

3 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgruppen

3.1.1 Patienten mit verschiedenen Hufformen

Patient Nr.1:

Die Temperaturbanden passen sich der veränderten Hufform an, indem sich der an den Seitenwänden nur schmal ausgebildete kälteste Bereich des Hufes sich an der dorsalen Wand um das fünffache breiter darstellt.

Die Regelmäßigkeit des Temperaturgefälles des normalen Hufes zeigt sich in diesem Fall unterbrochen, da der stetig kühle Tragrandbereich einen vergleichsweise großen Raum in der dorsalen Ansicht in Anspruch nimmt.

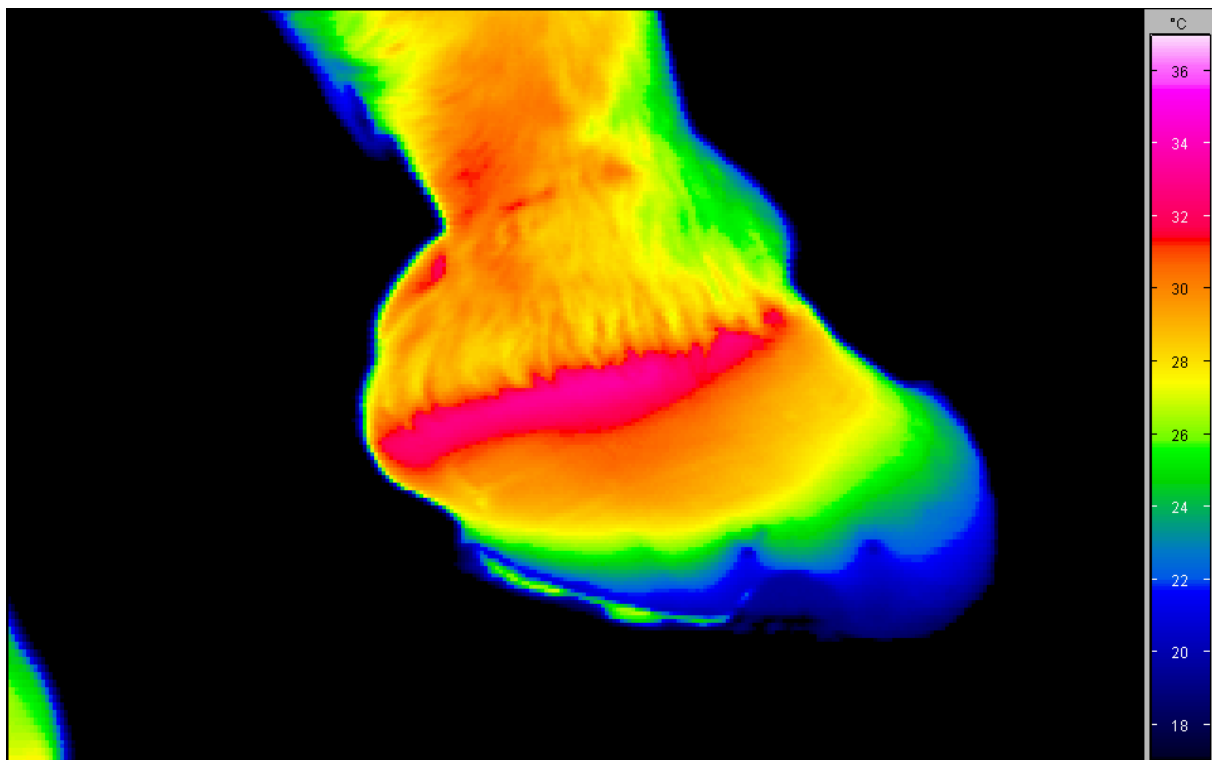


Abbildung 6: thermographische Aufnahme des Hufes vorne links von Patient Nr.1 in der lateralen Ansicht

Patient Nr.2:

Die dorsale Hornplatte bildete an der abgetragenen Stelle ein „Kliff“, welches auf die unterschiedliche Hornwanddicke zurückzuführen ist.

Dadurch wurde das thermographische Muster des betreffenden Hufes dahingehend verändert, dass die parallel zum Tragrand hin verlaufenden Banden gleicher Temperatur entlang dieser Unebenheit unterbrochen wurden.

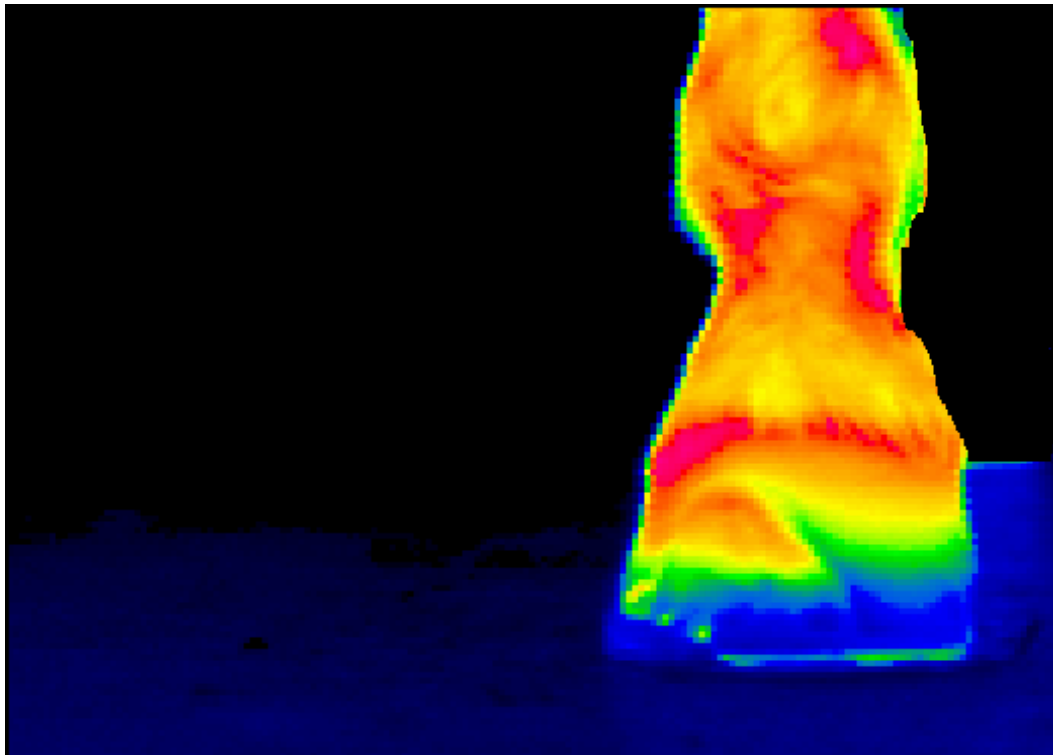


Abbildung 7: Huf vorne rechts des Patienten Nr.2 in der dorsalen Ansicht

Um diesen Temperaturunterschied deutlich zu machen, sind in der nachfolgenden *Tabelle 1* Werte dargestellt, die an zwei auf einer horizontal verlaufenden Linie liegenden Punkten entlang dieses „Kliffs“ gemessen wurden. Die Linien wurden vom Kronsaum aus in Richtung Tragrand nummeriert und verliefen parallel.

Tabelle 1: Messwerte an der dorsalen Hufwand vorn rechts des Patienten Nr.2

Linie	Punkt geringe Hornwanddicke	Punkt normale Hornwanddicke
1	19,9 °C	18,5 °C
2	19,5 °C	17,8 °C
3	18,9 °C	17,6 °C
4	18,5 °C	16,7 °C
5	17,4 °C	16,1 °C

Die Temperaturen, die an den Punkten der geringeren Hornwanddicke gemessen wurden, sind um 1,3° bis 1,8°C höher als die jeweiligen Bezugspunkte an der normalen Hornwanddicke. Diese Untersuchung zeigte, dass die Stärke der Hornwand einen entscheidenden Einfluss auf die Oberflächentemperatur des Hufhorns hat. Eine dünne Hornwand absorbiert weniger Wärmestrahlung aus dem Kapillargeflecht der Huflederhaut als eine dickere.

Patient Nr.3:

Bei diesem Esel war die Hornbildungsrate soweit vorangeschritten, dass eine Fußung auf dem Tragrand nicht mehr möglich war, und der Patient auf der Eckstrebenkante auf Fußte. Dieses wurde an allen vier Hufen beobachtet. Der Tragrand hatte in dieser Stellung keinen Kontakt zum Untergrund und war in der dorsalen Ansicht der Vorderhufe vollständig sichtbar.

Die thermographischen Aufnahmen erfolgten von lateral und dorsal, wobei sich in der lateralen Ansicht parallel zum Tragrand hin Temperaturbanden darstellten, die in den Regionen R1 und R2 eine keilförmige Ausziehung zur Eckstrebe hin zeigten.

An der freischwebenden Spitze des Hufes war das Temperaturband der kältesten Huftemperatur breiter als an der Hufwand.

In der dorsalen Ansicht stellte sich der freischwebende Tragrand als kältester Bereich am Huf dar (16,1 °C), und gab den Blick auf einen Teil der Sohle frei, die mit 21,7 °C um 5,6 °C wärmer war.

Patient Nr.4:

Der Wallach zeigte ein „Kliff“ welches an der dorsalen Hufwand ca. 4 cm distal vom Kronsaum parallel zu diesem verlief.

Der Kronsaum stellt den wärmsten Bereich des Hufes dar. Hier kann ein Temperaturmittelwert von 33,3 °C gemessen werden. Dem Kronsaum schließt sich nach distal ein schmaler Bereich an, dessen Temperatur im Mittel 32,1 °C ist. Dieser Bereich wird nach distal von dem „Kliff“ begrenzt, dessen Temperatur 30,9 °C beträgt. Das dünne abgetragene Hufhorn, welches distal der Kliffkante liegt, weist eine Zone hoher Temperatur auf. Sie beträgt 33,1 °C und ist damit der Temperatur des Kronsaums sehr ähnlich. Im weiteren Verlauf zum Tragrand hin gleicht sich die Oberflächentemperatur der abgetragenen dorsalen Hufplatte den Temperaturen des angrenzenden Hufhorns an medialer und lateraler Wand an.

Patient Nr.5:

Hier ist das Auswertungschema der Hornspalten angewendet worden. Die Hornsäule stellte sich in den Thermogrammen etwa doppelt so breit dar wie die Hornspalten.

Die einzelnen Temperaturwerte können der *Tabelle 2* entnommen werden.

Tabelle 2: Temperaturwerte an Hornsäule und Hufhorn des Patienten Nr.5

Punkt P1 – P5	T Hornsäule in °C	T Hufhorn in °C	ΔT in °K
P1	28,3	29,4	1,1
P2	24,5	26,0	1,5
P3	20,4	21,0	0,6
P4	17,5	17,9	0,4
P5	16,4	16,8	0,4

Die absoluten Temperaturwerte der *Tabelle 2* zeigen, dass die Hornsäule auf ihrer gesamten Länge eine niedrigere Oberflächentemperatur aufweist als das gesunde Hufhorn.

Die Temperaturdifferenzen sind an P1 (1,1°C) und P2 (1,5°C) besonders deutlich.

An den Punkten P3 – P5 verringern sich die Temperaturdifferenzen von 0,6° auf 0,4°C.

3.1.2 Patienten mit Hufverbänden

Es wurden von fünf Pferden thermographische Aufnahmen von beiden Vorderhufen in der dorsalen Ansicht angefertigt.

Es wurden thermographische Aufnahmen direkt nach Abnahme des Verbandes (0 Minuten) und in den folgenden vier Stunden alle 60 Minuten angefertigt.

Die Temperaturdifferenzen ΔTH zwischen den beiden Vorderhufen der fünf Pferde nach Abnahme des Verbandes sind in der nachfolgenden Graphik dargestellt:

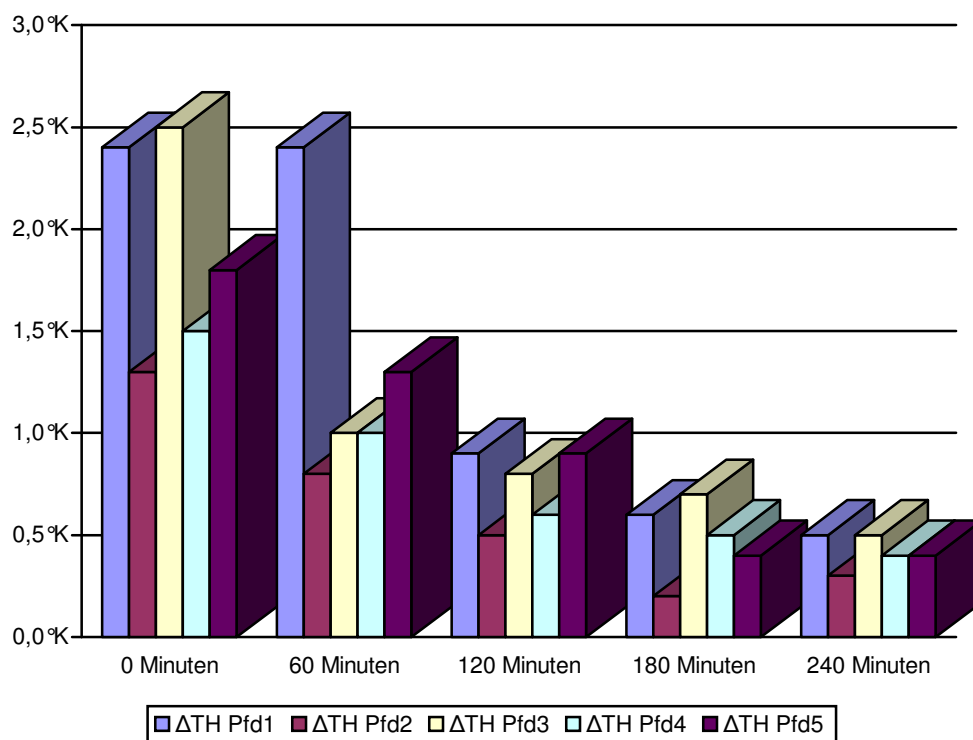


Abbildung 8: Temperaturdifferenzen zwischen den Vorderhufen nach Hufverband

Es wird deutlich, dass die Temperaturdifferenz ΔTH direkt nach Abnehmen des Verbandes (Zeitpunkt 0 Minuten) bei 80 % der Pferde über $1,5^\circ K$ liegt.

