)
Gesamt	166	166	91 (54,82 %)	75 (45,18 %)

#### 4.7. Vergleich der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit Überprüfung durch Kultivierung

Um die Sensitivität und Spezifität der visuellen Beurteilung durch das Veterinärpersonal und der Trichoskopie errechnen zu können, wurden in dieser Studie Kulturen der Proben angelegt und bei Anwachsen von Pilzen diese Ergebnisse mittels PCR verifiziert. In Tabelle 11 werden die Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie verglichen und durch Kultivierung auf Agar überprüft.

Tab. 11 Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie im Vergleich und Überprüfung mittels Kultur. Richtig/falsch positiv und richtig/falsch negativ bezieht sich auf die Ergebnisse der Kultur.

	Visuelle Beurteilung	Trichoskopie
richtig positiv	33 (19,88 %)	26 (15,66 %)
richtig negativ	64 (38,55 %)	65 (39,16 %)
falsch positiv	14 (8,43 %)	55 (33,13 %)
falsch negativ	-	5 (3,01 %)
nicht beurteilt/Kategorie 2	55 (33,13 %)	15 (9,04 %)
Sensitivität	100 %	83,87 %
Positiv prädiktiver Wert	70,21 %	32,10 %

Nachfolgend werden die Ergebnisse, bezogen auf die Kultur, von visueller Beurteilung und Trichoskopie der verschiedenen Kategorien ebenfalls vergleichend dargestellt. Tabelle 12 stellt die Ergebnisse der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) dar. Die Sensitivität des Veterinärpersonals beträgt in dieser Kategorie 100 % mit einem positiven prädiktiven Wert von 70,21 %. Bei der Trichoskopie beträgt die Sensitivität in dieser Kategorie 82,14 %. Der positive prädiktive Wert beträgt hier 76,67 %.

Tab. 12 Kategorie 1 (Trichophytie wahrscheinlich): Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung

	Visuelle Beurteilung	Trichoskopie
richtig positiv	33 (70,21 %)	23 (60,53 %)
richtig negativ	-	3 (7,89 %)
falsch positiv	14 (29,79 %)	7 (18,42 %)
falsch negativ	-	5 (13,16 %)
nicht beurteilbar		9
Sensitivität	100 %	82,14 %
Positiver prädiktiver Wert	70,21 %	76,67 %

Die Kategorie 2 (Trichophytie möglich) kann mangels Festlegung der Tierärztinnen und Tierärzte am Kälbermarkt, ob die Tiere an Trichophytie erkrankt sind oder nicht, nicht zur Berechnung von Sensitivität oder Spezifität herangezogen werden. Hierzu müsste bei der

visuellen Beurteilung diese Kategorie entweder der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) oder der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) zugeordnet werden. Tabelle 13 stellt daher hauptsächlich die Ergebnisse der Trichoskopie von Kategorie 2 (Trichophytie möglich) dar.

*Tab. 13 Kategorie 2 (Trichophytie möglich): Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung*

	Visuelle Beurteilung	Trichoskopie
richtig positiv	-	2 (3,85 %)
richtig negativ	-	12 (23,08 %)
falsch positiv	-	38 (73,08 %)
falsch negativ	-	-
nicht beurteilbar		2

In Tabelle 14 werden die Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) in Bezug auf die Kultur verglichen und die Spezifität und der negativ prädiktive Wert berechnet.

*Tab. 14 Vergleichende Darstellung der Ergebnisse der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung*

	Visuelle Beurteilung	Trichoskopie
richtig positiv	-	-
richtig negativ	64 (100,0 %)	50 (83,33 %)
falsch positiv	-	10 (16,67 %)
falsch negativ	-	-
nicht beurteilbar		4
Spezifität	100 %	83,33 %
Negativer prädiktiver Wert	100 %	100 %

