

4. Untersuchungsergebnisse

4.1. Ergebnisse der Hufpolsterpräparation

Der Versuch der Isolierung des Hufkissens gelingt infolge der eingeschlossenen Lage und der teils engen Verwachsung mit dem umliegenden Gewebe nur unzureichend.

Das Entfernen der Hornkapsel durch die sogenannte Methode des „Ausschuhens“ geht mit einem Verlust der physiologischen Gewebebeschaffenheit einher. Das Gewebe ist nach dem 2-3 tägigen Stehen des Hufes im Wasser aufgeweicht und zeigt Spuren der Zersetzung.

Am ausgeschuhten Huf ist das Strahl- und Ballenpolster nur teilweise direkt zugänglich. Distal zeigt sich die Lederhaut und abaxial befinden sich die Hufknorpel, während die Strahlpolsterspitze zwischen den Hufbeinästen liegt. Dorsal schließt sich die Tiefe Beugesehne an. Besondere Schwierigkeiten bestehen beim Trennen der Verbindungen mit dem Insertionsbereich der Tiefen Beugesehne und mit den Hufknorpeln aufgrund des Faseraustausches.

Am so isolierten Hufpolster sind Messungen seiner Größe wegen der unregelmäßigen und weichen Struktur schwierig. Die Ermittlung des Volumens des Hufpolsters durch die Methode der Wasserverdrängung ist ungenau, da die Isolierung des Strahl- und Ballenpolsters nicht gut gelingt.

Darüber hinaus geht durch die Präparation des Strahl- und Ballenpolsters die räumliche Beziehung zu den anderen im Huf liegenden Strukturen verloren.

4.2. Ergebnisse der MRT-Untersuchung

4.2.1. Darstellung und Abgrenzung des Polsters

Durch die gewählten Einstellungen am Magnetresonanztomographen und die Zusammensetzung der verschiedenen Gewebe des Hufes liefern die erzeugten T₁-gewichteten Bilder einen guten anatomischen Überblick und lassen die Zuordnung der verschiedenen Strukturen zu.

Tabelle 4: Kurze Übersicht der Darstellung der wichtigsten Strukturen des Hufes im MRT.

Gewebe	Darstellung
Knochenspongiosa	Weiß-grau
Knochenkompakta	Schwarz
Synovialflüssigkeit	weiß
Strecksehne, OBS und TBS	schwarz
Hufknorpel	Weiß-grau
Hufmatrix	Weiß-grau
Hornkapsel	Schwarz (in einzelnen Bereichen grau)
Hufpolster	Verschiedene Grautöne

In der sagittalen Schnittführung wird das Ballenpolster in den äußeren Bereichen noch von den Hufknorpel überlagert, ehe es klar erkennbar ist. Bei einer insgesamt hellgrauen Farbe erscheint es von dunkelgrauen Streifen durchsetzt, die im Ballenbereich von proximopalmar nach dorsodistal ziehen. Auf einigen Bildern (z.B. Huf 1: Slice 9-11, 27,28; Huf 2: Slice 9 – 13, 25 – 27; Huf 3: Slice 8-11, 24 - 26) zeigt sich auf Höhe der Seitenenden des Strahlbeins eine dunkle Linie, die zwischen dem eigentlichem Strahl- und Ballenpolster zu verlaufen scheint. Bei Huf 2 und Huf 3 schlägt sich diese Linie nach proximal um.

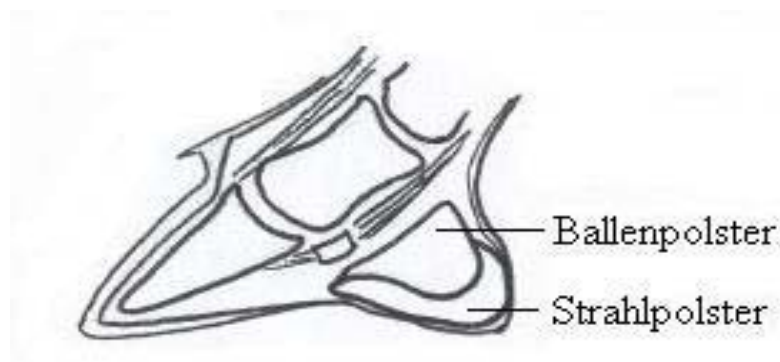


Abb. 10: Zeichnung der magnetresonanztomographischen Darstellung des Strahl- und Ballenpolster von Huf 2 und Huf 3.

