

5. Diskussion

5.1. Auswahl des Materials

Für die vorliegende Untersuchung wurden lediglich Vorderhufe ausgewählt, um die Gesamtheit der Hufe etwas homogener zu halten.

Da die Hufe mit wenigen Ausnahmen aus einer Schlachtereier stammten, lagen keine Informationen über die Rasse, das Alter oder die Nutzungsform des Pferdes vor.

Huf ST 8 entspricht seiner Form nach der eines noch nicht ausgewachsenen Pferdes (Jährling), während alle anderen Hufe von erwachsenen Tieren zu stammen scheinen.

Aussagen über eine eventuell zum Zeitpunkt des Todes bestehende Lahmheit konnten somit nicht gemacht werden. Jedoch wurden Hufe mit extremen Veränderungen, sowie Reehufe von der Untersuchung ausgeschlossen.

Die Einteilung der Hufe in die Gruppen R, ST und SP erfolgte anhand der von RUTHE (1988) genannten Kriterien.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei den spitzen und stumpfen Hufen oftmals parallel die Tendenz zum weiten oder engen Huf vorlag.

Durch die für jeden Huf individuelle Berechnung der Relationen zwischen Polsterweite und Hufweite wurden diese Formunterschiede berücksichtigt.

Da der Gruppe der regelmäßigen Hufe 24 Hufe zuzuordnen waren, und den Gruppen ST und ST nur jeweils acht Hufe, führen Messfehler oder Ausreißer zu großen Veränderungen des Gesamtergebnisses und die geringe Versuchsgruppengröße ist insbesondere bei der Interpretation des Medianwertes zu beachten.

5.2. Vermessen der Hufe

Der Huf ist in seiner Morphologie ein unregelmäßiger Körper, so dass genaue Messungen erschwert werden (HELMAN et al., 2002).

HABACHER (1917) spricht von der Hornwand als Summe gekrümmter Seitenflächen, also der Mantelfläche eines komplizierten Körpers.

Der Wunsch den Huf in seiner Form und Größe zu objektivieren führte in Zusammenspiel mit der Definition der einzelnen Hufbereiche durch die Anatomie zu heute gängigen Hufmessungen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass es immer noch einige Größen gibt, die nicht verbindlich definiert sind und bei der Bewertung der Ergebnisse die Messmethode mit beachtet werden sollte.

RUTHE (1988) gibt in seiner Beschreibung der verschiedenen Hufformen keine genaue Definition der Trachtenecke oder der Seitenwand- wie Trachtenwandlänge, so dass nicht alle seine Ergebnisse klar nachvollziehbar sind.

ARABIAN et al. (2001) messen die Seitenwandlänge und – höhe ausgehend von einem Viertel des Kronrandumfangs von dem Trachtenbereich beginnend, und somit sind diese Messungen nicht zwangsweise mit Werten vergleichbar, die, wie in der vorliegenden Arbeit, von der weitesten Stelle des Hufes aus ermittelt wurden.

ARABIAN et al. (2001) treffen nach dem Vermessen von 91 Hufen die Aussage, dass Hufform und – gröÙe sehr variabel sind.

WISSDORF et al. (1987) geben nach der Untersuchung der Hufe von 513 Pferden an, dass das Idealbild des regelmäßigen Hufes nicht gefunden wurde, obwohl die Hufe bei einer oberflächlichen Betrachtung annähernd der von RUTHE (1978) beschriebenen regelmäßigen Form zuzuordnen waren. Diese Aussage trifft auch auf die in der vorliegenden Arbeit beurteilten Hufe zu.

Hieran wird deutlich wie schwierig eine Gruppenbildung von Hufen ist und dass eine Vergleichbarkeit nur bedingt gegeben ist.

Die durchgeführte zusätzliche Untersuchung zum Einfluss der Schmiedeperiode zeigt die Bedeutung, die der Hufzubereitung zukommt.

Mangelnde Hufpflege erschwert die Vermessung des Hufes, so dass ein lange Zeit vernachlässigter Huf, oder ein schlecht zubereiteter Huf, vorschnell zu einer falschen Hufform

zugeordnet werden kann, da Hornwachstum und Abnutzung des Horns das Erscheinungsbild beeinflussen.