Nach 180 Minuten ist die Temperaturdifferenz ΔTH bei 100% der untersuchten Pferde $<1,0^\circ K$.

Der Huf, der einen Hufsackverband trug und über 24 Stunden mit kaltem Wasser angegossen wurde, ist kälter als der Huf, der über die letzten 24 Stunden ohne Verband blieb.

Dies wird durch die nachstehende Graphik deutlich, in der die absoluten Temperaturwerte der dorsalen Fläche der Vorderhufe eines Pferdes nebeneinander gestellt wurden. In dem dargestellten Fall wurde dem linken Vorderhuf der Hufsackverband über 24 Stunden angelegt.

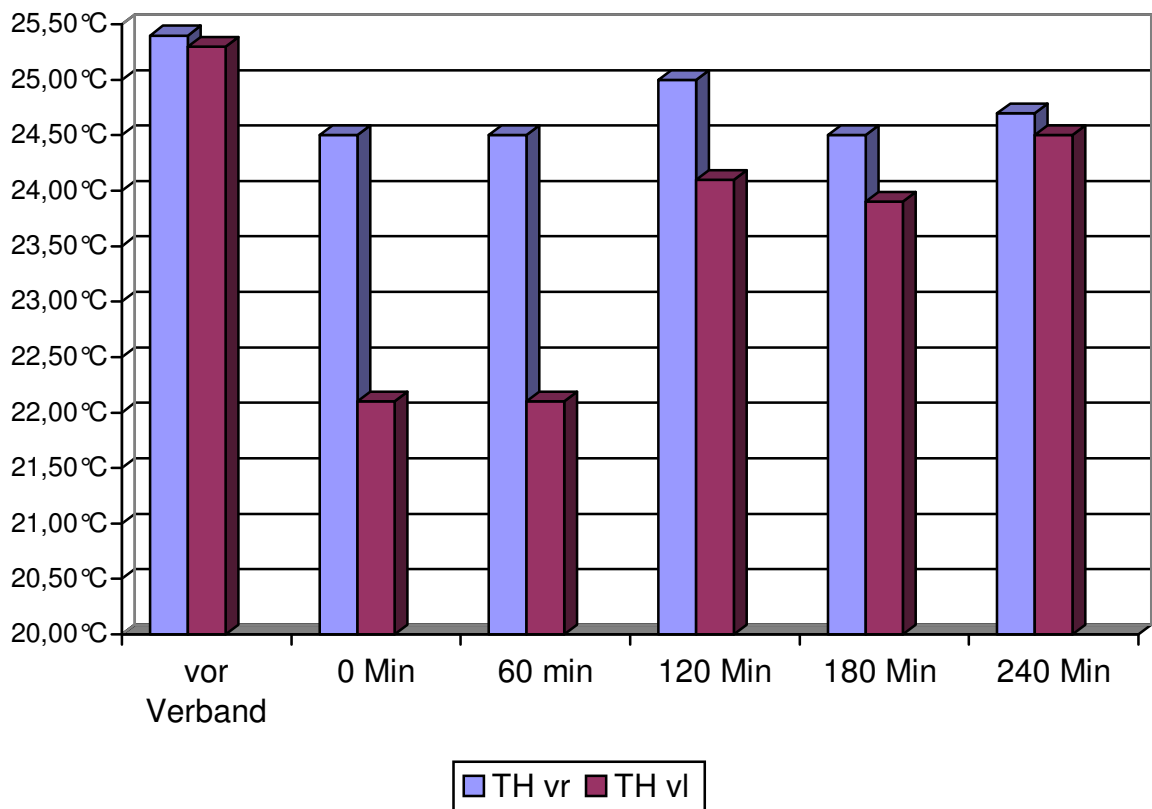


Abbildung 9: Oberflächentemperatur der dorsalen Wand des rechten und linken Vorderhufes vor dem Anlegen und nach Abnahme des Hufsackverbandes

Bevor der Hufsackverband angelegt wurde, ist die Oberflächentemperatur zwischen rechtem und linkem Vorderhuf fast identisch ($\Delta TH 0,1^\circ K$).

Der Verband wurde in dem oben graphisch dargestellten Fall dem linken Vorderhuf angelegt. Direkt nachdem der Verband des linken Vorderhufes entfernt wurde, stellt sich dieser Huf sehr viel kälter dar ($\Delta TH 2,4^{\circ}K$), als der Huf der rechten Gliedmaße.

Erst drei Stunden nach Abnehmen des Hufsackverbandes nähert sich die Temperatur des Hufes, der den Verband trug, der Oberflächentemperatur des anderen Hufes an.

Die Temperaturdifferenz ΔTH sinkt innerhalb von 240 Minuten von $2,4^{\circ}K$ auf $0,2^{\circ}K$.

3.1.3 Patienten mit Hornspalten

Verschiedene Fälle von Hornspalten wurden thermographisch untersucht und sollen im Folgenden einzeln geschildert werden:

Patient Nr.11:

Der Hornspalt stellte sich auf seiner ganzen Länge als deutlich kälter als das ihn umgebende Hufhorn dar.

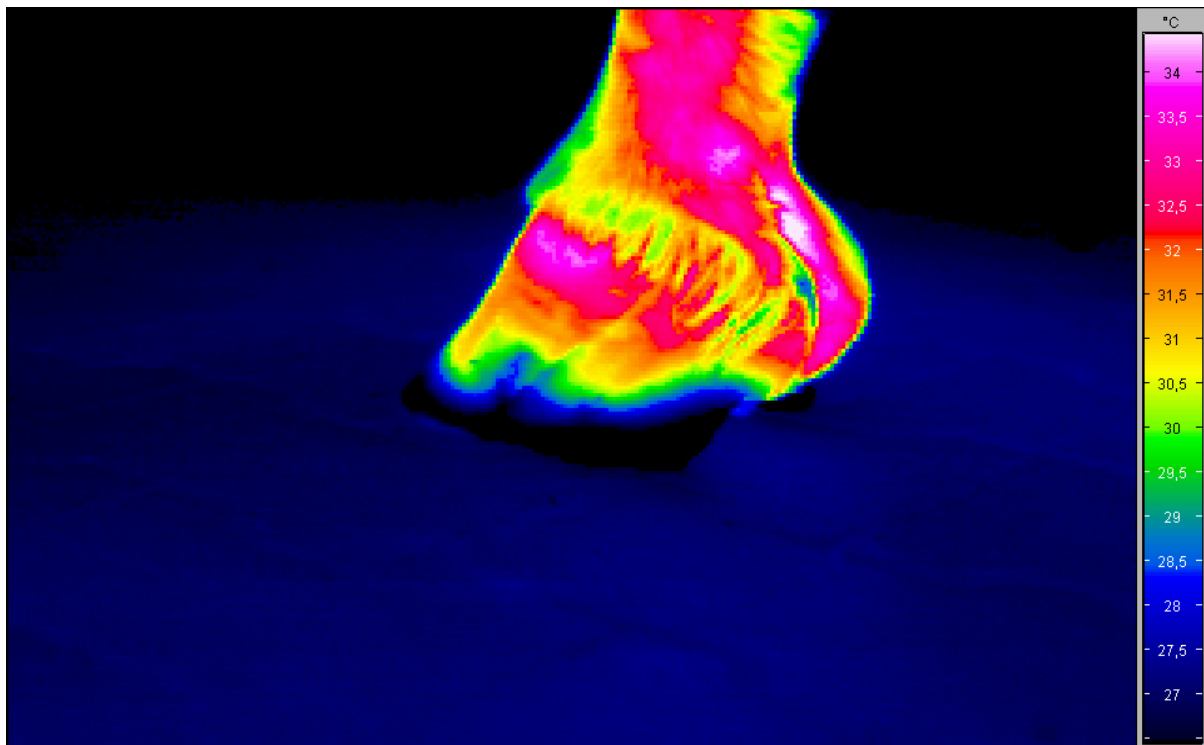


Abbildung 10: Patient Nr. 11 mit einem Hornspalt vorne rechts medial

Die nachfolgende Tabelle zeigt die absoluten Temperaturwerte des Spaltes gegenüber denen des umliegenden Hufhorns an den parallel verlaufenden Punkten. Die Punkte sind vom Kronsaum in Richtung Tragerand hin nummeriert .

Tabelle 3: Temperaturwerte an Hornspalt und Hufhorn von Patient Nr.11

Punkt P1-P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C
P1	31,8	32,5
P2	30,9	32,0
P3	28,6	29,6
P4	26,0	26,7
P5	22,3	23,0

Die absoluten Temperaturwerte der *Tabelle 3* zeigen, dass sowohl die Temperatur des Hornspaltes, als auch die des umliegenden Hufhorns vom Kronsaum zum Tragerand hin stetig abfallen. Die Temperaturdifferenzen an P1 – P5 liegen zwischen 0,7°C und 1,1°C. An allen gemessenen Punkten (P1 – P5) ist die Temperatur des Hornspaltes niedriger als die des Hufhorns.

Patient Nr.12:

Der Hornspalt stellte sich nur über eine kurze Strecke geringfügig kälter als das umliegende Horn dar. Auf der Hälfte des Hornspaltes befindet sich ein „hot spot“ (Höhe P3). Die am Hornspalt und dem angrenzenden Hufhorn gemessenen Temperaturwerte sind in *Tabelle 4* aufgeführt.

Tabelle 4: Temperaturwerte an Hornspalt und Hufhorn von Patient Nr.12

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C
P1	27,4	27,7
P2	27,6	27,5
P3	27,9	26,4
P4	25,4	23,8
P5	23,3	20,1

Die Werte machen deutlich, dass die Temperatur des Hufhorns vom Kronsaum zum Tragerand hin stetig abnimmt, wohingegen der Hornspalt sein Temperaturmaximum an P3 erreicht.

An P1 konnte am Hornspalt eine niedrigere Temperatur gemessen werden als am Hufhorn. An den Messpunkten P2 – P5 hingegen wurde am Hornspalt eine höhere Temperatur als am Hufhorn ermittelt.

Patient Nr.13:

Die absoluten Temperaturwerte der definierten Messpunkte sind in *Tabelle 5* einander gegenüber gestellt.

Tabelle 5: Gemessene Temperaturwerte an Hornspalt und Hufhorn des Patienten Nr.13

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C
P1	30,7	29,5
P2	25,7	29,0
P3	33,5	28,8
P4	32,9	28,3
P5	29,9	27,5

Wie die absoluten Temperaturwerte der *Tabelle 5* zeigen, nimmt die Temperatur der Hornwand vom Kronsaum zum Tragerand hin stetig ab. Der Hornspalt hingegen weisen P3

sein Temperaturmaximum auf. An dieser Stelle hatte der Hornspalt seine größte Weite. An den Messpunkten P1 und P3 – P5 konnte am Hornspalt eine höhere Temperatur als am Hufhorn gemessen werden.

Patient Nr.14:

Diese in der Medianen der dorsalen Hufwand verlaufenden Hornspalten reichten vom Tragerand in das untere Drittel der Hufplatte herauf.

Die Tragerandhornspalten sowohl des rechten als auch des linken Vorderhufes stellten sich auf den Thermogrammen nicht dar.

Patient Nr.15:

Dieser Hornspalt war an seinem proximalen Ende, in der Mitte der Hufwand, mit einer Einkerbung versehen, die sich thermographisch als deutlicher „hot spot“ des Hufes mit einer absoluten Temperatur von 31,5 °C darstellte.

Der Hornspalt hingegen stellt sich auf dem Thermogramm geringgradig kälter als das ihn umgebende Hufhorn dar. Die Werte für die entlang des Hornspaltes gemessenen Punkte P1 – P5 sind in der *Tabelle 6* aufgeführt.