Huf 2 und 3 weisen in den mittig gelegenen Schnittbildern ein niedriges Polster auf. Das Polster ist zehenwärts im Allgemeinen gut durch die sich schwarz darstellende Tiefe Beugesehne abgegrenzt (z.B.: Huf 2: Slice13–22) und zur Hornkapsel hin zieht sich die Hufmatrix als hellgrau-weiße Linie. Bei Huf 9 ist im proximalen Ballenbereich auf Ebene der

Strahlbeinseiten die Tiefe Beugesehne nicht erkennbar, so dass die Abgrenzung auf Höhe des Kron gelenkes schwierig ist (Slice 8-12, 21-24).

In einigen Fällen weist der Insertionsbereich der Tiefen Beugesehne eine höhere Signalintensität (grau) auf und bedingt somit einen geringeren Kontrast zur Strahlpolsterspitze (Huf 2: Slice 19–21; Huf 3: Slice 16-18). Bei Huf 7 ist das Strahlpolster bis zu seiner Spitze gut durch die tiefe Beugesehne abgegrenzt.

Im Bereich der zentralen Strahlfurche kommt es durch das Hufhorn (Hahnenkamm) zu Überlagerungen mit dem Hufpolster (z.B.: Huf 0: Slice 8, 13; Huf 3: Slice 13).

Der proximal gelegene Bereich des Ballenpolsters ist teilweise schlecht vom angrenzenden Bindegewebe bzw. der Unterhaut zu unterscheiden.

In der Medianen und im abaxialen Ballenbereich erscheint das Polster von Huf 9 sehr locker (schwarze Areale im streifig-grauen Polster).