Die Erneuerung des Hufhorns an der Zehe ist nach etwa 11 Monaten, die der Trachten nach 4 – 5 Monaten abgeschlossen (NICKEL et al., 1996). Nach JOSSECK (1991) dauert die Erneuerung von Strahl und Sohle 3 – 4 Monate, POLLIT (1990) gibt lediglich eine Dauer von 2 Monate an.

Besonders Länge und Weite des Hufes sind von der Zubereitung abhängig, so dass der Quotient L. Huf/ L. Strahl sich bei lang belassener oder kurz getrimmter Zehe ändern kann. Der Strahl selbst ist in seiner Länge durch fehlendes Schneiden zwar ebenfalls etwas beeinflussbar, allerdings nur begrenzt. GLADE und SALZMAN (1985) finden bei der Strahllänge keine Beeinflussung durch eine Zurichtung mit kurzer oder langer Zehe, die Weite des Strahles ist jedoch durch das Belassen einer langen Zehe zu reduzieren, so wie sich insgesamt der Huf verschmälert.

RICHTER (1922) bestimmt die Relation zwischen Länge der Hufmittellinie und der Strahllänge für Vorder- und Hinterhufe, und erhält als Ergebnis das Verhältnis Huflänge : Strahllänge = 3:2. Das entspricht einem Quotienten von 1,5. Die untersuchten Hufe weisen geringere Werte auf (Mittelwerte (R): 1,34; (ST): 1,37 und (SP): 1,39). Zu berücksichtigen ist jedoch, dass RICHTER (1922) 150 Hufe untersuchte, während in dieser Dissertationsschrift lediglich 40 Hufe vermessen wurden.

Die Definition des Trachtenzwanges durch die rein rechnerische Relation von Strahlweite/ Strahllänge (TURNER, 1992; TURNER und STORK, 1988), liefert bei mehreren Hufen der vorliegenden Arbeit einen Quotienten unterhalb von 0,67. Obwohl die Strahlweite somit in Relation zur Strahllänge sehr gering ist, kann nicht in all diesen Hufen das morphologische Bild eines Trachtenzwanges bestätigt werden. Strahllänge und Strahlweite wurden in Analogie zu TURNER und STORK (1988) bestimmt. Ebenso finden RUOHONIEMI et al. (1997 b) bei der Untersuchung von 100 Vorderhufen in 38 Fällen eine Strahlweite von weniger als 67% der Strahllänge, obwohl nicht alle diese Hufe klinisch eine Verengung der Trachten zeigen. Vielmehr handelt es sich um einen stark geschnittenen Hornstrahl.

5.3. Präparation des Hufpolsters

Um die Präparation des Hufpolsters möglich zu machen, muss die Hornkapsel entfernt werden. Das Lösen der Verbindung zwischen den Lederhautproliferationen und den

Bildungen der Oberhaut ist auf zwei Wegen zu erreichen. In der Literatur ist die Methode des stückweisen Herunterziehens der Hornkapsel beschrieben, nachdem mit der Säge ein Querschnitt im distalen Bereich der Wand und in der Mitte der Zehenwand ein Sagittalschnitt geführt wird (KNEZEVIC, 1962). Auf diese Weise kann jedoch durch die Säge oder die Hornhebezangen das Strahlpolster beschädigt werden. Allerdings kann das Abheben der Hornkapsel so am frischen Huf durchgeführt werden.

Bei der Methode des so genannten Ausschuhens ist, durch das tagelange Einstellen des Hufes in Wasser, das Gewebe zum Zeitpunkt der Präparation nicht mehr frisch und erschwert so die Separation der verschiedenen Gewebe vom Hufpolster.

Angaben zu einer Präparation des Polsters sind in der Literatur nicht zu finden.