Tabelle 6: Gemessene Temperaturen an Hornspalt und Hufhorn von Patient Nr. 15

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C	ΔT in °K
P1	25,8	26,1	0,3
P2	24,6	24,9	0,3
P3	23,2	23,5	0,3
P4	22,0	22,4	0,4
P5	18,3	21,6	3,3

Die Temperaturwerte der *Tabelle 6* zeigen, dass die Temperaturen des Hornspaltes gering unter denen des umgebenden Hufhorns liegen.

Die größte Temperaturdifferenz wird an P5 gemessen ($\Delta P5 = 3,3^\circ\text{K}$). Die Temperaturdifferenzen der Messpunkte P1 – P4 sind hingegen $< 0,4^\circ\text{C}$.

Patient Nr.16:

Der Hornspalt stellt sich thermographisch kühler dar als das ihn umgebende Hufhorn.
Die Temperaturwerte für die definierten Punkte sind in *Tabelle 7* gegenübergestellt.

Tabelle 7: Gemessene Temperaturen an Hornspalt und Hufhorn des Patienten Nr.16

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C
P1	32,6	34,0
P2	32,2	32,7
P3	31,7	32,3
P4	30,1	30,9
P5	28,5	29,1

Sowohl für die Temperaturen des Hornspaltes, als auch für die des Hufhorns gilt:
P1>P2>P3>P4>P5.

Die am Hornspalt gemessenen Temperaturen liegen an allen fünf Punkten unter denen, die im angrenzenden Hufhorn gemessen wurden.

Patient Nr.17:

Der Hornspalt stellt sich in seinem Verlauf über die Hälfte des Hufhorns deutlich kühler dar.

Die absoluten Temperaturwerte für die definierten Punkte P1 – P5 sind in *Tabelle 8* aufgeführt.

Tabelle 8: Gemessene Temperaturen an Tragerandhornspalt und Hufhorn von Patient Nr.17

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C
P1	30,9	31,2
P2	30,0	31,0
P3	28,2	29,3
P4	25,0	25,6
P5	22,9	23,1

Der Tragerandhornspalt zeigt in seinem Verlauf an allen gemessenen Punkten eine geringere Oberflächentemperatur als das angrenzende, intakte Hufhorn.

Ein Absinken der Temperaturen von P1 bis P5 zum Tragrand hin konnte sowohl am Hornspalt, als auch am Hufhorn ermittelt werden.

Patient Nr.18:

Der Hornspalt stellt sich in seinem gesamten Verlauf vom Kronsaum bis zum Tragerand hin thermographisch deutlich kälter dar, als das die übrige Hufwand. Die einzelnen absoluten Temperaturwerte sind in der *Tabelle 9* aufgetragen.

Tabelle 9: Gemessene Temperaturen an Hornspalt und Hufhorn von Patient Nr.18

Punkt P1 – P5	T Hornspalt in °C	T Hufhorn in °C	ΔT in °K
P1	32,7	33,0	0,3
P2	32,0	32,4	0,4
P3	31,8	32,0	0,2
P4	30,2	30,5	0,3
P5	25,1	25,6	0,5

Die am Hornspalt gemessenen Temperaturen sinken stetig von P1 zu P5. Ebenso verhält es sich mit den Temperaturen, die an den parallelen Punkten P1 - P5 am

Hufhorn gemessen wurden. Die Temperaturdifferenzen ΔT an den jeweils parallelen Punkten P1 - P5 schwanken zwischen 0,2 und 0,5°K. Die Temperaturdifferenz zwischen P1 und P5 des Hornspaltes beträgt 7,6°K, die zwischen P1 und P5 des Hufhorns 7,4°K.

3.1.4 Patienten mit Pododermatitis purulenta

Die verschiedenen Fälle von Hufabszessen sollen hier im einzelnen dargestellt werden:

Patient Nr.19:

Es wurden Thermogramme von beiden Hinterhufen von dorsal und lateral aus ca. 70 cm Entfernung angefertigt.

Die thermographischen Aufnahmen der Dorsalfläche der Hufe zeigten ein unterschiedliches Muster. Während der rechte Hinterhuf das Temperaturverteilungsmuster eines normalen Hufes zeigte, war in der Dorsalansicht des linken Hinterhufes ein „hot spot“ am lateralen Kronsaum sichtbar.

Die Durchschnittstemperatur TH der Dorsalfläche des rechten Hinterhufes betrug 30,3°C, die des linken Hinterhufes 30,0°C. Somit liegt die Temperaturdifferenz ΔTH zwischen rechtem und linkem Hinterhuf bei 0,3°K.

Der „hot spot“, der sich dorsolateral proximal am linken Hinterhuf darstellte, hatte eine Temperatur von 37,3°C.

Es war in diesem Fall deutlich die Lokalisation des Abszesses durch einen „hot spot“ im Thermogramm auszumachen, es konnte jedoch keine auffällige Abweichung der Oberflächentemperatur zwischen rechtem und linkem Hinterhuf (ΔTH) ermittelt werden.

Patient Nr.20:

Die Durchschnittstemperatur TH der Dorsalfläche des rechten Vorderhufes betrug 25,7°C, die des linken Vorderhufes 24,0°C.

Somit liegt die Temperaturdifferenz ΔTH zwischen rechtem und linkem Vorderhuf bei 1,7°K.

Zudem war am dorsomedialen Kronrandbereich des rechten Vorderhufes ein „hot spot“ auffällig.

Die weitere klinische Untersuchung ergab dorsomedial am rechten Saum einen haselnußgroßen, vorgewölbten und leicht eindrückbaren Bereich.

Patient Nr.21:

Die erstellten Thermogramme des rechten Hinterhufes zeigen dorsolateral im Saumbereich einen „hot spot“. Dieser weist eine Oberflächentemperatur von 34,0°C auf. Die Kronsaumregion des Hufes (R1) hat eine Durchschnittstemperatur von 31,4°C. Unterhalb der Kronsaumregion ist eine Verdickung der Hornwand sichtbar, so dass die Hufoberfläche nicht gleichmäßig glatt ist.

Diese Hornwandverdickung stellt sich thermographisch als „cold spot“ mit einer Temperatur von 25,0°C dar.

Patient Nr.22:

Die Aufnahme der beiden Hufe in der dorsalen Ansicht zeigte einen Temperaturmittelwert **TH** der rechten dorsalen Hufwand von 23,3°C im Gegensatz zum linken Vorderhuf, dessen dorsale Hufwand eine durchschnittliche Temperatur **TH** von 24,6°C hat. Somit war die dorsale Hufwand des nicht erkrankten Hufes 1,3°C wärmer als die des Hufes, der den Ursprung der Lahmheit darstellte.

Es wurden thermographische Aufnahmen von den Sohlen beider Vorderhufe gemacht und miteinander verglichen. Die Aufnahme der Sohle des rechten Vorderhufes zeigte an der medialen Eckstrebe (S1) einen „hot spot“ von der Größe einer Mandel, der im Durchschnitt 31,0°C warm war. Ein vergleichbar großer Bereich an der lateralen Eckstrebe hingegen hatte einen Temperaturmittelwert von 21,7°C. Die Strahlfurchen (S2 u. S3), die an der Sohle gemeinhin den wärmsten Bereich darstellen, hatten an der Sohle des rechten Vorderhufes eine Durchschnittstemperatur von 34,1°C.

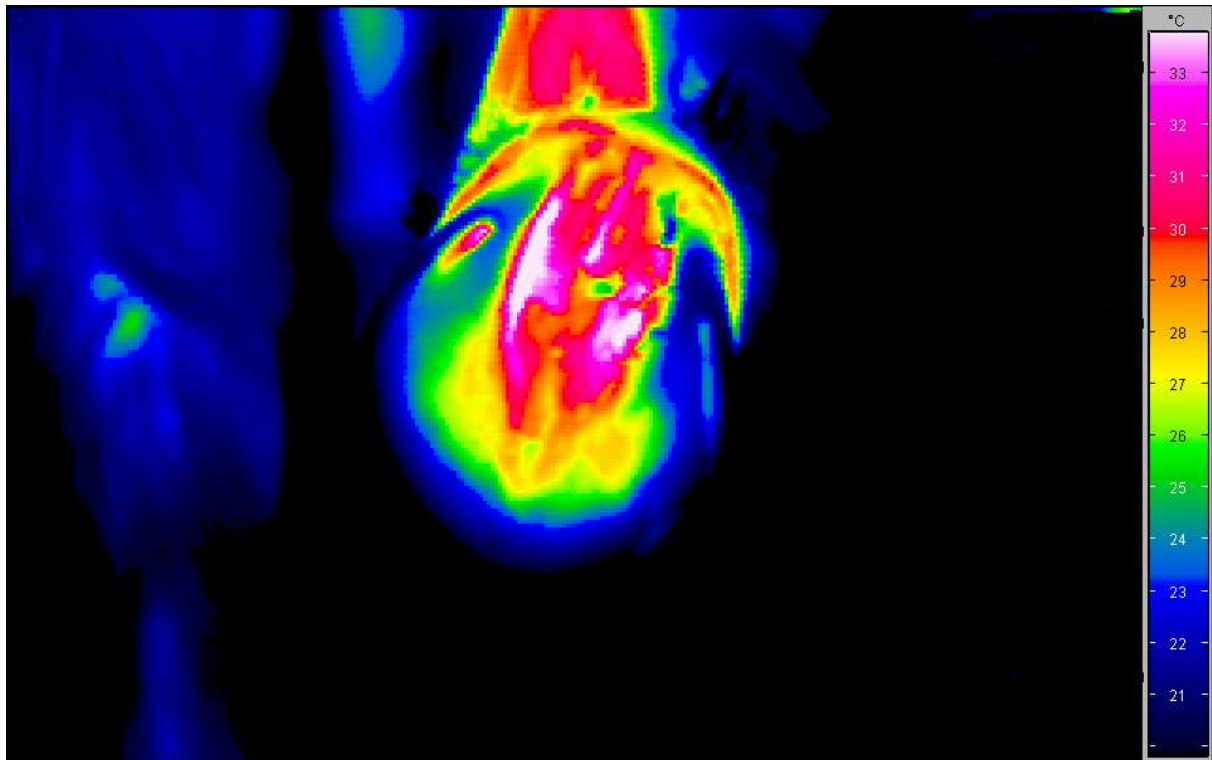


Abbildung 11: Thermographisches Bild der Sohle des rechten Vorderhufes von Patient Nr. 22

Die Aufnahmen der Sohle des linken Vorderhufes waren ohne besonderen Befund.

Als der Bereich, der sich als „hot spot“ an der Sohle des rechten Vorderhufes thermographisch darstellte, mit dem Hufmesser nachgeschnitten wurde, konnte ein purulenter Abszess eröffnet werden.

Patient Nr.23:

Die thermographische Aufnahme der Sohle zeigte einen walnußgroßen „hot spot“ an der Strahlspitze, der einen Temperaturmittelwert von 33,3°C hatte. Die Strahlfurchen (S2 u. S3) stellten sich mit 32,2°C kälter als dieser „hot spot“ dar. Die thermographischen Aufnahmen der Sohlenfläche des linken Vorderhufes waren ohne besonderen Befund.

3.1.5 Patienten mit Pododermatitis diffusa aseptica acuta

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der thermographischen Untersuchungen für jeden Fall dargelegt werden.

Patient Nr.24:

Nachdem in den ersten vier Tagen des Klinikaufenthaltes der Stute zunächst kühlende Hufsackverbände an beiden Vorderhufen angelegt worden sind, wurden ab dem fünften Tag täglich vormittags Thermogramme der Vorderhufe angefertigt.

Am ersten Tag zeigte die Stute im Thermogramm der dorsalen Wand des rechten Vorderhufes einen deutlich verbreiterten Kronsaum und einen sich anschließenden ovalen Bereich von Wärme, der sich an der Mittellinie der dorsalen Wand über die gesamte proximale Hälfte des Hufes aufdehnte. Dieses Temperaturverteilungsmuster ist in der Abbildung schematisch dargestellt. Die verschiedenen Linien stellen jeweils die Grenzen für 1°C Temperaturunterschied dar.

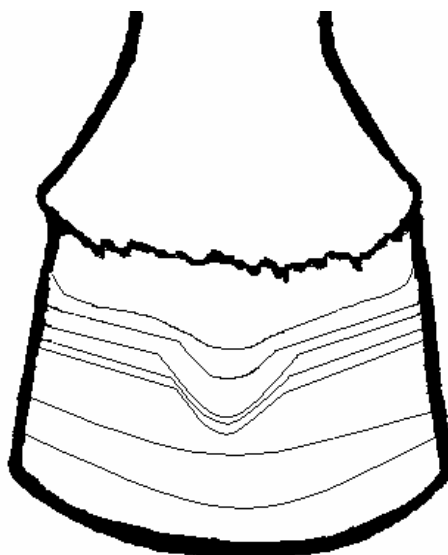


Abbildung 12: Schematisches Temperaturverteilungsmuster im Fall einer akuten Futterrehe

Am zweiten Tag wurden der Stute an den Vorderhufen *Dallmer* Hufe Schuhe geklebt und ca. 4 mm hohe Keile untergeschraubt.