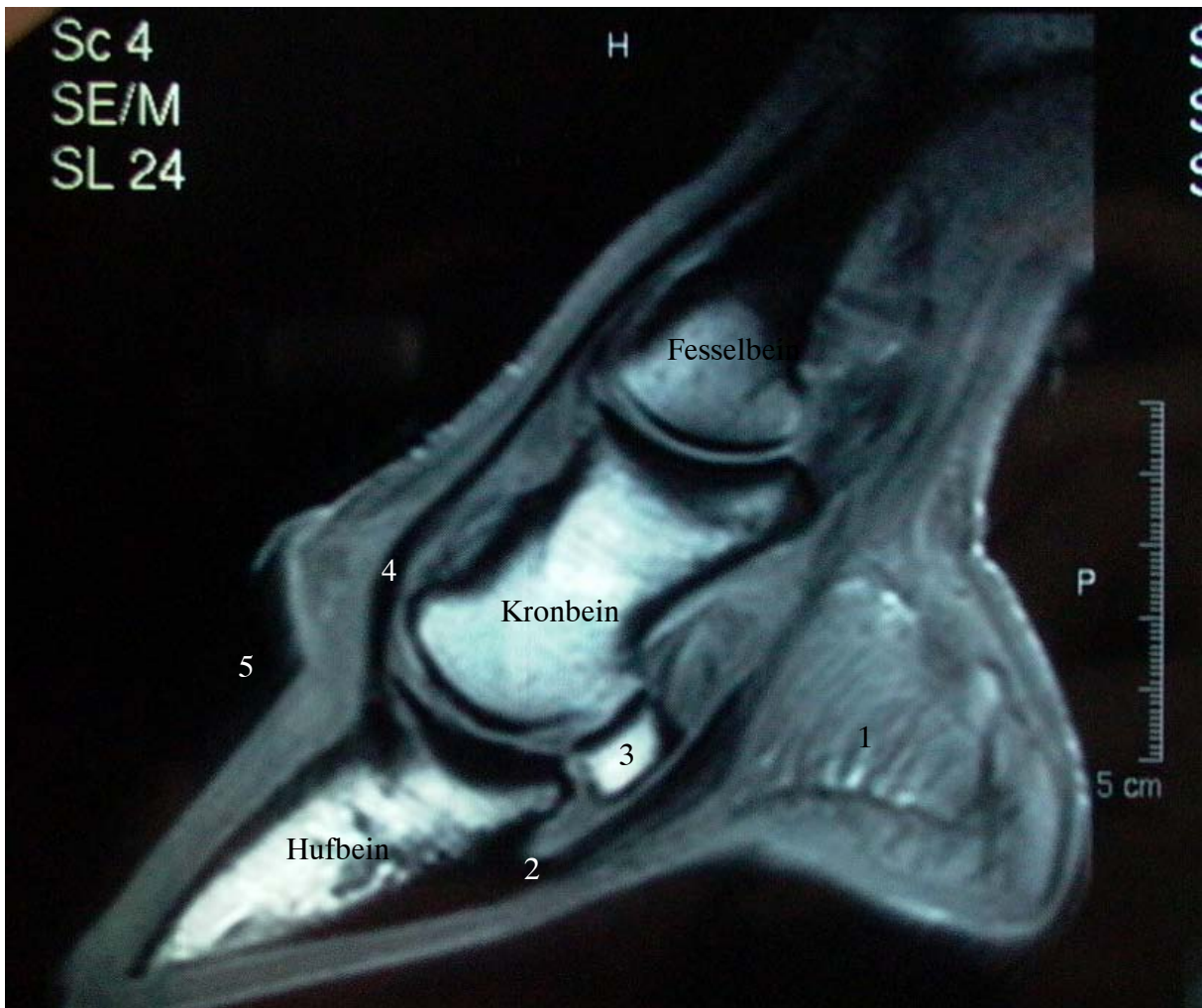


Abb. 11: Magnetresonanztomographisches Schnittbild von Huf 3, sagittale Schnittführung, Schicht-Nr. 24.

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1 = Hufpolster | 4 = Strecksehne |
| 2 = Tiefe Beugesehne | 5 = Hornkapsel |
| 3 = Strahlbein | |

In der Coronalen Ansicht lässt sich bei einem von der Zehe beginnenden, ballenwärts gerichteten Scan unterhalb des Hufbeins die Lederhaut (grau-weiß) im Strahlspitzenbereich erkennen, bevor auch die Strahlpolsterspitze sichtbar wird. Diese ist grau granuliert und nach proximal durch den Insertionsbereich der TBS begrenzt (grau-schwarz).

Im weiteren Verlauf nimmt das Strahlpolster an Größe zu, wobei es oft einen zentral gelegenen, dichteren und signalintensiveren, Kern zu besitzen scheint (Huf 0: Slice 7-8, Huf 1: Slice 10-16).



Abb. 12: Magnetresonanztomographisches Schnittbild von Huf 3. Coronale Schnittführung, Schicht-Nr. 15.

1 = Strahlpolster

3 = Kronbein

2 = Hufbein

4 = TBS

Mit dem Auftreten der zentralen Strahlfurche zeigt sich auch eine Trennung des medialen und lateralen Strahlpolsterschenkels durch einen vom Hahnenkamm nach proximal ziehenden grau-weißen Streifen, der in den verschiedenen Hufen unterschiedlich stark ausgebildet ist.

Diese Trennung ist auch in den meisten Fällen im Ballenpolster vorhanden (Huf 0: Slice 15-17, Huf 1: Slice 30-31).