Die Probleme bei dem Versuch der vollständigen Isolation des Polsters von den angrenzenden Strukturen konnten jedoch bereits anhand von Literaturstellen vorhergesehen werden (BOWKER et al., 1998; NICKEL et al., 1996; RIEGEL, 1999; RUOHONIEMI et al., 1997 a), die auf die Verwachsungen des Strahl- und Ballenpolsters mit den Hufknorpeln und der Tiefen Beugesehne hinweisen.

Die Präparation des Polsters wurde aufgrund der schlechten Isolierbarkeit und dem Verlust der Zuordnung in die genaue anatomische Lage nicht weiter verfolgt.

Die Bestimmung des Volumens des Hufpolsters wäre infolge der unzureichenden Separation nur ungenau, auch wenn die Wasserverdrängungsmethode an und für sich ein geeignetes Verfahren darstellt (PERRIN und GUEX, 2000). Um einen Vergleich zwischen Huf und Hufpolster bilden zu können, muss neben dem Polstervolumen das Volumen des Hufes ermittelt werden. Hierbei sollte das Innenvolumen des Hornschuhes bestimmt werden, da so Beeinflussungen des Ergebnisses durch die Horndicke vermieden werden können.

5.4. MRT-Untersuchung des Hufpolsters

5.4.1. Darstellung des Strahl- und Ballenpolsters

Für die teilweise schlechte optische Abgrenzbarkeit des Hufpolsters von anliegenden Geweben treffen teilweise die gleichen Gegebenheiten zu, die auch schon die Isolierbarkeit

des Hufkissens einschränken. Durch die Verwachsungen mit der tiefen Beugesehne, den Hufknorpeln, der Sehnenscheide und Bändern tritt auch im MRT-Bild keine klare Grenzlinie hervor. Zusätzlich stellen sich die manche Gewebe aufgrund ihrer histochemischen Eigenschaften mit ähnlichen schwarz-weiß-Abstufungen dar. Als Beispiel sei die Faserknorpel einlagerung in den Insertionsbereich der tiefen Beugesehne genannt, die eine Farbänderung von schwarz zu einem Grauton mit sich bringt (KLEITER, 1996). Als Folge verliert sich die gute Bildkontrastierung zwischen Beugesehne und Hufpolster. In dieser Arbeit wurde zwar kein histologisches Präparat des TBS-Insertionsbereiches angefertigt, die MRT-Darstellungen entsprechen jedoch denen von KLEITER (1996), so dass auch hier eine Einlagerung von Faserknorpel für die Signalintensitätsänderung als wahrscheinlich angesehen werden kann.

Ein weiteres Beispiel für die Probleme bei der Abgrenzung des Hufpolsters stellt der Faseraustausch zwischen Hufknorpeln und dem Hufkissen dar.

Außer einer direkten geweblichen Verbundenheit der Gewebe miteinander kann die optische Abgrenzbarkeit durch Überlagerungen beeinträchtigt sein. Dies ist insbesondere in der sagittalen Ansicht durch die Hufknorpel und den Hahnenkamm der Fall und in der transversalen Schnittführungen eventuell durch die Insertion der tiefen Beugesehne sowie das Sohlen- und Strahlhorn.

In den zur Untersuchung gekommenen Hufen ist das Hufhorn durch den Auftauprozess nach der Lagerung im Tiefkühlraum wasserhaltiger als im physiologischen Fall, so dass hier das Horn signalstärker ist als im trockenen Zustand. Diese Angabe wird auch von KLEITER (1996) gemacht, die bei an Strahlfäule erkrankten Hufen im MRT-Bild hellgraue Bezirke findet und diese auf den erhöhten Wassergehalt zurückführt.

Der sagittalen Ansicht ist gegenüber den anderen Schnittführungen hinsichtlich der Abgrenzung des Hufpolsters der Vorzug zu geben, da hier in der Regel nur Schwierigkeiten im abaxialen Hufbereich und gegebenenfalls am Hahnenkamm auftreten können. Die transversale Schnittführung bedingt von der Sohle ausgehend bei den meisten Hufen mehrere Bilder, in denen das Hufhorn die Darstellung des Polsters beeinträchtigt. KLEITER (KLEITER, 1996) bevorzugt zur Beurteilung des Strahl- und Ballenkissens die transversale und sagittale Ansicht und bewertet die coronale Schnittführung als ungeeigneter. Diese Ansicht wird jedoch zur Betrachtung der Hufknorpel als gut geschildert, während die sagittale Bilderstellung als wenig geeignet beschrieben wird (KLEITER, 1996).