## 5. Diskussion

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um einerseits die Qualität der rein klinischen Selektion von Tieren durch tierärztliches Personal bei der Untersuchung auf Dermatophyten festzustellen und prädisponierende Faktoren zu detektieren, die die Auswahl erkrankter Individuen erleichtern könnten. Andererseits sollte ein einfaches apparatives Verfahren, wie es die Trichoskopie darstellt, in seiner Aussagekraft evaluiert werden, damit eine rasche Diagnosefindung ermöglicht und die Verbreitung von Dermatophytosen bei Kälbern über den Nutztiermarkt verhindert werden kann. Der gängigen klinischen Praxis entsprechend wurden durch Anzucht der bei Kälberversteigerungen entnommenen Proben auf Kulturmedien die makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungsergebnisse überprüft. Die Kultur als Methode des Dermatophyten-Nachweises trägt den Nachteil der langen Dauer bis zum Vorliegen eines Resultates, sie kann drei bis vier Wochen in Anspruch nehmen. Dennoch wurde dieses Verfahren in dieser Studie aufgrund der leichten Verfügbarkeit als Referenzmethode gewählt, entsprechend der Vorgangsweise in der kommerziellen Labordiagnostik für Dermatophyten. Bei positiver Kultur wurde anschließend eine PCR mit Amplikonsequenzierung zur Identifizierung des Erregers durchgeführt. Analysenfehler durch Kontamination der verwendeten Kulturmedien mit anderen, im Gegensatz zu Dermatophyten schnell wachsenden Pilzen, wurden durch den Einsatz zweier verschiedener Agarplatten und durch Selektion und Weiterzüchtung von Reinkulturen versucht hintanzuhalten.

Bei 70,21 % der bei der visuellen Untersuchung in die Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingeteilten Tiere, konnte der Verdacht einer Infektion mit Rindertrichophytie im Labor mittels Kultur und PCR bestätigt werden. In der Literatur wird von 71,7 % Erkennung bei der alleinigen klinischen Untersuchung berichtet (Agnetti et al. 2014). Bei Läsionen, die bei der Untersuchung der Kälber in die Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) eingeteilt wurden und nicht typisch nach einer Dermatophyteninfektion aussahen, konnte mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit (in dieser Studie 100 %) eine Dermatophytose ausgeschlossen werden. Auch Tiere der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) waren zu 96,3 % nicht mit einem Dermatophyten infiziert. Geht man davon aus, dass auch die Tiere der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) der Gruppe der nicht-infizierten Rinder zugeschlagen worden wären, hätten rund 90 % der Tiere eine richtige Zuordnung erfahren.

Beinahe 63 % der durch Dermatophyten verursachten Läsionen traten, wie in der Literatur beschrieben, am Kopf der untersuchten Tiere auf (Beck 1999).

In Bezug auf rasseabhängige erhöhte Anfälligkeit oder größere Resistenz gegenüber Dermatophyten konnte in der dieser Studie keine eindeutige Tendenz gefunden werden. Es

waren von den auf den Kälbermärkten in Traboch und Greinbach aufgetriebenen Kälbern 72,5 % der Rasse Fleckvieh zuzuordnen, es wurden aber mit 79,5 % tendenziell mehr Tiere dieser Rasse selektiert. Bei den anderen Rassen wurden weniger (20,5 %) Tiere aussortiert als in relativen Zahlen angeliefert wurden (27,5 %). Den Ergebnissen zufolge wären nur 11,11 % FV x LIM und 14,29 % FV x WBB, aber 30 % Kälber der restlichen Rassen und 22,66 % der Fleckviehkälber von Dermatophytose betroffen. Bei Betrachtung der absoluten Zahlen ist aber erkennbar, dass diese Daten auf Grund zu weniger Individuen bei den Kreuzungskälbern nicht aussagekräftig sind. Werden die positiv getesteten Fleckviehkälber mit allen anderen erkrankten Kälbern verglichen, so sieht man, dass auch hier etwa ein Fünftel der Tiere positiv auf Dermatophyten getestet wurde. Demnach liegt kein oder nur ein geringer Zusammenhang zwischen Rasse der Tiere und einer Infektion vor. Es bringt daher keinen Vorteil, bei der Untersuchung der Kälber eine höhere Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Rasse zu richten. Das Verhältnis zwischen Geschlecht und einer Dermatophytose liegt bei männlichen (23 %) und bei weiblichen Tieren (19 %) jeweils bei etwa einem Fünftel der untersuchten Tiere. Ein Zusammenhang zwischen Geschlecht und Infektion bzw. einer Präferenz von *Trichophyton verrucosum* für ein bestimmtes Geschlecht konnte in dieser Studie nicht erkannt werden. Es liegt demnach auch kein Grund vor, bei der Untersuchung Augenmerk auf ein bestimmtes Geschlecht zu legen.