Die thermographischen Aufnahmen der dorsalen Wand zeigten abermals einen verbreiterten Kronsaum und einen nur noch einen Ansatz der am Vortag beobachteten Erwärmung an der Mittellinie der dorsalen Hufwand. An diesem Tag war diese erwärmte Zone an beiden Vorderhufen zu beobachten. Ebenfalls konnte in der dorsalen und medialen Ansicht beider Vorderhufe eine zungenförmige Ausziehung von Wärme in der Region R1 beobachtet werden. Diese Wärmezungen setzten sich deutlich ab. Am Nachmittag dieses Tages wurden erneut Thermogramme mit gleichem Ergebnis erstellt.

Die Temperatur der Kronsaumregion betrug $30,1^{\circ}\text{C}$, die mittlere Temperatur der dorsalen Wärmeausdehnung $27,8^{\circ}\text{C}$, die der medialen Wärmezunge $28,7^{\circ}\text{C}$ und die Temperatur der Zone zwischen dorsaler und medialer Wärmeausdehnung $26,8^{\circ}\text{C}$. Die beiden Wärmezungen reichten in ihrer Länge bis an die Hufhälfte heran. Da die Stute an diesem Tag der Untersuchung *Dallmer* Hufe Schuhe trug, war eine Oberflächentemperaturbestimmung des distalen Hufdrittels nicht möglich.

Am dritten Tag der thermographischen Untersuchung waren an beiden Vorderhufen medial die bereits beschriebenen Wärmezungen zu beobachten. Die Wärmeausdehnung an der dorsalen Hufwand war nicht mehr deutlich zu erkennen.

Am Nachmittag dieses Untersuchungstages wurden abermals Thermogramme erstellt und danach die ca. 4 mm hohen untergeschraubten Keile entfernt.

Zwei Stunden später wurden von den nun plan fußenden Vorderhufen erneut thermographische Aufnahmen angefertigt.

Diese zeigten keine verändertes Temperaturverteilungsmuster verglichen mit den Aufnahmen, auf denen die Stute Keile trug.

Am folgenden Tag ist die Stute abermals thermographisch untersucht worden.

Auf diesen Aufnahmen sind keine zungenförmigen Ausdehnungen von Wärme an der dorsalen Hufwand zu beobachten. Die medialen Ausdehnungen von Wärme stellten sich nicht mehr deutlich dar. Da die Pulsation der Zehenarterien an diesem Tag ebenfalls undeutlich war, wurde die Stute am nächsten Tag aus der Klinik entlassen.

Patient Nr.25:

Den zweite Fall einer akuten Hufrehe stellte eine zehnjährige Reitponystute dar. Sie zeigte eine hochgradige Lahmheit und Pulsation der Zehenarterien an allen vier Extremitäten.

Am Morgen nach der Einlieferung in die Klinik wurden alle vier Hufe der Ponystute thermographisch untersucht.

Die Thermogramme des linken Hinterhufes waren ohne besonderen Befund und zeigten kein auffälliges Temperaturverteilungsmuster, welches auf eine Huferkrankung hindeuten könnte.

Am rechten Hinterhuf hingegen war in der dorsalen Ansicht eine deutliche Wärmezunge im lateralen Bereich des Hufes erkennbar. Die mittlere Temperatur dieser Wärmezunge war um 1°C niedriger als die Durchschnittstemperatur des Kronsaums.

An den Vordergliedmaßen trug die Stute *Dallmer* Hufschuhe mit aufgeschraubten Keilen von ca. 4 mm Höhe.

Am rechten Vorderhuf konnte in der dorsalen Ansicht ein verbreiteter Kronsaumbereich auf den Thermogrammen ermittelt werden. Zur medialen Hufwand hin zeigte sich der Ansatz einer Wärmezunge.

Der linke Vorderhuf stellte sich thermographisch mit einem verbreiterten Kronsaum dar.

Am folgenden Tag zeigten sich die Thermogramme der beiden Hinterhufe in der dorsalen Ansicht ohne besonderen Befund.

Die laterale Ansicht des rechten Vorderhufes deutete eine Wärmezunge an. In der medialen Ansicht des rechten Vorderhufes war eine deutliche Wärmezunge erkennbar.

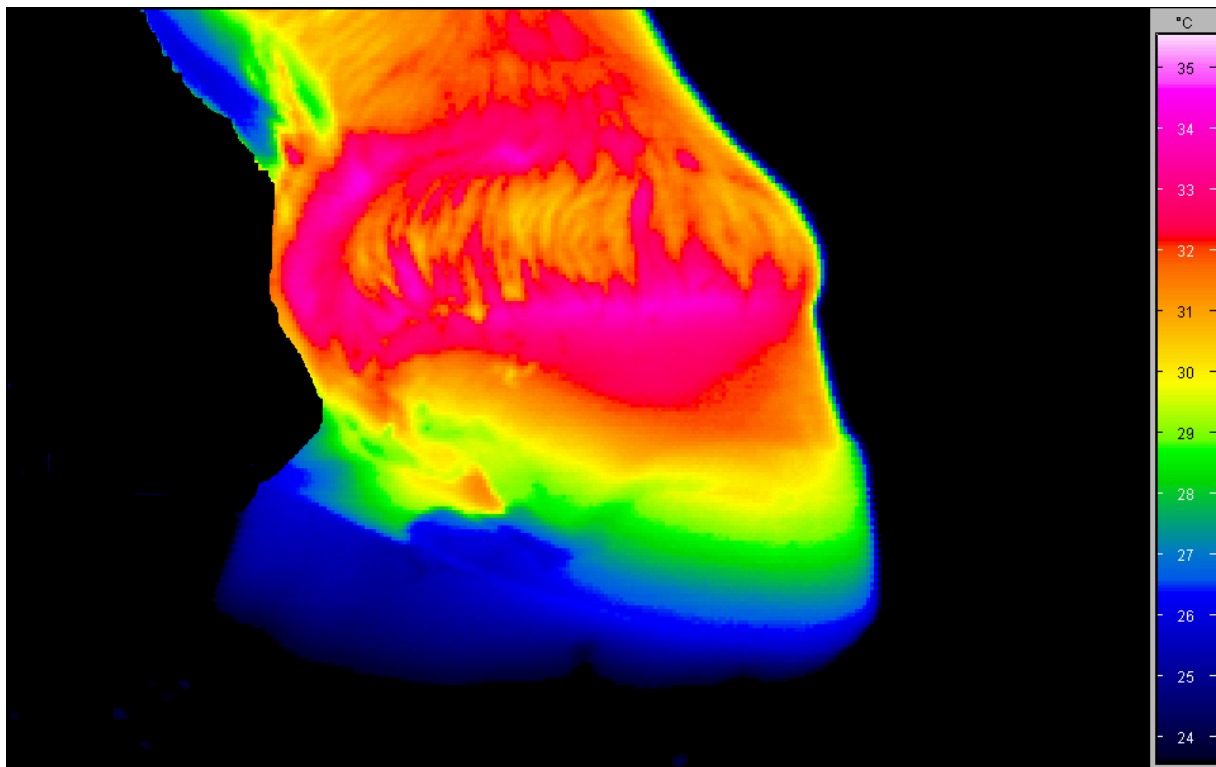


Abbildung 13: Hufansicht vorne rechts lateral des Patienten Nr. 25

Am linken Vorderhuf konnte in der lateralen Ansicht kein auffälliges Muster beobachtet werden, die mediale Ansicht hingegen zeigte eine Wärmezunge.

Am dritten Tag des Klinikaufenthaltes zeigten die Thermogramme sowohl des rechten als auch des linken Hinterhufes in der medialen und lateralen Ansicht Wärmezungen.

Um dieses Temperaturmuster nicht nur graphisch sondern auch in absoluten Temperaturen zu erfassen, wurden die mittleren Temperaturwerte der definierten Regionen in den medialen und lateralen Ansichten aller Hufe gemessen. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf die Regionen R1 und R2 gelegt bzw. die Temperaturdifferenz ΔT_1 zwischen diesen Regionen.

In der Ansicht HLM betrug $\Delta T_1 = 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ in der Ansicht HLL errechnete sich ein ΔT_1 Wert von $0,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ähnlich waren die Ergebnisse am rechten Hinterhuf. In der Ansicht HRM betrug $\Delta T_1 = 0,7^\circ\text{C}$, in der Ansicht HRL lag ΔT_1 bei $0,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

An den Vorderhufen wurden folgende Werte in den jeweiligen Ansichten gemessen:

VLM: $\Delta T1 = 0,1^{\circ}\text{C}$

VRM: $\Delta T1 = 0,1^{\circ}\text{C}$

VLL: $\Delta T1 = 0,2^{\circ}\text{C}$

VRL: $\Delta T1 = 0,3^{\circ}\text{C}$

In den folgenden sechs Tagen konnten keine Thermogramme angefertigt werden, da die Stute kühlende Hufsackverbände trug und anschließend eine Angiographie vorgenommen wurde, die ein Anlegen von Verbänden erneut nötig machte.

Am Tag vor der Entlassung der Stute stellten sich alle vier Hufe ohne Wärmezunahmen dar.

Patient Nr.26:

Ein sechszehnjähriger Warmblutwallach wurde mit einer Gonotrochlosis links in der Klinik vorgestellt, musste dann aufgrund einer Kolik laparotomiert werden und zeigte während seines Klinikaufenthaltes klinische Anzeichen einer akuten Hufrehe.

Über sieben Tage wurde der Wallach thermographisch untersucht, wobei besonders die Hufe der Hintergliedmaße von besonderem Interesse waren. Während dieser sieben Tage, an denen klinische Erscheinungen einer Hufrehe auftraten, konnten an beiden Hinterhufen Andeutungen von Wärmezunahmen an lateraler und medialer Hufwand beobachtet werden. An zwei aufeinander folgenden Tagen konnten in der Ansicht HRL und HLM $\Delta T1$ Werte von $0,8^{\circ}\text{C}$ gemessen werden. Die $\Delta T1$ Werte der anderen Ansichten bzw. der Thermogramme der übrigen Messtage lagen zwischen $1,5^{\circ}\text{C}$ und $1,2^{\circ}\text{C}$.

Nachdem der Patient keine klinischen Anzeichen mehr zeigte, konnte auch in den Thermogrammen keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

Patient Nr.27:

Der Fall eines Warmblutwallachs, der nach einer Kolikoperation verstärkte Pulsation an den Zehenarterien von drei Gliedmaßen zeigte. Es konnten nur an zwei aufeinander folgenden Tagen Thermogramme erstellt werden, da der Wallach aufgrund einer drastischen Verschlechterung seines Zustandes euthanasiert werden musste.

Die Thermogramme der beiden Hinterhufe und des linken Vorderhufes zeigten an beiden dokumentierten Tagen Wärmezungen an den lateralen bzw. medialen Hufwänden.

In der Ansicht HRL konnte ein ΔT_1 Wert von $0,8^\circ\text{C}$ ermittelt werden. Die Ansicht HLM zeigte einen ΔT_1 Wert von $0,8^\circ\text{C}$ und die Ansicht VLM einen ΔT_1 Wert von 1°C .

In den Ansichten HRM, HLL und VLL konnten ΔT_1 Werte zwischen $1,2^\circ\text{C}$ und $1,9^\circ\text{C}$ gemessen werden.

Bei der Thermographie von Hufen fiel bei Patienten, die an akuter Hufrehe litten, ein Temperaturverteilungsmuster auf, das sich von denen der nicht erkrankten Hufe deutlich unterschied:

In der dorsalen Ansicht war nicht nur der Kronsaumbereich deutlich vermehrt warm, sondern es zeigten sich auf lateraler und medialer Seite zungenförmige Ausdehnungen von Wärme, die der Temperatur des Kronsaums sehr nahe waren. Diese „Wärmezungen“ waren auch auf den lateralen bzw. medialen Aufnahmen deutlich.