Die bei Huf 3 gefundene starke Krümmung der Hufknorpel mit Verlagerung weit in den Ballen hinein, verdeutlicht die Auswirkung der bereits adspektorisch am Huf erkennbaren

Trachtenenge. Die Hornstrahlschenkel lassen auf der coronalen Schnittführung eine Verbiegung zur Hufmedianen erkennen und schließen schmale Strahlpolsterschenkel ein. Schmale Polsterschenkel sind auch auf den MRT-Bildern von Huf 2 sichtbar. Auch dieser Huf weist in seiner Morphologie geringgradigen Trachtenzwang auf. Die gewonnenen Bilder zeigen die Auswirkung des Trachtenzwanges auf Strahl und Strahlpolster, die von Verkleinerung bis zum Schwund reichen können (HERTSCH, 2003; RUTHE, 1978 und 1988; SCHWENDIMANN, 1930).

Die zunehmende Festigkeit des Strahlpolsters im Bereich seiner Spitze (FIEBIGER und TRAUTMANN, 1949; LUNGWITZ und HEMMANN, 1910; POLLIT, 1992) kann in einem Zusammenhang mit der, in der coronalen Schnittführung, auffallenden Signalintensitätszunahme innerhalb des Strahlpolsters gesehen werden.

Die magnetotomographisch dargestellte Streifung des Ballenpolsters entspricht ebenfalls der von LUNGWITZ und HEMMANN (1910) beschriebenen Faserverläufe innerhalb des Hufkissens. Insbesondere in der coronalen Ansicht sind Faserzüge zu erkennen, die sich vom Hahnenkamm nach proximal in das Polster fortsetzen und eine Unterteilung in den lateralen und medialen Ballen bewirken.

Die Streifung des Polsters auf MRT-Bildern wird auch von KLEITER (1996) erwähnt.

5.4.2. Flächen- und Volumenberechnung des Hufpolsters

Die bereits optisch schwierige Abgrenzung des Polsters in einigen Bereichen kann bei falscher Markierung des Polsters zu fehlerhaften Flächen- und somit Volumenberechnungen führen. Darüber hinaus werden durch das Umfahren der Struktur mittels des von Hand geführten Cursors im Software Programm Easy Vision, 5.1 weitere Ungenauigkeiten bedingt. Die Abgrenzung des Hufpolsters auf den magnetotomographischen Schnittbildern ist zum Teil subjektiv und somit vom jeweiligen Untersucher abhängig.

Die dreimalige Berechnung des Polstervolumens anhand derselben Schnittbilder (TbI: 5) durch die genannte computergestützte Methode zeigt drei Ergebnisse des Volumens, die in ihrem Wert deutlich voneinander abweichen. Auf der gewählten sagittalen Schnittfolge ist die Reproduzierbarkeit des Flächenergebnisses für die Schichten am Höchsten, die nahe der Hufmedianen liegen. Ebenfalls gute Ergebnisse werden im Bereich des Ballenpolsters erzielt, bevor die Hufknorpel im Bild erscheinen. Auf den anderen Schichten weichen die ermittelten Flächenwerte für das Strahl- und Ballenpolster jedoch zum Teil stark voneinander ab, so dass sich die Methode auch in besonderem Hinblick auf die teuren Untersuchungskosten durch den

hohen technischen Einsatz zur vergleichenden Volumenberechnung als wenig geeignet erweist.

Um einen Vergleich des Volumens zwischen Huf und dem Hufpolster zu erlauben, muss auch das Volumen des Hufes bestimmt werden. In der Magnetresonanztomographie liefert Horn jedoch nur ein sehr schwaches Signal (KLEITER, 1996), so dass die Bestimmung des Volumens auf andere Weise erfolgen sollte.