Die durchschnittliche Läsionsgröße bei Tieren mit positiver Kultur betrug  $9,36 \text{ cm}^2$  (Standardabweichung  $20,11 \text{ cm}^2$ ), bei Tieren mit negativer Kultur  $12,97 \text{ cm}^2$  (Standardabweichung  $19,53 \text{ cm}^2$ ). Da positive Kulturen im Durchschnitt eher von kleineren Läsionen stammen, müssten die Läsionsgrößen der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) tendenziell kleiner als die Größen der Läsionen der anderen Kategorien sein, um von der Läsionsgröße auf eine Erkrankung mit einem Dermatophyten schließen zu können. Es wurde jedoch festgestellt, dass die durchschnittlichen Läsionsgrößen der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) mit  $7,94 \text{ cm}^2$  (Standardabweichung  $16,81 \text{ cm}^2$ ) deutlich kleiner sind als die der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) mit  $8,95 \text{ cm}^2$  (Standardabweichung  $17,39 \text{ cm}^2$ ). Die durchschnittlichen Größen der Hautveränderungen der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) waren mit  $18,64 \text{ cm}^2$  (Standardabweichung  $22,28 \text{ cm}^2$ ) deutlich größer als die der anderen beiden Kategorien.

Aufgrund der hohen Standardabweichungen ist die Streuung der einzelnen Messergebnisse um die durchschnittliche Läsionsgröße in allen Kategorien sehr groß. Man kann daher die Größen der Läsionen als Mittel zur Diagnostik nicht einsetzen.

Im jahreszeitlichen Verlauf konnte auf Grund zu weniger Daten kein eindeutiger Trend festgestellt werden. Zwar wurden in den Sommermonaten, wie in der Literatur berichtet, weniger bis keine positiven Proben detektiert, jedoch sind diese Werte nicht aussagekräftig da pro Monat maximal fünf positive Proben diagnostiziert wurden.

Eine relative Häufung von positiv getesteten Tieren konnte in der 15. (1,01 % aller Tiere dieses Alters) und in der 18. Lebenswoche (1,98 %) festgestellt werden. In den Wochen davor und danach ist eine ähnliche Häufung nicht zu erkennen. Zu erwarten wäre, dass es in der zeitlichen Umgebung der Peaks in der 15. und 18. Lebenswoche zu einem kontinuierlichen Ansteigen und Abfallen der Dermatophytosefälle kommen sollte. Außerdem ist die Absolutzahl von je fünf erkrankten Kälbern in diesem Alter eventuell auch von anderen Einflussgrößen abhängig, wie zum Beispiel der Anlieferung von einem einzelnen infizierten Betrieb oder dem Umstand, dass der Kälbermarkt nur alle zwei Wochen stattfindet und das Vermarktungsalter dadurch einige Tage variieren kann. Kälber könnten so auch der Lebenswoche davor oder danach zufallen, was den Peak abflachen würde. Daher erscheint die Aussagekraft dieser Ergebnisse gering. und aus Sicht dieser Studie zufällig. Ein Zusammenhang zwischen Alter und Infektion mit einem Dermatophyten konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden.