Ballenwärts tritt das Strahlpolster nach proximal über den Hornstrahl hinaus und gewinnt somit stark an Breite. Abaxial wird das Ballenpolster von den Hufknorpeln eingerahmt, die durch eine gegenüber dem Polster höhere Signalstärke (hellgrau) auffallen. Die optische Differenzierung von Hufpolster und Hufknorpeln ist in den Hufen je nach Faseraustausch und Gefäßvorkommen unterschiedlich gut. Zwischen Polster und Hufknorpel befindet sich gefäßreiches Bindegewebe. Die Gefäße sind infolge des geronnenen Blutes als helle Punkte abgebildet. Während die Innenseite der Hufknorpel bei den untersuchten Hufen gegenüber der abaxialen Fläche eine unruhige Form besitzt, in deren lakunenartigen Einziehungen die Gefäße liegen, stellen sich die Hufknorpel bei Huf 9 insgesamt sehr glatt dar. Gefäße sind nicht erkennbar.



Abb. 13: Magnetresonanztomographisches Schnittbild von Huf 3.

Coronale Schnittführung, Schicht-Nr. 34.

1 = Ballenpolster

2 = Tiefe Beugesehne

3 = Hufknorpel

4 = Kronsaum

5 = Hahnenkamm mit Lederhaut

Das Strahlpolster zeigt in den Hufen 7 und 9 eine sichtbare Querstreifung, während das Ballenpolster granulärer (Hufe 3, 7,9) erscheint.

Zwischen der Tiefen Beugesehnen und dem Hufpolster ist auf einigen Schnitten ein Faseraustausch zu erkennen. Die sonst klare Trennlinie zwischen dem grauen, granulären Polster und der schwarzen Beugesehne ist hier unruhig.

Auf den Bildern der Hufe 2 und 3 sind die Strahlschenkel und das eingeschlossene Polster sehr schmal. Die Hornstrahlschenkel sind bei Huf 3 zur Medianen gebogen. Auch schieben sich in diesem Huf die Hufknorpel sehr weit in den Ballenbereich vor (s. Abb.13).

Die Transversale Schnittführung beginnt an der Hufsohle, die sich nicht oder nur schlecht darstellt. Die Matrix des Strahl- und Ballensegmentes umrahmt als helle Linie das körnige Polster. Je nach Ausprägung des Strahls (mit oder ohne Bodenkontakt) erscheint das Strahlpolster unterschiedlich früh im Bild und verliert sich mit nach proximal fortschreitender Schnittführung in dem Ballenpolster.

Die Trennung in einen medialen und lateralen Teil des Ballenpolsters ist in den Hufen 3, 7 und 9 ausgeprägt.

In Huf 3 stellt sich das Ballenpolster in seinem proximalen Bereich homogener und weniger granuliert dar, als es weiter distal der Fall ist.

An Huf 2 und 3 fallen wieder die schmalen Polsterschenkel im engen Hornstrahl auf. Die Ballengrube ist eng und tief. Die Hufknorpel im Präparat 3 sind im Ballenbereich stark gebogen (Slice 12 – 14).

Auch in dieser Ansicht sind die Hufknorpel heller als das Hufpolster und weisen an ihrer Axialseite eine unregelmäßige Form mit kleinen Einbuchtungen auf, in denen Blutgefäße liegen. Die visuelle Abgrenzung zum Ballenpolster fällt oft schwer. Im Präparat Huf 2 sind auf den Schichten 16–20 gut die Faserzüge zu erkennen, die zwischen Tiefer Beugesehne und Hufknorpel an das Hufkissen heranziehen.

Gegenüber der coronalen Ansicht lässt sich bei Huf 9 in der transversalen Schnittführung die Zeklüftung der Hufknorpelinnenseite distal erkennen. In diesem Bereich ist die Grenze zum Polster schwieriger zu ziehen als im proximalen Teil.

Die Tiefe Beugesehne (schwarz) lässt ihre Zweiteilung durch ein dünnes helles Septum erkennen, und liefert deutlichen Kontrast zum Hufpolster.