Die Volumenberechnung der Hornkapsel selbst wird durch ARABIAN et al. (2001) auf mathematische Weise unter Zugrundelegung einer zylindrischen Form nur näherungsweise gewährleistet.

Ein genaueres Ergebnis kann durch die Methode der Wasserverdrängung erzielt werden. Auch hierbei wird das Volumen der gesamten Hornkapsel ermittelt; die Hornstärke beeinflusst somit das Ergebnis und eine reine Berücksichtigung des von der Hornkapsel eingeschlossenen Raumes lässt sich nur durch Auffüllen des Hornschuhs mit Flüssigkeit bestimmen. Hierzu muss zuerst die Hornkapsel isoliert werden.

5.5. Schnitte durch den gefrorenen Huf

Da die ursprünglich angestrebte Volumenermittlung für das Strahl- und Ballenpolster auf dem Wege der Präparation sowie mit der computergestützten Berechnung anhand von MRT-Schnittbildern zu großen Ungenauigkeiten führte, entstand der Kompromiss nur punktuelle Messungen am Hufpolster vorzunehmen.

5.5.1. Definition der durchgeführten Sägeschnitte

Die Problematik bestand nun zuerst in der Entwicklung geeigneter Schnittlinien durch den Huf. Ein Zersägen der Hufe an von außen, am Huf bestimmten Punkten wie beispielsweise dem Eckstrebenwinkel oder der Stelle der größten Weite des Hufes, führt bei verschiedenen Hufen zu sehr unterschiedlichen Schnitthöhen innerhalb des Hufes (eigene nicht veröffentlichte Versuche). Hierbei ist eine Vergleichbarkeit unter den Hufen nicht gegeben.

Die in dieser Arbeit angewandte Methode nimmt das Hufpolster als Grundlage für die anzufertigenden Sägeschnitte.

Der zuerst geführte Medianschnitt und die an ihm angestellten Messungen sind der Ausgangspunkt für die anschließenden Transversalschnitte. Dieser Medianschnitt war

notwendig, um Meßlinien für das Hufpolster zu definieren, die auf andere Hufe anwendbar sind.

Die Ermittlung der Länge des Hufpolsters von der Strahlpolsterspitze entlang der Insertion der TBS erfolgte, um eine Messlinie zu finden, die in allen Hufen einfach reproduziert werden kann. Diese Linie ist von der Winkelung des Hufes bzw. der Hufachse abhängig und steigt somit in den verschiedenen Hufen unterschiedlich an. Bei den stumpfen Hufen ist die Winkelung der Zehenachse steiler als bei den regelmäßigen und spitzen Hufen, und somit auch die Messlinie für die Längenmessung des Polsters steiler zur Messlinie der Strahllänge angeordnet.

Eine andere Methode wäre die Bestimmung der Maximalausdehnung des Hufpolsters nach dorsal und nach palmar, und das Erstellen der Senkrechten durch die Begrenzungspunkte des Polsters auf die Tragrandebene, beziehungsweise auf die Strahlebene.

Die Messung der Polsterlänge von der Strahlpolsterspitze nach palmar auf einer Parallelen zur Tragrandebene ist nicht sinnvoll, da man hierbei auf den Hahnenkamm stößt und das Polster erst proximal von diesem seine maximale Ausdehnung erreicht.

Ausgehend von der Länge des Hufpolsters wurden die Schnittstellen für die Transversalschnitte ($T \frac{1}{4}$, $T \frac{1}{2}$ und $T \frac{3}{4}$) bestimmt, indem von der Messlinie L_p nach $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ ihrer Länge das Lot zum Tragrand hin gefällt wurde..

Die jeweiligen Transversalschnitte liegen daher nicht zwangsweise auf gleicher Höhe innerhalb des Hufes, sondern immer nur innerhalb eines gewissen Bereiches.

Für $T \frac{1}{4}$ ist dies der Bereich vom palmaren Drittel des Hufbeins bis zur Mitte des Hufgelenkes (zwischen Hufbein und Strahlbein)

Für $T \frac{1}{2}$ liegt der Bereich zwischen Mitte des Strahlbeins bis zu knapp hinter dem Strahlbein

Für $T \frac{3}{4}$ liegt die Schnittebene in fast allen Fällen am palmaren Ende des Kronbeins oder knapp dahinter.