Im Rahmen dieser Studie wurde bei den vom Veterinärpersonal nach rein makroskopischen Kriterien selektieren Proben zur weiteren Beurteilung eine mikroskopische Untersuchung durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Trichoskopie als alleiniges Mittel zur Diagnostik einer Dermatophytose aber auch zur Verifizierung eines Infektionsverdachtetes ungeeignet ist, da gegenüber der visuellen Beurteilung mehr Proben falsch positiv bewertet wurden und auch falsch negative Befundungen erfolgten. Bei einer Sensitivität von 83,87 % und einem positiven prädiktiven Wert von 32,10 % (das sind die tatsächlich Erkrankten dieser Gruppe) würden zum einen viele von einem Dermatophyten infizierte Tiere nicht von der Vermarktung ausgeschlossen werden, zum anderen würden sogar noch mehr gesunde Tiere fälschlicherweise als krank eingestuft und dann vom Verkauf zurückgewiesen werden. Illustriert wird dies durch folgende Überlegungen:

Ergänzt man die klinische Untersuchung der in die Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingeordneten Proben mit einer Sensitivität von 100 % und einem positiven prädiktiven Wert von 70,21 % um eine mikroskopische Begutachtung, so würde die Sensitivität auf 82,14 % sinken aber der positiv prädiktive Wert auf 76,67 % steigen. Dies bedeutet, dass bei der reinen visuellen Begutachtung keine erkrankten Tiere dieser Kategorie übersehen, aber auch nicht mit Dermatophyten infizierte Tiere als krank eingestuft werden. Durch eine zusätzliche Trichoskopie der Proben dieser Kategorie würden zwar weniger gesunde Tiere als

krank fehldiagnostiziert, jedoch werden im Gegensatz zur klinischen Untersuchung infizierte Tiere nicht als solche erkannt und zur Vermarktung zugelassen. Das heißt, mit einer rein visuellen Beurteilung durch Tierärztinnen und Tierärzte wurden in dieser Studie weniger erkrankte Tiere übersehen als durch die mikroskopische Untersuchung. Für in die Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingeteilte Tiere bringt eine zusätzliche Trichoskopie daher keine Verbesserung des Ergebnisses, im Gegenteil.

Die in Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) eingeordneten Proben wurden bei der visuellen Beurteilung als negativ suspiziert. Tatsächlich ergab der kulturelle Nachweis mit anschließender molekulargenetischer Artdiagnose hier keine einzige positive Probe und somit eine Sensibilität und einen negativ prädiktiven Wert von 100 %. Die Trichoskopie lieferte bei der alleinigen Betrachtung dieser Kategorie jedoch nur eine Spezifität von 83,33 % und einen negativen prädiktiven Wert von 100 %. Das heißt, es werden bei der visuellen Untersuchung alle gesunden Tiere richtig als gesund erkannt. Die Trichoskopie hingegen hätte gesunde Tiere fälschlicherweise als krank eingestuft und von der Vermarktung ausgeschlossen. Eine zusätzliche Trichoskopie von Proben dieser Kategorie bringt demnach ebenfalls keine Verbesserung und sollte daher auch nicht durchgeführt werden.

In der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) brachte die Kultur nur in zwei von 54 Fällen ein positives Ergebnis. Mikroskopiert man die Proben dieser Gruppe, ergibt sich eine Sensitivität von 100 % und ein positiver prädiktiver Wert von 5 %. Das bedeutet, dass die zwei positiven Proben in der vorliegenden Studie zwar richtig erkannt wurden aber nur 5 % aller in diese Kategorie eingeordneten Tiere auch wirklich an einer Dermatophytose litten.

Ausgehend von diesem Ergebnis stellt sich die Frage, wie mit in diese Kategorie eingeordneten Tieren verfahren wird. Ist es vernünftiger die Kategorie 2 (Trichophytie möglich) der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) zuzuordnen oder sollten diese Tiere eher gemeinsam mit der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) der Vermarktung zugeführt werden?