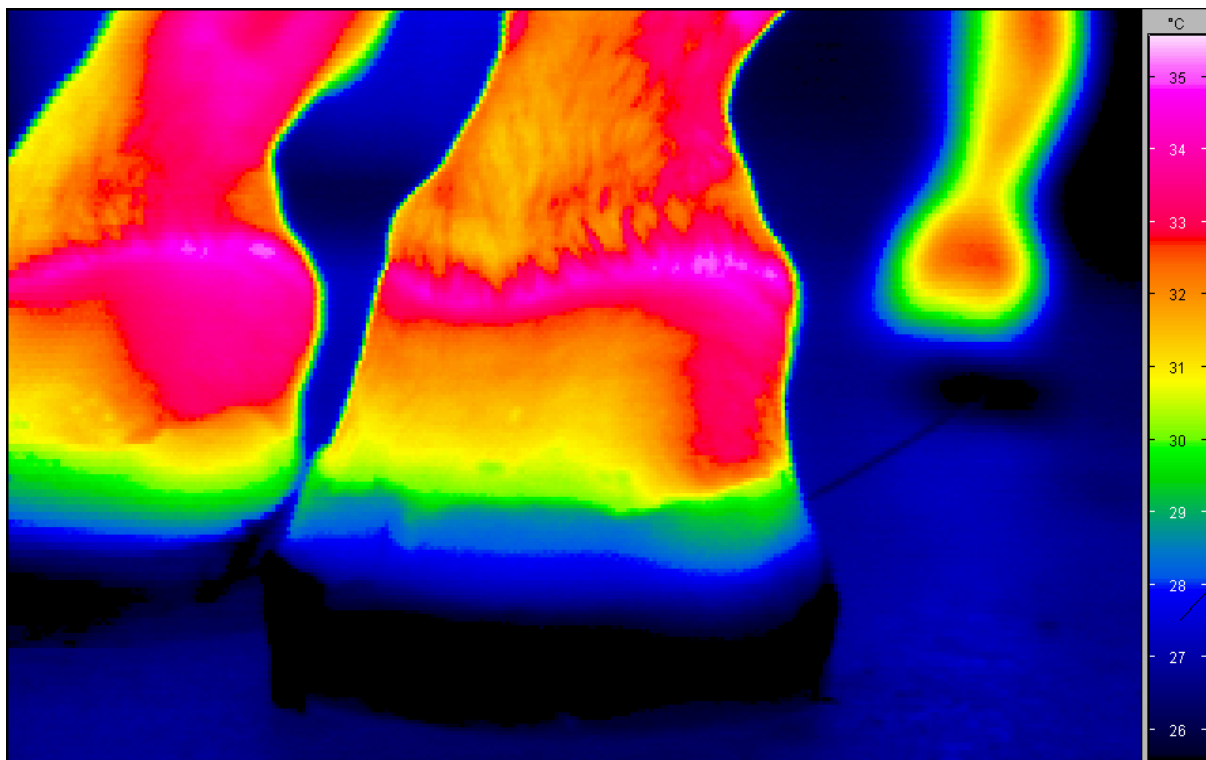


Abbildung 14: Thermogramme der Vorderhufe des Patienten Nr. 29

Die nachfolgende Zeichnung verdeutlicht das Temperaturverteilungsmuster bei Hufrehepatienten in der dorsalen Ansicht:

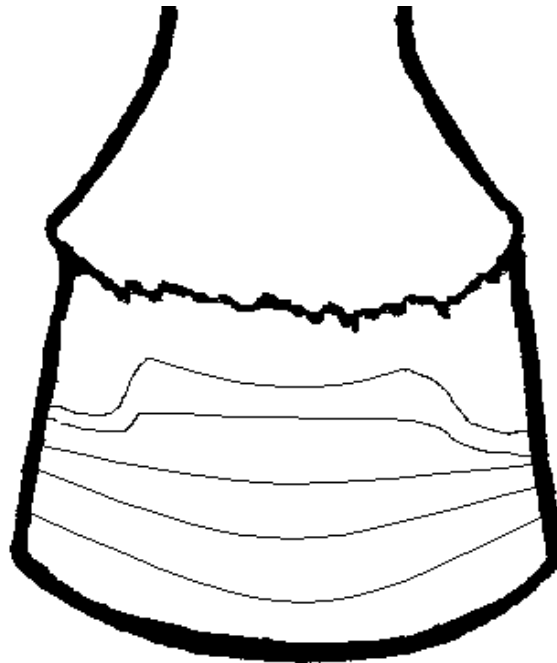


Abbildung 15: Schematische Darstellung des Temperaturverteilungsmusters bei akuter Hufrehe

3.1.6 Patienten mit Pododermatitis diffusa aseptica

Patient Nr.28:

Eine Warmblutstute mit akutem Reheschub. Die röntgenologische Untersuchung zeigte eine mittelgradige Verlagerung des Hufbeins in Form einer Senkung, die mit einer Rotation kombiniert war.

Die Stute zeigte zum Zeitpunkt der Einlieferung in die Klinik an der dorsalen Wand des rechten Hinterhufes eine Wärmezunge an der dorsalen Hufplatte. Die Thermogramme der übrigen Hufe zeigten in allen Ansichten einen deutlich verbreiterte Wärmezone der Kronsaumregion.

Am folgenden Tag konnten in den Ansichten VLM und VLL zusätzlich zu der breiten Wärmezone des Kronsaums Wärmezungen beobachtet werden. Bei der Errechnung der ΔT_1 Werte befanden sich diese zwischen $1,5^\circ\text{C}$ und $2,0^\circ\text{C}$.

Auch in den folgenden Tagen konnten keine niedrigeren ΔT_1 Werte gemessen werden.

Hingegen zeigte sich der Saumbereich in der Haut stark erwärmt.

Die Kronsaumregion stellte sich auch in den folgenden Tagen als ca. doppelt so breites Wärmeband dar als bei Pferden der Kontrollgruppe beobachtet.

Patient Nr.29:

Ein 4-jähriger Warmblutwallach wurde mit einer akuten Rehesymptomatik in die Klinik eingestellt.

Thermographische Aufnahmen an den folgenden Vor- und Nachmittagen sollten einen Verlauf dokumentieren.

In den ersten vier Tagen zeigte der Wallach eine schlechte Funktion und in thermographischen Bild einen verbreiterten Kronsaum sowie Wärmezungen besonders an den medialen Hufwänden der Vorderhufe.

Die thermographischen Untersuchungen an Vor- und Nachmittagen konnten keine deutlichen Veränderungen aufzeigen. In diesen Tagen lagen die ΔT_1 Werte der medialen und lateralen Hufansichten an Vorder- und Hinterhufen zwischen $1,2^\circ\text{C}$ und $1,5^\circ\text{C}$.

Am achten Tag des Klinikaufenthaltes stellten sich die Wärmezungen besonders an den Vorderhufen nur noch sehr undeutlich dar. Der Wallach hatte keine Pulsation der Zehenarterien mehr und zeigte eine gute Funktion im Schritt.

Am folgenden Tag wurden die 4 mm Keile gegen 2 mm hohe ausgetauscht und tags darauf konnte der Wallach nach Hause entlassen werden.

Vier Wochen später wurde der Wallach erneut in der Klinik vorgestellt. Er trug keinen Hufschutz und zeigte vorne beidseits einen hochgradigen Wendeschmerz sowie Pulsation an den Zehenarterien aller vier Gliedmaßen.

Die thermographische Untersuchung am folgenden Tag zeigte sowohl an der medialen als auch an der lateralen Hufwand des linken Hinterhufes ΔT_1 Werte von $0,8^\circ\text{C}$.

Am rechten Hinterhuf konnte in der Ansicht HRM ein ΔT_1 Wert von $0,5^\circ\text{C}$, und in der Ansicht HRL ein ΔT_1 Wert von $0,5^\circ\text{C}$ gemessen werden.

An der Vordergliedmaße wurde VRL ein ΔT_1 Wert von $0,7^\circ\text{C}$, VRM ein ΔT_1 von $0,9^\circ\text{C}$ gemessen. An dem linken Vorderhuf zeigte sich ein ähnliches Bild von lateralen und medialen Wärmezungen, so dass hier ΔT_1 Werte sowohl in der lateralen, als auch in der medialen Ansicht von $0,5^\circ\text{C}$ gemessen werden konnten.

Das Temperaturverteilungsmuster der seitlichen Wärmezungen konnte an allen vier Hufen über mehrere Tage dokumentiert werden.

Am vierzehnten Tag des Klinikaufenthaltes waren die Wärmezungen an den Hinterhufen nur noch schwach ausgeprägt und es wurden sowohl an der rechten, als auch an der linken Hintergliedmaße ΔT_1 Werte von $>1,2^\circ\text{C}$ an den medialen und lateralen Hufwänden gemessen.

An den Vorderhufen zeigten sich die Wärmezungen an der lateralen Hufwand weniger deutlich und auch die ΔT_1 Werte der Ansichten VRL und VLL waren mit $1,1^\circ\text{C}$ und $1,3^\circ\text{C}$ deutlich gestiegen. Die Wärmezungen der medialen Ansichten an beiden Vorderhufen waren in den folgenden Tagen weniger deutlich ausgeprägt und bildeten sich innerhalb von acht Tagen vollständig zurück. In den folgenden Tagen konnte an den Vorderhufen ein verbreiteter Kornsäum beobachtet werden. Dem Wallach wurden an der dorsalen Wand beider Vorderhufe parallel zum Kornsäum Bolzsche Rinnen in die Hornwand gefräst.

Nachdem sich über drei Tage ein vergleichsweise normales Temperaturverteilungsmuster an den Hufen zeigte, wurde der Wallach nach Hause entlassen.

Patient Nr.30:

Der Andalusier Wallach zeigte in der klinischen Lahmheitsuntersuchung eine hochgradige Lahmheit vorne links und die röntgenologische Untersuchung ergab an den Hufbeinen beider Vorderhufe eine Senkung, die mit einer Rotation kombiniert war. Dabei war die Verlagerung des linken Hufbeins stärker als die des rechten Hufbeins der Vordergliedmaße.

Am ersten Tag der thermographischen Untersuchung waren die Thermogramme der beiden Hinterhufe sowie des rechten Vorderhufes ohne besonderen Befund. Das

Thermogramm des linken Vorderhufes ließ eine deutliche Wärmezunge an der medialen Hufwand erkennen.

Am folgenden Tag war wiederholt eine Wärmezunge an der medialen Hufwand des linken Vorderhufes thermographisch sichtbar. Zudem konnte in der dorsalen Ansicht an beiden Vorderhufen eine deutlich verbreiterte Kronsaumwärme dokumentiert werden.

Nach weiteren drei Tagen zeigte sich noch immer eine ausgeprägte Wärmezunge an der medialen Hufwand des linken Vorderhufes und ein vermehrt warmer Kronsaum. Zusätzlich konnte eine undeutliche Wärmezunge an der lateralen Hufwand der linken Vordergliedmaße dokumentiert werden und an der medialen Wand des rechten Vorderhufes wurde eine Wärmezunge beobachtet, deren ΔT_1 Wert $0,9^\circ\text{C}$ betrug.

Im Verlauf der nächsten acht Tage veränderte sich das thermographische Bild der Vorderhufe nicht wesentlich. Nach weiteren drei Tagen verschwanden die seitlichen Wärmezungen der beiden Vorderhufe. Der vermehrt warme Kronsaumbereich blieb jedoch bestehen.

Da der Wallach sich in der Funktion deutlich gebessert hatte, wurde er am darauffolgenden Tag entlassen.

Patient Nr.31:

Ein fünfjähriger Mangalarga – Marchador Wallach, der bei Einlieferung in die Klinik klammen Gang der Vordergliedmaße zeigte und in der röntgenologischen Untersuchung eine Hufbeinsenkung zeigte.

Die Thermogramme der Vorderhufe zeigten eine deutliche Wärmezungenbildung an den medialen und lateralen Wänden der beiden Vorderhufe.

Folgende ΔT_1 Werte wurden gemessen:

VRL: $\Delta T_1 = 0,5^\circ\text{C}$

VLL: $\Delta T_1 = 0,7^\circ\text{C}$

VRM: $\Delta T_1 = 0,7^\circ\text{C}$

VLM: $\Delta T_1 = 0,6^\circ\text{C}$

Zudem konnte eine vermehrte Wärme der Kronsaumregion beobachtet werden. Dieses thermographische Muster zeigte sich an beiden Vorderhufen über fünf Tage.

An den Hinterhufen konnte eine schwach ausgeprägte Wärmezunge dokumentiert werden, die aber $\Delta T1$ Werte zwischen $1,2^{\circ}\text{C}$ und $1,8^{\circ}\text{C}$ an den medialen Hufwänden lieferte.

Dem Wallach sind daraufhin kühlende Hufangußverbände angelegt worden, so dass eine thermographische Untersuchung an den darauffolgenden vier Tagen nicht vorgenommen werden konnte.

Am elften Tag konnte im Thermogramm nur noch ein deutlich vermehrt warmer Kronsaum dokumentiert werden.

Der Wallach zeigte sich deutlich besser in der Funktion.

Am Vortag der Entlassung wurde an beiden Vorderhufen noch ein vermehrt warmer Kronsaum in den Thermogrammen sichtbar. Die thermographische Untersuchung der Hinterhufe blieb ohne besonderen Befund.

Somit wurde der Wallach nach Hause entlassen.

3.1.7 Patienten mit Pododermatitis diffusa aseptica chronica

Patient Nr.32:

Der Wallach zeigte zum Zeitpunkt der thermographischen Untersuchung keine Nachrotation der Hufbeine der Vordergliedmaßen. Die Oberflächentemperatur der Vorderhufe in dorsaler Ansicht betrug rechts $26,5^{\circ}\text{C}$ und links $26,8^{\circ}\text{C}$. Somit ergibt sich einer Temperaturdifferenz ΔTH von $0,3^{\circ}\text{C}$. In der dorsalen, medialen und lateralen Ansicht ergaben die Thermogramme keinen besonderen Befund.