Schnitte, die zum Beispiel jeweils auf Höhe des Hufgelenkes und des Krongelenkes geführt worden wären, wären zwar leicht auf jeden Huf anwendbar gewesen, hätten wiederum aber das Hufpolster oft an anderen Stellen getroffen als es in der vorliegenden Untersuchung der Fall ist. Ein Vergleich zwischen diesen beiden Meßmethoden wäre interessant. Die Hufe R 8, R 10 und R 12 sind bezüglich der Transversalschnitte etwa auf gleicher Höhe zersägt worden, weisen aber in der Berechnung H_s^*/H_p Werte auf, die die Vermutung nahe legen, dass auch

diese Messmethode der knochendefinierten Sägeföhrung keine Ergebnisse mit deutlicher Relevanz gebracht hätte

Hinsichtlich der Genauigkeit der Sageschnittföhrungen ist zu sagen, dass die Durchföhrung der Schnitte auf Augenmaß beruhte, und keine computergesteuerte Schnittkontrolle zur Verföugung stand. Geringgradige Ungenauigkeiten sind demzufolge nicht auszuschließen. Schnitte, die jedoch als fehlerhaft angesehen wurden, gelangten nicht in die Auswertung.

5.5.2. Ergebnisse der Schnittföhrungen

5.5.2.1. Ausbildung des Strahls

Die Bildung des Quotienten Länge des Strahles zu Länge des Hufpolsters erfolgte, um zu pröfen, ob eine Relation zwischen diesen beiden Größen besteht. Bei der von mir angewandten Meßmethode liegt der Gröteil der Quotienten föür die untersuchten Hufe etwa bei 1.

Dieses Ergebnis war zu erwarten, da das Strahlpolster an der Strahlspitze beginnt und in den palmar gelegenen Ballen als Ballenpolster endet.

Eine direkte Abhängigkeit der Polsterlange vom Hufwinkel konnte bei den vorliegenden Messungen nicht bestätigt werden. Die regelmäßigen Hufe mit den Nummern R1, 2, 5, 10, 12, 18, 22 und 26 weisen alle einen Zehenwinkel von 52° auf, der Quotient aus Länge des Strahles und des Hufpolsters schwankt jedoch zwischen 0,87 und 1,28. Diese Werte stellen gleichzeitig den Minimal- und den Maximalwert der Gruppe der regelmäßigen Hufe dar.

5.5.2.2. Höhe des Hufpolsters in der Medianen

Hinsichtlich der Betrachtung der Höhe des Hufpolsters an den Punkten $T \frac{1}{4}$, $T \frac{1}{2}$ und $T \frac{3}{4}$ stellt sich die Frage, ob eine Vergleichbarkeit zwischen den Hufen gegeben ist.

Wählt man Hufe aus, an denen die Transversalschnitte etwa an der gleichen Stelle innerhalb des Hufes liegen, wie es bei den regelmäßigen Hufen R 8, R 10, R 12, R 15, R 17, R 18 und R 22 der Fall ist, so fällt die Uneinheitlichkeit in der Höhe der Hufpolster auf.

R 10 und R 18 besitzen dieselbe Huflange von 11,9 cm, einen Dorsalwandwinkel von 52° und eine ähnliche Dorsalwandhohe. Betrachtet man in diesen beiden Hufen das Hufpolster, so ist lediglich der Wert föür $H_p \frac{1}{4}$ vergleichbar. Das Hufpolster von Huf R 18 nimmt an den

anderen Messpunkten nur wenig an Höhe zu, während Huf R 10 innerhalb der Gruppe der regelmäßigen Hufe sehr hohe Werte für $Hp \frac{1}{2}$ und $Hp \frac{3}{4}$ aufweist.

Dieser Vergleich zeigt, dass der Rückschluss von der Hufform auf die Höhe des Hufpolsters in der Medianen nicht sinnvoll ist.