Die Zuordnung der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) zur Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) würde die Sensitivität der visuellen Beurteilung durch das Veterinärpersonal von 100 % nicht verändern. Der positiv prädiktive Wert würde sich jedoch von 70,21 % auf 34,65 % verschlechtern. Dies würde bedeuten, dass zwar alle erkrankten Tiere sicher erkannt werden, jedoch werden durch den positiven prädiktiven Wert von 34,65 % sehr viele Tiere fälschlicherweise als infiziert eingestuft und dadurch von der Vermarktung ausgeschlossen. Im Rahmen dieser Studie wären bei solch einer Kombination 101 Tiere vom Veterinärpersonal nicht der Vermarktung zugeführt worden, obwohl nur 35 dieser Tiere tatsächlich an

Trichophytie erkrankt waren. Die Sensitivität der Trichoskopie würde bei einer Kombination dieser beiden Kategorien von 82,14 % in der Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) auf 59,52 % und der positive prädiktive Wert würde von 76,67 % auf 35,71 % sinken. Auch eine zusätzliche Trichoskopie dieser Proben würde demnach keine verbesserten Ergebnisse liefern.

Bei der Zuordnung der Tiere aus Kategorie 2 (Trichophytie möglich) zur Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) würde sich die Spezifität der visuellen Beurteilung von 100 % in der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) nicht ändern. Der negativ prädiktive Wert würde sich jedoch von 100 % auf 98,31 % geringfügig verschlechtern. Die Spezifität der Trichoskopie von 83,33 % in der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) würde sich durch eine Kombination dieser Kategorien auf 56,37 % deutlich verschlechtern. Der negativ prädiktive Wert der Trichoskopie würde jedoch mit 100 % gleichbleiben. Bei dieser Methode würden die Tierärztinnen und Tierärzte im Rahmen der visuellen Untersuchung am Kälbermarkt mit einer Spezifität von 100 % alle nicht erkrankten Tiere erkennen, jedoch auch einige kranke Tiere als gesund einstufen. In dieser Studie wären somit zwei kranke Tiere als gesund eingestuft und zur Vermarktung zugelassen worden. Die Trichoskopie zur Überprüfung der als gesund bewerteten Tiere würde zwar einen negativ prädiktiven Wert von 100 % ergeben und daher alle gesunden Tiere erkennen. Durch die Spezifität von 56,37 % würden jedoch auch 48 von 118 gesunden Tieren in dieser Kategorie fälschlicherweise als krank eingestuft. Daher sollte auch hier auf eine zusätzliche Trichoskopie verzichtet werden.

Es zeigt sich also auch bei der Zuordnung der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) zu einer der anderen beiden Kategorien eine deutliche Überlegenheit der klinischen Beurteilung gegenüber der Trichoskopie. Eine Kombination beider Methoden bringt in Bezug auf die einzelnen Kategorien keine Verbesserung.

In Bezug auf die Diagnosequalität der Trichoskopie kommt erschwerend hinzu, dass auch der Anteil an mikroskopisch nicht auswertbaren Proben mit 9,04 % relativ hoch war. Dies liegt zum einen an zu wenig eingesandtem Probenmaterial, welches nur für die Kultur reichte, und andererseits an schwarzen Haaren, die sich sogar mit 30%iger KOH anstatt der sonst verwendeten 15%igen KOH nicht auflösen ließen. Hier liegt die Vermutung nahe, dass die höhere Pigmentierung dieser Haare keine ausreichende Mazeration zulässt. Dieser Umstand sollte daher bei der Probengewinnung unbedingt berücksichtigt werden und daher sollten keine Proben von schwarzen Haaren zum Mikroskopieren verwendet werden.

Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen: Die visuelle Beurteilung durch das Veterinärpersonal oder ausreichend geschulte Personen stellt die schnellste und