Die $\Delta T1$ Werte lagen an den medialen und lateralen Hufwänden zwischen $1,2^{\circ}\text{C}$ und $1,8^{\circ}\text{C}$.

Patient Nr.33:

Ein zehnjähriger Eselhengst wurde mit einer chronischen Hufrehe und einem stark vermehrten Hornbildungsrate an allen vier Hufen in der Klinik vorgestellt.

Die Thermogramme, die vor der Zubereitung der Hufe angefertigt worden sind, zeigten einen warmen Kronsaumbereich, der sich an der lateralen und medialen Wand der Vorderhufe verbreiterte. Es waren jedoch keine abgesetzten Wärmezungen erkennbar. Die ΔT_1 Werte an Vorder- und Hinterhufen lagen zwischen $1,2^\circ\text{C}$ und $1,6^\circ\text{C}$.

Die übermäßig gewachsenen Hufe des Esels wurden in der Schmiede auf eine normale Hufform gekürzt. Die Thermogramme, die nach dem Besuch in der Schmiede von den Eselhufen angefertigt wurden, zeigten besonders in den definierten Regionen R1 und R2 keine Veränderungen.

Patient Nr.34:

Der dreizehnjährige Shetlandponywallach zeigte röntgenologisch keine Nachrotation der Hufbeine an den Vordergliedmaßen. Die Oberflächentemperaturen der dorsalen Hufwand beider Vorderhufe betragen $27,7^\circ\text{C}$, so dass die Temperaturdifferenz ΔT_H 0°C ergibt. In den medialen und lateralen Ansichten blieben die Thermogramme ohne besonderen Befund. Die Durchschnittstemperatur VRM betrug $27,7^\circ\text{C}$, VRL $28,0^\circ\text{C}$, VLM $27,0^\circ\text{C}$ und VLL $27,5^\circ\text{C}$.

3.1.8 Patienten der Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe setzte sich aus fünf Stuten, dreizehn Wallachen und zwei Hengsten im Alter von vier bis zwanzig Jahren zusammen. Diese Pferde und Ponys waren Patienten oder Eigentum der Klinik für Pferde der FU Berlin und wiesen keine Erkrankungen der Gliedmaßen auf.

Es wurden thermographische Aufnahmen der Vorder- und Hinterhufe, sowohl jeweils von der dorsalen, als auch von der lateralen und medialen Ansicht angefertigt.

Zudem wurden von zehn unbeschlagenen Vorderhufen Thermogramme der Sohlenfläche gemacht, um auch für die Hufsohle ein Temperaturverteilungsmuster erstellen zu können.

Die Untersuchung der Tiere der Kontrollgruppe diente dazu, das typische Temperaturverteilungsmuster gesunder Hufe darzustellen.

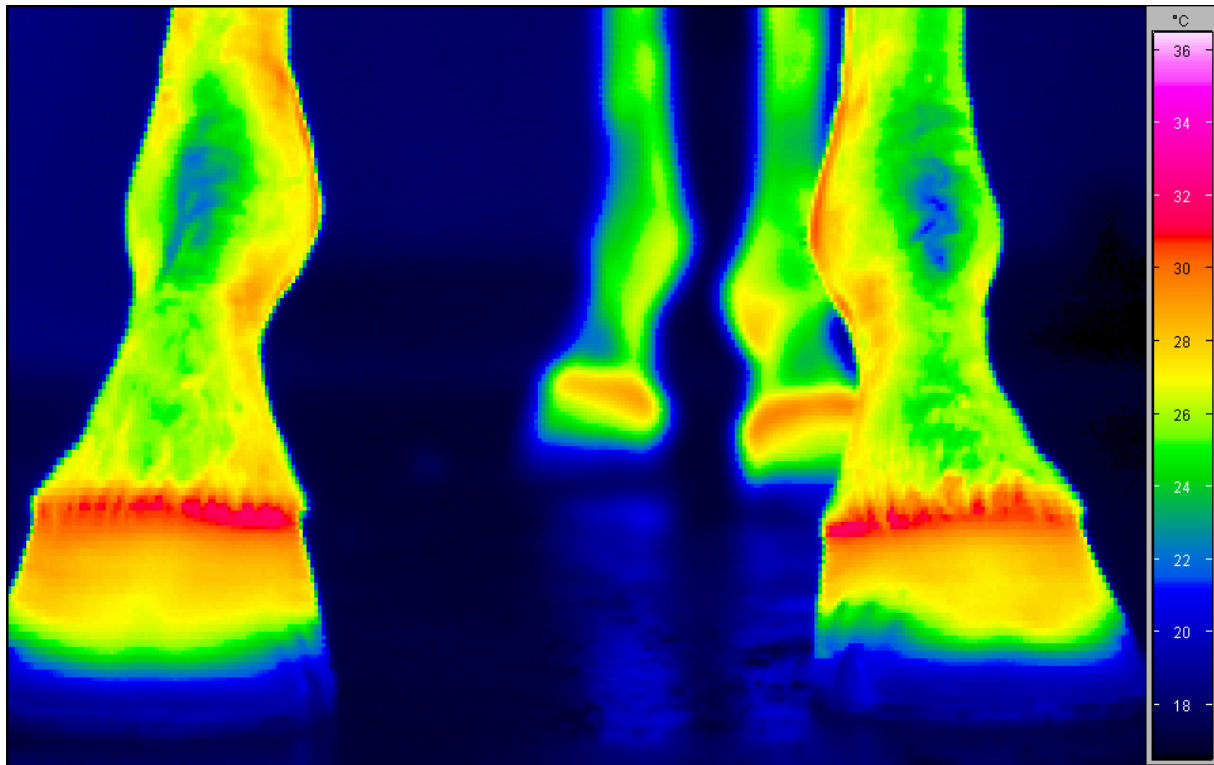


Abbildung 16: Thermogramm von beiden Vorderhufen eines Pferdes aus der Kontrollgruppe

Bei allen Pferden der Kontrollgruppe konnte bei Betrachtung der Thermogramme festgestellt werden, dass sich aufgeschmiedete Eisen und deren Aufzüge deutlich darstellten. Die Aufzüge stellten sich geringgradig wärmer dar als das Hufhorn der Tragerandregion.

Auch konnten die Nagelaustritte bzw. die durch diese entstandenen Vertiefungen in der Hufwand auf den thermographischen Aufnahmen als „cold spot“ erkannt werden.

Die Temperatur des Tragrandes unterschied sich im Durchschnitt nur $0,7^{\circ}\text{C}$ von der Temperatur des Untergrundes, auf dem die Probanden standen.

Immer stellte die Kronsaumregion den wärmsten Bereich des Hufes dar, wobei dieser Bereich größter Wärme an der dorsalen Wand einen geringeren Anteil in der Gesamtansicht einnahm als an der lateralen oder medialen Ansicht.

Zuerst sollte untersucht werden, inwiefern sich die Durchschnittstemperaturwerte, die an der dorsalen Fläche der Vorderhufe gemessen wurden, sich von denen der korrespondierenden Gliedmaße unterscheiden.

In der folgenden Graphik sind die Temperaturdifferenzen ΔTH zwischen der dorsalen Fläche des rechten und des linken Vorderhufes bei den einzelnen Pferden dargestellt:

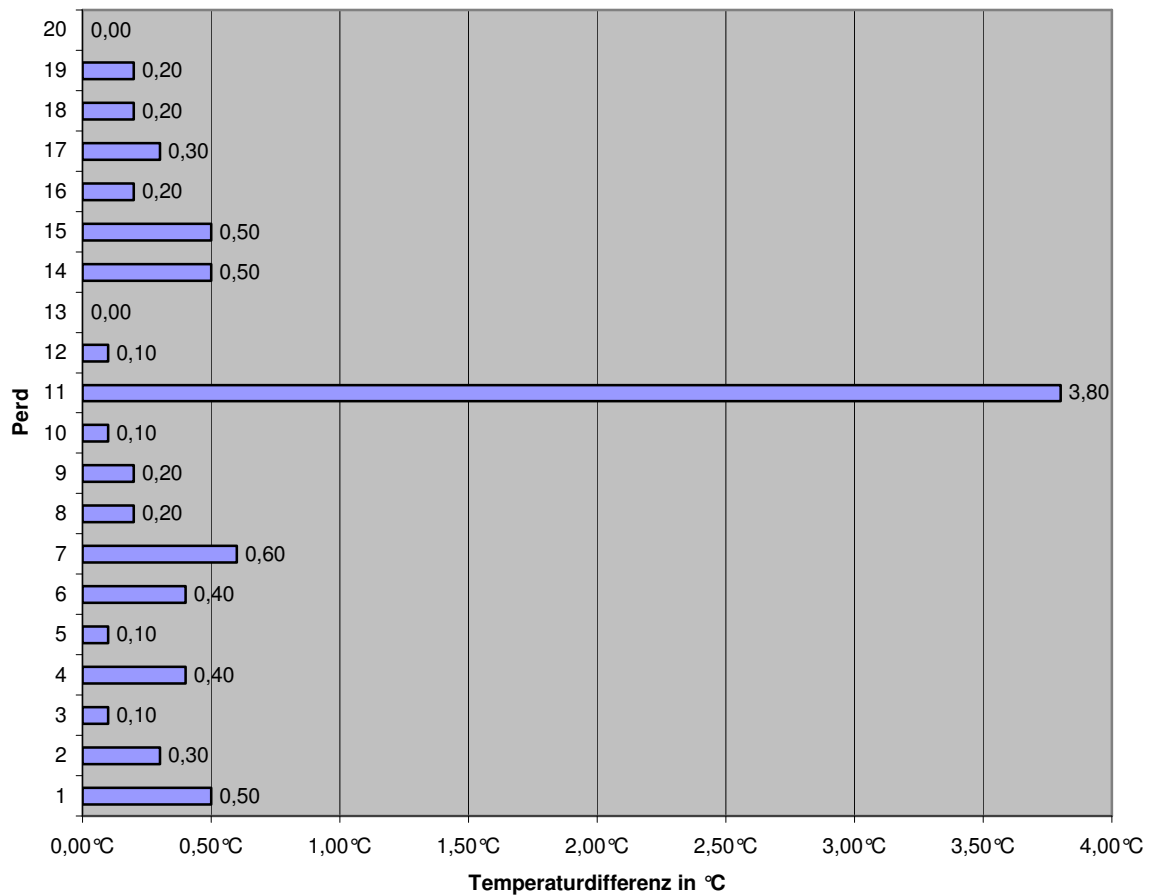


Abbildung 17: Temperaturdifferenz der dorsalen Hufwand zwischen rechtem und linkem Vorderhuf

Die Abbildung 17 macht deutlich, dass die Temperaturdifferenz ΔTH zwischen den beiden Vorderhufen der untersuchten Tiere in 95% deutlich $< 1^{\circ}\text{C}$ beträgt. 75 % der untersuchten Vorderhufe wiesen eine Temperaturdifferenz $\Delta TH < 0,5^{\circ}\text{C}$ auf.

Der Mittelwert von ΔTH beträgt $0,44^{\circ}\text{C}$.

Dieser Vergleich wurde auch an den Hinterhufen durchgeführt. Die Temperaturdifferenzen ΔTH zwischen der dorsalen Hufwand von rechtem und linkem Hinterhuf sind in der nachstehenden Graphik für jedes einzelne Pferd aufgetragen.