Die Höhe der Dorsalwand ist ebenso wie die Höhe der Seitenwand oder der Trachten zwar ein relativ leicht zu erfassender Wert, aber nicht allein maßgebend für die Höhe des Hufpolsters. Meine Untersuchungen haben gezeigt, dass sowohl die Hornstärke der Sohle und des Strahles, die Ausprägung des Hahnenkammes und die Entfernung des Strahles vom Boden (Tragrandniveau) mitbeeinflussend sind. Eine pauschale Aussage über die Höhe des Hufpolsters bei alleiniger Betrachtung des Hufes von außen scheint mir daher nicht möglich.

5.5.2.3. Abhängigkeit der Polsterhöhe von der Hufhöhe und Strahlausbildung

Betrachtet man hingegen die Quotienten aus der Huf-Innenhöhe und der Polsterhöhe jeweils auf Höhe der drei Transversalschnitte, so fällt auf, dass die stumpfen Hufe höhere Quotienten besitzen als die untersuchten regelmäßigen und spitzen Hufe. Zum einen weist ein stumpfer Huf oftmals hohe Wände bei enger Hufform auf, womit sich für die Höhe der Seitenwand hohe Werte ergeben. In meiner Berechnung fand jedoch neben der Hornstrahldicke auch der Abstand zwischen Hornstrahl und Tragrand Berücksichtigung, und die Summe dieser Werte wurde von der Höhe der Hornwand abgezogen. Dies erfolgte, um die Höhe innerhalb des Hornschuhes auf Höhe der angebrachten Transversalschnitte bestimmen zu können und somit den Einfluss der Ausprägung des Strahles bestimmen zu können. Eine alleinige Schlussfolgerung ausgehend von der Hufwandhöhe, wie bereits zuvor geschildert, kann meiner Meinung nach nicht zu einer Aussage über das Strahlpolster führen.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass das Hufpolster im Bereich der Ballen oftmals den Kronrand überragt und diese Tatsache einen weiteren Beweis für die Ungenauigkeit des Rückschlusses von Ausbildung des Hufes zu Ausbildung des Hufpolsters stellt.

5.5.2.4. Relation zwischen Hufweite und Polsterweite

Für die Relation zwischen der Hufweite und der Polsterweite zeigen sich bei der Gesamtbetrachtung der Messungen auf den drei Transversalschnitten keine großen Unterschiede zwischen den Hufgruppen R, ST und SP. Die Medianwerte liegen eng

beieinander und weisen somit darauf hin, dass das Hufpolster in den einzelnen Hufbereichen jeweils einen gewissen Teil der Hufweite einnimmt, der von dorsal nach palmar entsprechend der keilförmigen Form des Hufpolsters zunimmt. Dieses Ergebnis entspricht der Aussage von LUNGWITZ und HEMMANN (1910), die die größte Weite des Polsters erst zwischen den Hufknorpeln finden, und diese in Abhängigkeit der Hufweite sehen.

Die Tatsache, dass Minimal- und Maximalwert zum Teil für den gleichen Transversalschnitt auf der lateralen und medialen Hufseite von unterschiedlichen Hufen gebildet werden, lässt sich bei einigen Hufen auf die unterschiedliche Breite des Hufpolsters in den beiden Hufhälften zurückführen. Zum anderen muss eine ungenaue Schnittführung in Betracht gezogen werden, die zu einer gegenüber der Gegenseite weiter palmar oder dorsalen Messung führt.

5.5.2.5. Relation zwischen Polsterhöhe und Polsterweite

Für alle drei Transversalschnitte wurden die Quotienten aus medianer Polsterhöhe und Polsterweite innerhalb des Hornstrahl bestimmt. Am ersten Transversalschnitt stellt sie bei allen Hufen die maximale Polsterhöhe dar, da das Hufpolster hier nur von dem unpaaren Strahlpolsterkörper gebildet wird. Für den zweiten Transversalschnitt trifft dies nur noch für einen Teil der Hufe zu. Der dritte Transversalschnitt liegt bei allen Hufen innerhalb der Strahlpolsterschenkel, die in der Medianen bestimmte Polsterhöhe ist hier niedriger als die maximale Polsterhöhe in den Strahlschenkeln. Der Hahnenkamm, als Fortsetzung der zentralen Strahlfurche in den Huf, bedingt die geringere mediane Höhe des Polsters.