kostengünstigste Methode zur relativ sicheren Erkennung einer Dermatophytose bei Kälbern dar. Tiere, bei denen Trichophytie möglich ist und die im Rahmen dieser Studie der Kategorie 2 (Trichophytie möglich) zugeordnet worden wären, sollten bei der Eingangsuntersuchung zur Vermarktung zugelassen werden, da wenige nicht als infiziert erkannte Tiere einen geringeren wirtschaftlichen Schaden verursachen als der fehldiagnostizierte Ausschluss von gesunden Tieren von der Vermarktung. Ein Ausschluss von eigentlich gesunden Tieren würde für die Besitzerinnen und Besitzer der Tiere nicht nur Mehrkosten für die Haltung und Fütterung der zurückgewiesenen Tiere bedeuten, sondern auch Ausgaben für eine eigentlich nicht notwendige Therapie nach sich ziehen. Nach Beendigung der Behandlung kämen vermutlich nochmals Abschläge auf den Preis bei der Vermarktung des Tieres, da auf Grund des höheren Alters und Gewichts verglichen mit den anderen Tieren des Marktes die Einkäufer durch solche Tiere keine homogenen Gruppen bilden können.

Prädisponierende Faktoren in Bezug auf Tieralter, Geschlecht und Rasse bestehen keine und eine eindeutige jahreszeitliche Zuordnung konnte im Rahmen dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Zur sicheren Diagnostik von *Trichophyton verrucosum* bzw. generell einer Dermatophytose bei Rindern ist eine Kombination aus klinischer Diagnostik und Kultivierung mit molekulargenetischer Artdiagnose zu empfehlen.

## **6. Zusammenfassung**

In dieser Studie wurde zum einen die Qualität der klinischen Selektion von Tieren durch Tierärztinnen und Tierärzte am Kälbermarkt bei der Untersuchung auf Dermatophyten überprüft und zum anderen sollten prädisponierende Faktoren detektiert werden, die die Absonderung erkrankter Individuen vor dem Verkauf erleichtern könnten. Weiters wurde versucht, eine einfache apparative Untersuchungstechnik, wie sie die Trichoskopie darstellt, in ihrer Aussagekraft zu evaluieren, damit eine raschere Diagnostik ermöglicht wird und die Verbreitung von Dermatophyten bei Kälbern über den Nutztiermarkt verhindert werden kann. Überprüft wurden die Ergebnisse der klinischen und mikroskopischen Untersuchung, der gängigen klinischen Praxis entsprechend, durch Anzucht auf Kulturmedien.

Hierzu wurden im Untersuchungszeitraum die auf die Kälbermärkte aufgetriebenen Tiere vom Veterinärpersonal nach makroskopischen Kriterien selektiert und Proben zur weiteren mikroskopischen und kulturellen Beurteilung an die Veterinärmedizinische Universität Wien gesandt. Dabei wurde festgestellt, dass die Trichoskopie als alleiniges Mittel zur Diagnostik einer Dermatophytose aber auch zur Verifizierung eines Infektionsverdacht es ungeeignet ist, da sie gegenüber der visuellen Beurteilung mehr Proben als falsch positiv bewertet und auch falsch negative Befundungen erfolgen. Die alleinige visuelle Beurteilung stellt in diesem Fall die schnellste und vermutlich kostengünstigste Methode zur relativ sicheren Erkennung von Trichophytie bei Kälbern dar.

Prädisponierende Faktoren in Bezug auf Tieralter, Geschlecht und Rasse konnten keine festgestellt werden. Eine jahreszeitliche Häufung von Dermatophyten konnte im Rahmen dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Läsionsgrößen spielen nur eine eingeschränkte Rolle.

## **7. Summary**

In this study, on the one hand, the quality of the clinical selection of animals by veterinarians at a calf market when examining for dermatophytes was evaluated and, on the other hand, predisposing factors were to be detected that could facilitate separation and isolation of diseased individuals before sale. Furthermore, an attempt was made to evaluate the informative value of a simple apparatus-based examination technique, such as trichoscopy, so that faster diagnosis is possible and the spread of dermatophytes in calves via the livestock market can be prevented. The results of the clinical and microscopic examination were checked, in accordance with current clinical practice, by cultivation on culture media.

For this purpose, during the study period, the animals brought to the calf markets were selected by the veterinary staff according to macroscopic criteria and samples were sent to the University of Veterinary Medicine, Vienna, for further microscopic and cultural examination. It was found that trichoscopy is unsuitable as sole method for diagnosing dermatophytosis, but also inappropriate for verifying suspicious cases of infection, since, compared to visual assessment, more samples were evaluated as false positive and false negative results were also obtained. In these cases, visual assessment alone is probably the fastest and most cost-effective method for a relatively reliable diagnosis of ringworm in calves.