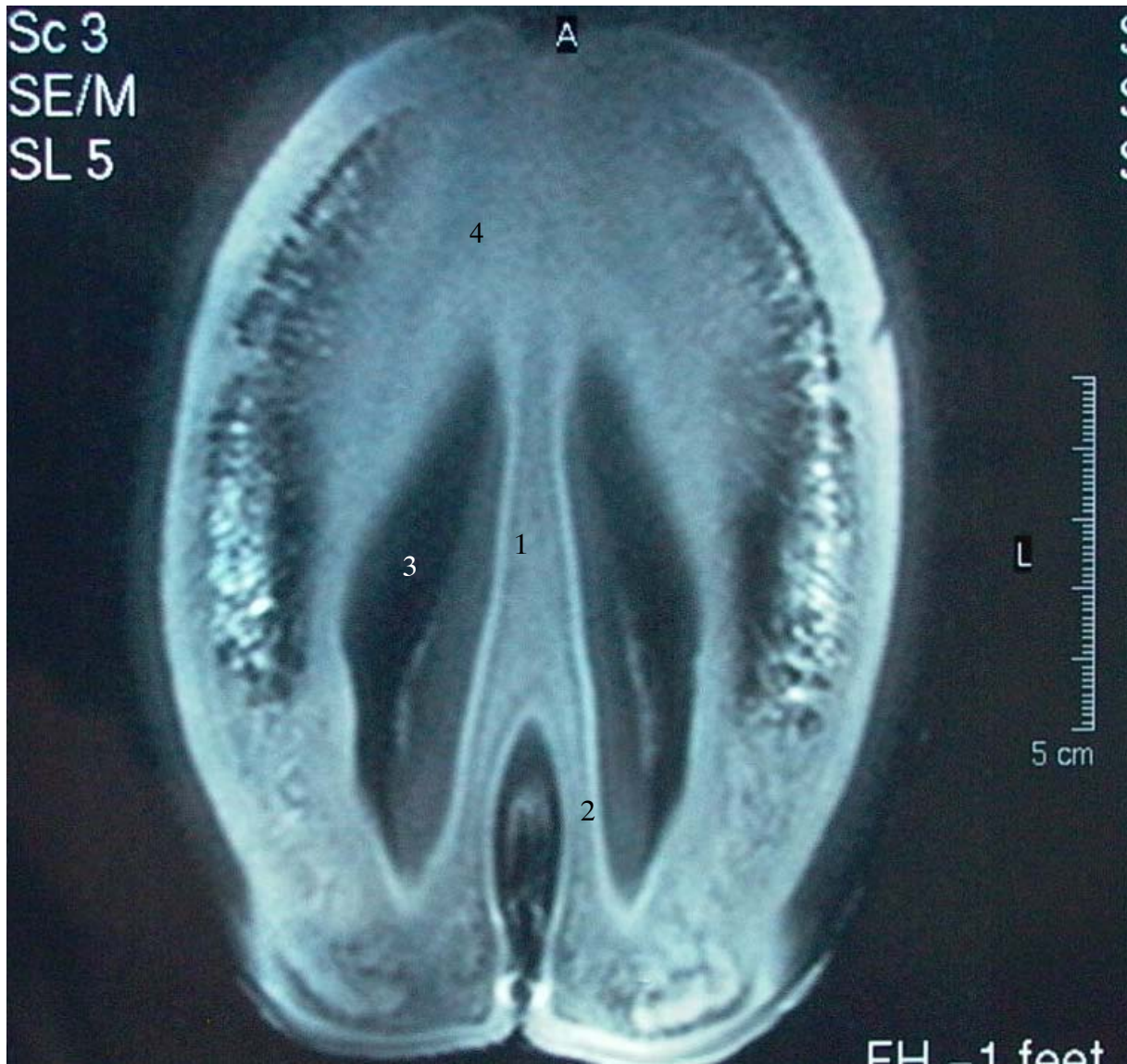


Abb. 14: Magnetresonanztomographisches Schnittbild von Huf 3.

Transversale Schnittführung, Schicht-Nr. 5.