Die Höhe des Polsters hängt jedoch auch von der Stelle ab, an dem der Transversalschnitt angebracht wurde. Da die Polsterhöhe entsprechend der Zehenachse ansteigt, bedingt ein weiter palmar geführter Querschnitt durch den Huf einen höheren Wert für Hp.

Eine weitere Abhängigkeit besteht von der Lage des Strahls (Tragrandniveau oder großer Abstand des Strahles zum Tragrandniveau).

Des Weiteren ist der Quotient H_p/W_p von der Breite des Hornstrahles bzw. des Polsters abhängig.

Der erste Transversalschnitt wurde an R 23 und ST 5 auf vergleichbarer Höhe des Hufes (palmares Ende des Hufbeins) angebracht. Beide Hufe zeigen einen Strahl, der nur wenige Millimeter oberhalb des Tragrandniveaus liegt. Huf R 23 bildet mit 0,61 den Minimal-, Huf ST 5 den Maximalwert (1,59).

Tabelle 14: Höhe und Weite des Hufpolsters am ersten Transversalschnitt bei Huf R 23 und ST 5.

Huf	Hp ¼ (cm)	Wp ¼ (cm)
R 23	1,1	1,8
ST 5	1,75	1,1

Legt man am dritten Transversalschnitt nicht die mediane Polsterhöhe, sondern die maximale Polsterhöhe (lateraler oder medialer Strahlpolsterschenkel) zu Grunde, so entfällt die Beeinflussung durch den Hahnenkamm.

Hinsichtlich der maximalen Polsterweite besteht keine Abhängigkeit von der Strahlausprägung, da die maximale seitliche Ausdehnung des Hufkissens erst proximal vom Strahl besteht (in den meisten Hufen auf Höhe des Kronsaums).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass eine genaue Aussage über die Größenkorrelation zwischen Huf und Hufpolster nur über eine Volumenberechnung beider Körper erfolgen kann. Alleinige Messungen von Längen, Höhen und Weiten sind aufgrund der morphologischen Individualität der Hufe zu ungenau.

Inwiefern die Größe des Polsters von Bedeutung ist, kann mit den Ergebnissen dieser Untersuchung keine Aussage gemacht werden. Studien über das Maß der Stoßbrechung liegen nicht vor. Es wird jedoch allgemein angenommen, dass der Druck vom Boden auf den Strahl nach proximal zum Hufkissen, und von dort nach abaxial zu den Hufknorpel weitergeleitet wird (BALCH et al., 1991). Die Tatsache, dass der Strahl Bodenkontakt unter Belastung hat ist ein wichtiger Faktor in der Auswärtsbewegung der Trachten. Die Wirkungsstärke ist jedoch unterschiedlich und in ihrem Ausmaß noch nicht komplett untersucht (COLLES, 1989). Trachtenbewegungen treten jedoch auch in Hufen auf, in denen der Strahl ohne Bodenkontakt ist, oder die Expansion der Trachten kann trotz mittragendem Strahl unterbleiben (VERSCHOOTEN et al., 1996).

Ob die Stoßbrechung nur durch die Größe des Hufkissens oder vielmehr durch seine gewebliche Zusammensetzung bestimmt wird, ist ebenfalls ungeklärt.

Die Forderung den Strahl möglichst auf Tragrandniveau zu belassen kommt der Theorie der Energieweiterleitung innerhalb des Hufes zu Gute, und ermöglicht bei einem kräftigen Strahl auch ein großes Hufpolster.

Des Weiteren wirkt Druck auf den hinteren Hufbereich einer Trachtenverengung entgegen (TURNER und STORK, 1988), und somit auch einer Verkleinerung des Strahles.

Der bei Trachtenzwanghufen oft angetroffene tiefe zentrale Sulcus setzt sich gegebenenfalls als prominenter Hahnenkamm in den Huf fort, und schränkt so die Höhe des Strahles ein.