No predisposing factors related to animal age, sex and breed could be identified. A seasonal accumulation of dermatophytoses could not be demonstrated in this study. Lesion sizes only play a limited role.

## 8. Abkürzungsverzeichnis

- FV Fleckvieh
- LIM Limousin
- WBB Weißblaue Belgier

## 9. Literaturverzeichnis

Agnetti F, Righi C, Scoccia E, Felici A, Crotti S, Moretta I, Moretti A, Maresca C, Troiani L, Papini M. 2014. *Trichophyton verrucosum* infection in cattle farms of Umbria (Central Italy) and transmission to humans. *Mycoses* 57:400–405.

AUVA. <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.541831&version=1587108317> (Zugriff 27.04.2021)

Beck W. 1999. Landwirtschaftliche Nutztiere als Vektoren von parasitären Epizoonoseerregern und zoophilen Dermatophyten. *Hautarzt* 50:621-628.

Becton Dickinson GmbH. <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8625> (Zugriff 15.11.2021)

Cabañes FJ. 2000. Dermatophytes in domestic animals. *Revista Iberoamericana de Micología* 699:104-108.

Chermette R, Ferreiro L, Guillot J. 2008. Dermatophytoses in animals. *Mycopathologia* 166:385–405.

Gnat S, Łagowski D, Nowakiewicz A, Trościańczyk A, Zięba P. 2018. Infection of *Trichophyton verrucosum* in cattle breeders, Poland: A 40-year retrospective study on the genomic variability of strains. *Mycoses* 61:681–690.

Guo Y, Ge S, Luo H, Rehman A, Li Y, He S. 2020. Occurrence of *Trichophyton verrucosum* in cattle in the Ningxia Hui autonomous region, China. *BMC Veterinary Research*, 16(187):1-9.

Haab C, Bertschinger HU, von Rotz A. 1994. Epidemiologie der Trichophytie beim Mastkalb im Hinblick auf die Verhütung von Leberschäden. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 136(6-7):217-226.

Hameed K, Riaz Ch F, Nawaz MA, Naqvi SMS, Gräser Y, Kupsch C, Pasquetti M, Rossi L, Molinar Min AR, Tizzani P, Chiavassa E, Peano A. 2017. *Trichophyton verrucosum* infection in livestock in the Chitral district of Pakistan. *The Journal of Infection in Developing Countries* 11(4):326-333.

Kielstein P, Wolf H, Gräser Y, Buzina W, Blanz E. 1998. Zur Variabilität von *Trichophyton verrucosum*-Isolaten aus Impfbeständen mit Rindertrichophytie. *Mycosis*, 41 (Suppl.2):58-64.

Klee W. 2016. <http://www.rinderskript.net/skripten/b1-1.html> (Zugriff 27.04.2021)

Łagowski D, Gnat S, Nowakiewicz A, Osinska M, Trościańczyk A, Zieba P. 2020. Dermatophytosis with concurrent *Trichophyton verrucosum* and *T. benhamiae* in calves after long-term transport. *Veterinary Dermatology* 31:414-e111.

Mader C. 2019. <https://tirol.lko.at/k%C3%A4lberflechte-der-rinder-eine-gefahr-f%C3%BCr-mensch-und-tier+2500+2966620> (Zugriff 08.06.2021)

Moreti A, Boncio L, Pasquali P, Piergili Fioreti D. 1998. Epidemiological aspects of dermatophyte infections in horses and cattle. *Journal of Veterinary Medicine B(45)*:205-208.

Nenoff P, Handrick W, Krüger C, Vissienon T, Wichmann K, Gräser Y, Tchernev G. 2012. Dermatomykosen durch Haus- und Nutztiere. Vernachlässigte Infektionen? *Hautarzt* 63:848-858.