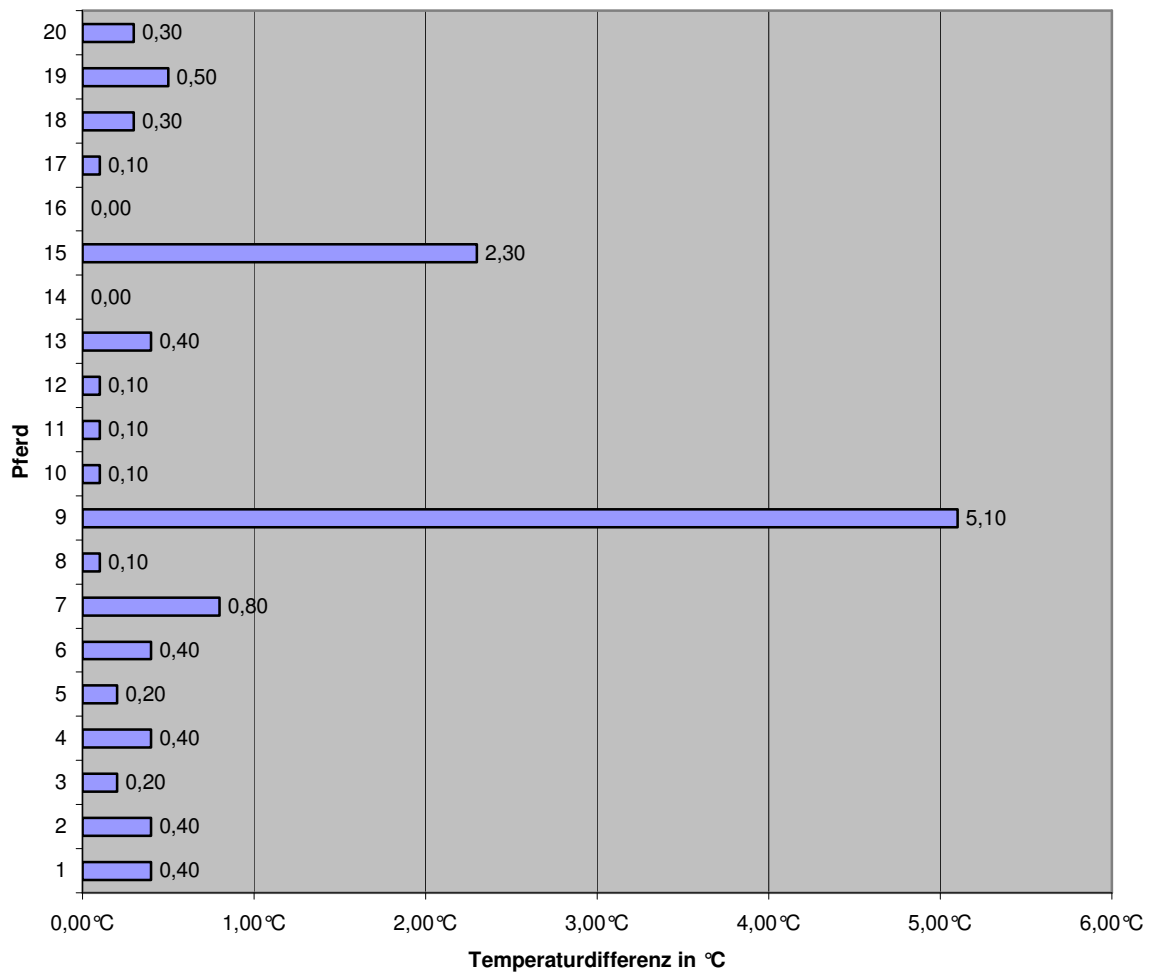


Abbildung 18: Temperaturdifferenzen der dorsalen Hufwand der Hinterhufe

Der Mittelwert der Temperaturdifferenz Δ_{TH} zwischen beiden Hinterhufen beträgt $0,61^{\circ}\text{C}$.

In der Versuchsgruppe konnte in 80% der Fälle eine Temperaturdifferenz Δ_{TH} der Hinterhufe von $<0,5^{\circ}\text{C}$ gemessen werden.

Im Anschluss daran soll die Temperaturdifferenz ΔT_H der Oberflächentemperaturen der dorsalen Hufwand aller Hufe eines Pferdes dargestellt werden. Dies ist in der Abbildung 19 verdeutlicht, die jeweils die höchste Temperaturdifferenz pro Pferd aufzeigt.

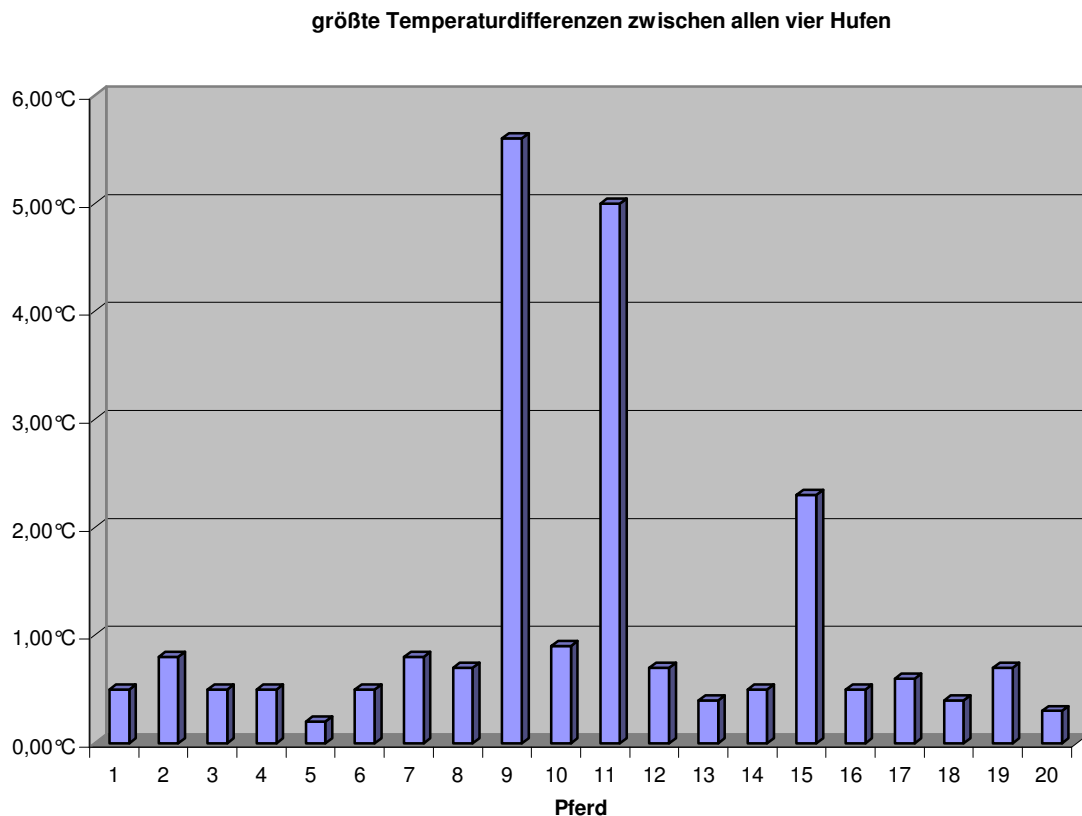


Abbildung 19: höchste Temperaturdifferenz der dorsalen Hufwand aller Hufe

Die Abbildung 19 zeigt, dass bei 85% der untersuchten Pferde die höchste Temperaturdifferenz zwischen den dorsalen Hufwänden $<1^{\circ}\text{C}$ liegt.

Der Mittelwert beträgt $1,12^{\circ}\text{C}$.

Im Folgenden wurde untersucht, inwiefern sich absolute Temperaturwerte an einem Huf in der dorsalen, lateralen und medialen Ansicht unterscheiden.

Hierfür wurde die Durchschnittstemperatur der jeweiligen Ansicht mit Hilfe des IRBIS® Thermographie- Softwareprogramms ermittelt.

Die Durchschnittstemperaturwerte in °C der Ansichten der Hufe von neun Pferden der Kontrollgruppe sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Im Anschluss daran stehen die Temperaturdifferenzen, wobei ΔT VL I die Differenz zwischen VLD und VLL bezeichnet.

Tabelle 10: Temperaturwerte der Hufwände bei neun Pferden

	Pferd 1	Pferd 2	Pferd 3	Pferd 4	Pferd 5	Pferd 6	Pferd 7	Pferd 8	Pferd 9
VLD	26,40	25,00	24,30	26,60	25,80	27,00	26,80	28,50	28,40
VLL	28,40	26,30	25,00	27,60	25,40	27,90	27,20	28,60	29,70
VLM	28,40	26,60	26,10	28,50	26,10	27,50	27,80	28,10	29,40
VRD	27,40	24,50	22,70	26,60	25,00	25,20	26,70	28,00	28,40
VRL	27,70	26,00	23,70	28,30	24,90	25,80	27,20	28,00	29,30
VRM	28,40	26,70	24,00	28,30	26,60	26,00	27,90	28,50	29,90
HLD	28,90	26,10	20,70	27,10	20,20	25,40	26,40	28,00	28,80
HLL	29,10	27,40	22,00	28,00	20,90	26,10	26,80	28,60	29,80
HLM	29,30	27,20	21,90	28,30	20,40	26,10	27,60	28,50	30,20
HRD	28,50	23,80	21,80	27,30	25,30	25,20	26,20	28,00	28,40
HRL	29,30	24,60	22,90	28,40	25,50	26,50	27,00	27,50	29,30
HRM	29,50	25,00	23,60	28,40	26,10	26,90	27,80	28,60	29,90
ΔT VL I	2,00	1,30	0,70	1,00	0,40	0,90	0,40	0,10	1,30
ΔT VL II	2,00	1,60	1,80	1,90	0,30	0,50	1,00	0,40	1,00
ΔT VL III	0,00	0,30	1,10	0,90	0,70	0,40	0,60	0,50	0,30
ΔT VR I	0,30	1,50	1,00	1,70	0,10	0,60	0,50	0,00	0,90
ΔT VR II	1,00	2,20	1,30	1,70	1,60	0,80	1,20	0,50	1,50
ΔT VR III	0,70	0,70	0,30	0,00	1,70	0,20	0,60	0,50	0,60
ΔT HL I	0,20	1,30	2,70	0,90	0,70	0,70	0,40	0,60	1,00
ΔT HL II	0,40	1,10	1,20	1,20	0,20	0,70	1,20	0,50	1,20
ΔT HL III	0,20	0,20	0,10	0,30	0,50	0,00	0,80	0,10	0,20
ΔT HR I	0,80	0,80	1,10	1,10	0,20	1,30	0,80	0,50	0,90
ΔT HR II	1,00	1,20	1,80	1,10	0,80	1,70	1,60	0,60	1,50
ΔT HR III	0,20	0,40	0,70	0,00	0,60	0,40	0,80	1,10	0,60

In 91,7% der untersuchten Fälle ist der Wert ΔT III (die Temperaturdifferenz zwischen lateraler und medialer Ansicht eines Hufes) $<1^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturdifferenz zwischen dorsaler und medialer Hufansicht ΔT II ist in 69,4 % der Fälle $<1^\circ\text{C}$.

Hingegen liegt die Temperaturdifferenz zwischen dorsaler und lateraler Hufwand ΔT I in 36,1 % der gemessenen Hufe $<1^\circ\text{C}$.

Bezogen auf die absoluten Temperaturen ist die Durchschnittstemperatur der medialen Hufwand bei 97,2 % der untersuchten Hufe höher als die der dorsalen Hufwand.

Die Mittelwerte der Temperaturdifferenzen zwischen der dorsalen und lateralen (ΔT I), der dorsalen und medialen (ΔT II) und der lateralen und medialen Hufwand (ΔT III) für die einzelnen Hufe sind in der *Tabelle 11* dargestellt.

Tabelle 11: Mittelwerte der Temperaturdifferenzen zwischen dorsaler, lateraler und medialer Hufwand

ΔT VL I	0,90 °C
ΔT VR I	0,73 °C
ΔT HL I	1,04 °C
ΔT HR I	0,84 °C
ΔT VL II	1,17 °C
ΔT VR II	1,13 °C
ΔT HL II	0,91 °C
ΔT HR II	1,29 °C
ΔT VL III	0,53 °C
ΔT VR III	0,59 °C
ΔT HL III	0,27 °C
ΔT HR III	0,58 °C

Die Abbildung 20 stellt diese Temperaturmittelwerte einander graphisch gegenüber.

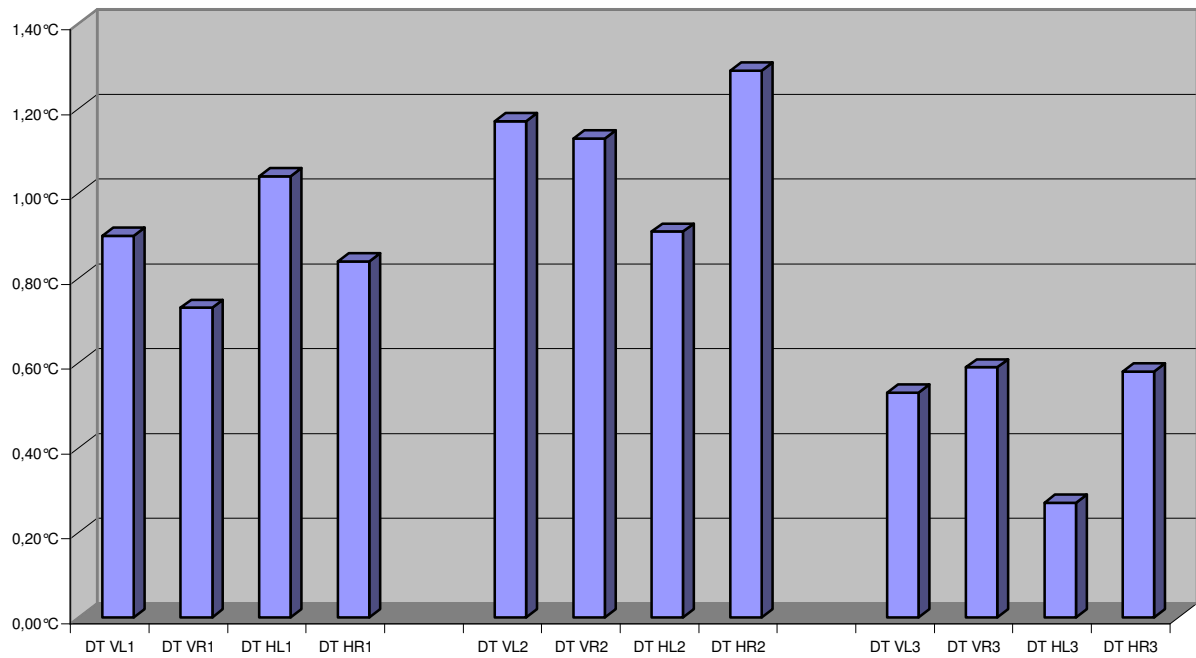


Abbildung 20: Mittelwerte der Temperaturdifferenzen zwischen dorsaler, lateraler und medialer Hufwand

Für die in der Abbildung 20 dargestellten Mittelwerte pro Huf errechnen sich folgende Mittelwerte für alle Hufe:

$$\Delta T I = 0,88^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T II = 1,13^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T III = 0,49^{\circ}\text{C}$$

Weiterhin wurde bei den Pferden der Kontrollgruppe die Aufnahmen der Hufe in dorsaler, medialer und lateraler Ansicht in die bereits beschriebenen Regionen R1 - R4 aufgeteilt und die absoluten Temperaturwerte dieser Regionen miteinander ins Verhältnis gesetzt.