Obritzhauser W, Behm D. 2004. Programm zur Bekämpfung von Parasitosen und der Trichophytie in der österreichischen Rinderhaltung zur Verbesserung des Gesundheitszustandes der Rinderbestände einschließlich der Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Qualität der Produkte. Amtliche Veterinärnachrichten des Bundesministeriums für Gesundheit und Frauen Nr. 10a/2004, 6-11.

Pal M. 2017. Dermatophytosis in an adult cattle due to *Trichophyton verrucosum*. *Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science*, Volume 1(1):1-3

Sigma-Aldrich Co. LLC. 2017. GenElute™ Mammalian Genomic DNA Miniprep Kit. User Guide, 4-7

Silver S, Vinh DC, Embil JM. 2008. The man who got too close to his cows. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 60:419–420.

The Imaging Source Europe GmbH. 2020. IC\_Measure\_2.0.0.245  
<https://www.theimagingsource.de/> (Download 19.04.2020)

Verordnung (EU) Nr. 37/2010 der Kommission vom 22. Dezember 2009 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs (ABl. EU Nr. L 15 vom 20.1.2010).

**10. Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1 Untersuchung und Probennahme am Kälbermarkt .....	7
Abb. 2 Kalb mit einer als Kategorie 1 (Trichophytie sehr wahrscheinlich) eingestuftem Läsion am linken Ohr .....	7
Abb. 3 Kalb mit einer als Kategorie 2 (Trichophytie möglich) eingestuftem Läsion am Kopf....	8
Abb. 4 Kalb mit einer als Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) eingestuftem Läsion im Nackenbereich .....	8
Abb. 5 Chlamydosporen .....	10
Abb. 6 Arthrosporenmanschette .....	10
Abb. 7 nicht beurteilbare schwarze Haare.....	11
Abb. 8 Vermessen der Läsionsgröße mittels Bildvermessungssoftware .....	15
Abb. 9 Anzahl der positiv getesteten Tiere (in %) aller aufgetriebenen Tiere pro Markttermin im jahreszeitlichen Verlauf .....	19

## 11. Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Einteilung der Proben in die verschiedenen Kategorien nach der visuellen Beurteilung am Kälbermarkt .....	16
Tab. 2 Lokalisation der durch Dermatophyten verursachten Läsionen an den Tieren .....	16
Tab. 3 Aufgetriebene Rassen auf den Kälbermärkten im Untersuchungszeitraum.....	17
Tab. 4 Erkrankungen in Abhängigkeit zur Rasse – Vergleich der einzelnen Rassen bzw. Kreuzungen .....	17
Tab. 5 Erkrankungen in Abhängigkeit zur Rasse – Vergleich von Fleckviehkälbern mit allen anderen positiv getesteten Kälbern.....	17
Tab. 6 Erkrankung in Abhängigkeit zum Geschlecht.....	18
Tab. 7 durchschnittliche Größen und Standardabweichungen der ausgemessenen Läsionen nach Kategorien und nach positiver und negativer Kultur aufgeschlüsselt .....	18
Tab. 8 Übereinstimmung visuelle Begutachtung der Tiere am Kälbermarkt (Klinik) mit der Trichoskopie .....	21
Tab. 9 Überprüfung der bei der visuellen Beurteilung in die verschiedenen Kategorien eingeteilten Proben mittels Kultur und PCR .....	21
Tab. 10 Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von Trichoskopie und Kultur.....	22
Tab. 11 Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie im Vergleich und Überprüfung mittels Kultur. Richtig/falsch positiv und richtig/falsch negativ bezieht sich auf die Ergebnisse der Kultur.....	23
Tab. 12 Kategorie 1 (Trichophytie wahrscheinlich): Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung .....	23
Tab. 13 Kategorie 2 (Trichophytie möglich): Vergleichende Darstellung der Ergebnisse von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung .....	24
Tab. 14 Vergleichende Darstellung der Ergebnisse der Kategorie 3 (Trichophytie wenig wahrscheinlich) von visueller Beurteilung und Trichoskopie mit der Kultivierung zur Überprüfung.....	24