Die Mittelwerte der Temperaturdifferenzen $\Delta T1$ - $\Delta T4$ der jeweiligen Hufansichten sind in der Tabelle 12 aufgeführt.

Tabelle 12: Mittelwerte der Temperaturdifferenzen der Regionen R1 - R4 in der jeweiligen Ansicht

	VRD	VRL	VRM	VLD	VLL	VLM	HRD	HRL	HRM	HLD	HLL	HLM
$\Delta T1$	1,86	1,66	1,41	1,93	1,51	1,43	2,01	1,26	1,34	1,63	1,26	1,26
$\Delta T2$	2,14	2,81	2,15	1,97	2,3	2,48	2,38	2,85	2,06	2,2	2,41	2,55
$\Delta T3$	4,88	4,44	4,47	4,98	4,39	4,78	4,33	4,53	4,19	4,2	4,08	3,96
$\Delta T4$	9,04	8,96	8,02	8,88	7,74	8,67	8,71	8,64	7,7	7,89	7,88	7,78

Die Temperaturmittelwerte der *Tabelle 12* sind in der Abbildung 21 graphisch dargestellt.

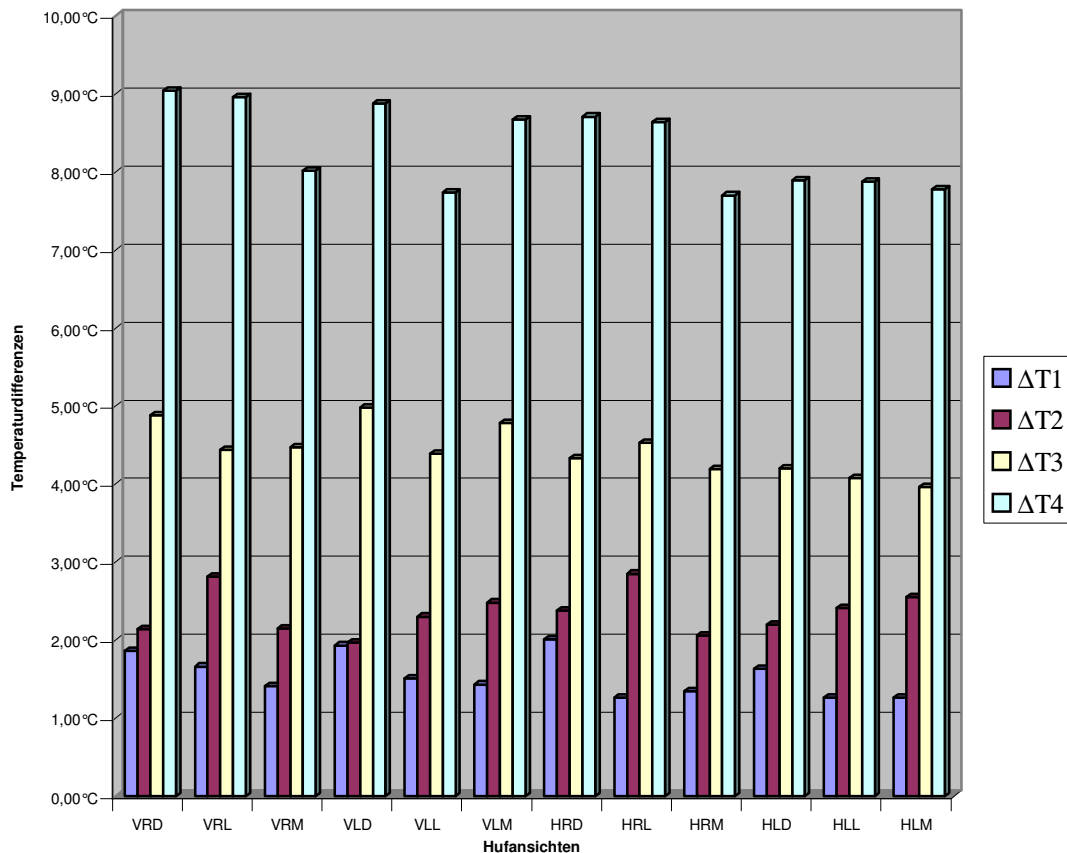


Abbildung 21: Temperaturdifferenzen $\Delta T 1 - \Delta T 4$ der jeweiligen Hufansichten

Im Vergleich miteinander werden die niedrigsten Temperaturdifferenzen zwischen den Regionen R1 und R2 ($\Delta T1$) an der medialen Ansicht der Hufe gemessen.

Hier beträgt der Mittelwert von Vorder- und Hinterhufen $1,36^{\circ}\text{C}$.

Ein nur wenig höherer Wert stellt mit $1,42^{\circ}\text{C}$ Temperaturdifferenz der Wert $\Delta T1$ der lateralen Hufwand dar.

An der dorsalen Hufwand hingegen liegt $\Delta T1$ im Mittel bei $1,86^{\circ}\text{C}$.

Der Wert $\Delta T2$ beträgt an der dorsalen Wand im Mittel $2,17^{\circ}\text{C}$, an der medialen Wand $2,31^{\circ}\text{C}$ und an der lateralen Wand $2,59^{\circ}\text{C}$.

Die Werte von $\Delta T3$ liegen an der medialen Wand mit $4,35^{\circ}\text{C}$ und der lateralen Wand mit $4,36^{\circ}\text{C}$ eng beieinander. An der dorsalen Hufwand beträgt $\Delta T3$ $4,60^{\circ}\text{C}$.

Der Wert ΔT_4 beschreibt die Temperaturdifferenz zwischen der Kronsaum- und der Tragrandregion. Dieser beträgt an der dorsalen Hufansicht im Mittel $8,63^\circ\text{C}$, an der lateralen Hufwand $8,31^\circ\text{C}$ und an der medialen $8,04^\circ\text{C}$.

Wenn jetzt speziell die Werte ΔT_1 (zwischen R1 – R2, d.h. proximale Hälfte des Hufes) mit den Temperaturdifferenzen von $1,36^\circ\text{C}$, $1,42^\circ\text{C}$ und $1,86^\circ\text{C}$ den Werten von ΔT_3 (zwischen R3 und R4 d.h., distale Hälfte des Hufes) die $4,60^\circ\text{C}$, $4,36^\circ\text{C}$ und $4,35^\circ\text{C}$ verglichen werden, fällt hier ein Temperaturunterschied von ca. 3°C auf.

Aus diesen Vergleichen der Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Regionen wird ersichtlich, dass die Oberflächentemperatur des Hufes im Verlauf der proximalen Hälfte weniger stark absinkt als in der distalen Hälfte des Hufes.

Dies konnte auch durch eine weitere Methode an den Thermoprofilen von physiologischen Hufen nachgewiesen werden. Um möglichst unabhängig von Hufgröße und absoluter Huftemperatur zu sein, wurde eine Linie an der Medianen der dorsalen Wand gezogen. Am proximalen Ende der Linie, in der Kronsaumregion, wurde ein Temperaturpunkt gemessen. Im folgenden wurden entlang dieser Linie jeweils die Punkte markiert, an denen die Oberflächentemperatur um 1°C , im Vergleich zum vorangegangenen Punkt, gesunken ist. Dabei stellt der erste Punkt die höchste Temperatur dar. So können mit Hilfe weiterer senkrechter Linien die einzelnen Punkte einer Temperatur verbunden werden und man erhält ein schematisches Temperaturverteilungsmuster des Hufes, das in der Abbildung 21 dargestellt ist.

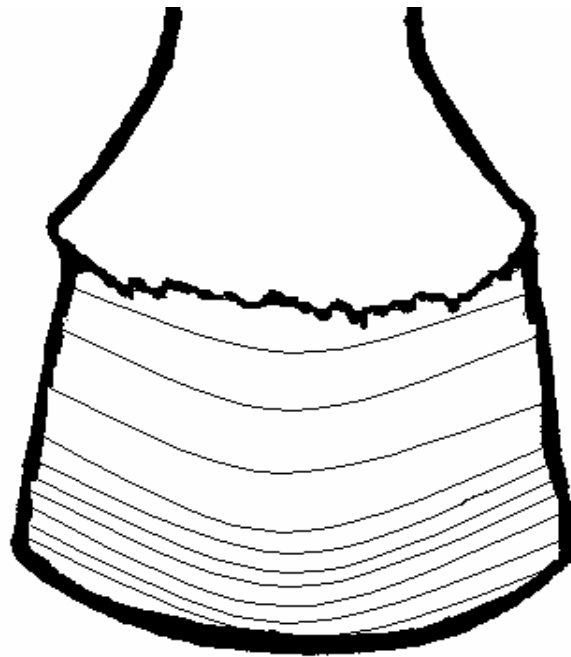


Abbildung 22: Schematische Darstellung des Temperaturverteilungsmusters an der dorsalen Hufwand

Bei den Thermogrammen der Sohlenfläche von zehn unbeschlagenen Vorderhufen wurden an den definierten Regionen S1 bis S5 folgende absolute Temperaturen an den einzelnen Sohlen gemessen. Sie sind in der Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: Temperaturmittelwerte der definierten Regionen an der Sohle

	Sohle 1	Sohle 2	Sohle 3	Sohle 4	Sohle 5	Sohle 6	Sohle 7	Sohle 8	Sohle 9	Sohle 10
S1	23,90	24,00	23,70	23,60	23,20	24,60	25,30	24,60	23,60	24,20
S2	29,80	29,80	29,60	31,10	30,00	32,20	31,80	30,90	30,10	31,50
S3	30,60	30,50	29,80	30,80	30,90	32,20	31,60	30,70	29,90	31,20
S4	29,00	29,20	28,50	29,00	29,60	28,00	27,70	27,20	26,20	28,20
S5	26,10	26,40	26,50	25,80	25,70	25,70	26,30	25,10	24,10	26,10

Die rechte und linke Strahlfurche (S2 und S3) zeigen jeweils die höchsten Temperaturwerte an allen untersuchten Sohlenflächen.

Der Tragerand mit den Eckstreben (S1) zeigt an allen gemessenen Hufen die niedrigste Temperatur der Sohlenfläche.

Die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Strahlfurchen beträgt im Mittel $0,38^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturdifferenz zwischen Tragerand und Strahlfurchen beträgt in Durchschnitt $6,68^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturwerte von der Region Sohlenkörper (S4) sind in allen untersuchten Fällen kleiner als die seitlichen Strahlfurchen (S2 und S3), jedoch immer größer als die von Tragerand und Eckstreben (S1).

Die absoluten Temperaturen der Region Hornsohle und Sohlenwinkel (S5) sind in allen Fällen größer als die der Region Tragerand und Eckstreben (S1) und kleiner die des Sohlenkörpers (S4).

Demnach sinkt die Temperatur an der Sohlenfläche von den Strahlfurchen über den Sohlenkörper und die Sohlenschenkel bis hin zum Tragerand stetig.

Die Thermogramme der Sohlenfläche zeigten in allen untersuchten Fällen ein einheitliches Thermoprofil. Die seitlichen Strahlfurchen stellten sich immer als wärmster Bereich der Sohle dar, besonders an ihren palmaren Anteilen, in denen die Strahlschenkel besonders breit und tief waren. Die Strahlspitze hingegen hat meist die gleiche Temperatur wie der Sohlenkörper. In einzelnen Fällen zeigte die mittlere Strahlfurche ähnlich hohe Temperaturen wie die seitlichen Strahlfurchen.

Der Tragerand und die Eckstreben setzten sich mit den niedrigsten Temperaturwerten optisch deutlich von der Hornsohle ab. Der Sohlenkörper war meist von der Strahlspitze nicht eindeutig zu differenzieren. Im Vergleich stellte sich der Sohlenkörper nach den Strahlfurchen als nächst wärmste Zone dar. Die Sohlenwinkel zeigten kühlere Temperaturen als die angrenzenden Sohlenschenkel. Die Sohlenschenkel hingegen wiesen Temperaturen auf, die zwischen denen von Sohlenkörper und Sohlenwinkel lagen.