1 = Strahlpolster, unpaarer Abschnitt

4 = Hufsohle

2 = Strahlpolsterschenkel

3 = seitliche Strahlfurche

4.2.2. Flächen- und Volumenberechnung

Die Tabelle 5 gibt am Beispiel des Hufes 2 (Vorderhuf links, geringgradiger Trachtenzwang, sagittale Schnittführung) die einzelnen Flächenwerte des Hufpolsters der entsprechenden nummerierten Schicht in mm² wieder. In der letzten Zeile findet sich das ermittelte Gesamtvolumen des Polsters ausgehend von den einzelnen Schichten. Die Messung wurde für jede Schicht drei Mal durchgeführt. Auf den Schichten 5-6 und 28-29 ist die Abgrenzung vom Hufknorpel schwierig.

Tabelle 5: Flächenwerte des Hufpolsters von Huf Nr. 2 der einzelnen MRT-Schichtbilder und der errechnete Volumenwert.

Slice-Nr.	Messung 1 (mm ²)	Messung 2 (mm ²)	Messung 3 (mm ²)
5	-	-	999,5
6	597,2	-	1058,9
7	1350,7	1415,4	1293,5
8	1212,9	1157,9	1382,9
9	1500,8	1704,5	1593,9
10	1700,4	1847,6	1710,7
11	1645,4	1830,5	1421,2
12	1397,5	1447,9	1351,5
13	1323,7	1395,8	1269,3
14	1328,1	1373,5	1258,8
15	1364,2	1499,7	1277,8
16	1407,4	1272,5	1349,5
17	903,7	851,5	781,5
18	870,0	752,0	799,8
19	1293,4	1232,5	1251,4
20	1753,8	1759,0	1767,4
21	1864,9	1937,2	1526,9
22	1302,6	1368,3	1357,3
23	1317,2	1357,8	1383,7
24	1480,4	1386,7	1299,3
25	1441,5	1657,3	1535,9
26	1600,8	1618,6	1553,2
27	1302,1	1221,0	1082,8
28	885,9	944,7	858,1
29	1147,5	1289,0	1112,9
Volumen (mm³)	83776,8	92674,9	93664,1

In den leeren Feldern wurde aufgrund der undeutlichen Darstellung des Polsters keine Flächenberechnung angestellt, so dass für Messung 1 insgesamt 24 Schichten in die Volumenberechnung einbezogen wurden, bei Messung 2 nur 23 Schichten und bei Messung 3 jedoch 25 Schichten.

Die verschiedenen Flächenwerte für das Polster auf ein und derselben Schicht entstehen durch unterschiedliches Umfahren des Polsters mittels des Mausursors insbesondere auf den Schnittbildern auf denen eine klare Abgrenzung des Polsters nicht gelingt. Entsprechend der unterschiedlichen Flächenwerte fällt das Endergebnis, die Volumenberechnung des Hufpolsters uneinheitlich aus.

Auf den Schnittbildern 8, 21, 25 und 27 fallen deutliche Differenzen zwischen den drei Messungen auf, während anhand der Bilder der Schichten 19, 20, 22 und 23 nur geringe Abweichungen bei der Flächenberechnung entstanden.

Die Schnittbilder mit den in den drei Messungen stark voneinander abweichenden Flächenergebnissen entsprechen Darstellungen des Hufpolsters im abaxialen Hufbereich mit Überlagerung durch die Hufknorpel, sowie einem fast medianen Schnitt mit angeschnittenem Hornstrahl im Strahlpolsterspitzenbereich.

Tabelle 6: Mittels MRT dargestellte Strukturen einzelner Schichten von Huf 2, bei denen die Abgrenzung des Hufkissens Schwierigkeiten bereitet.

Slice 8:	abaxialer Bereich des Hufes, Lederhaut, Teile des Hufbeins, dreieckiges Ballenpolster nicht klar dargestellt
Slice 21:	Huf fast median geschnitten, Strahlpolsterspitze wegen Hornstrahl nicht klar Abgrenzbar
Slice 25:	paramedianer Schnitt durch den Huf, Ballenpolster im proximalen Bereich schlecht von der Unterhaut abgrenzbar, nach dorsal keine Darstellung der TBS, daher auch hier die Abgrenzung schwierig
Slice 27:	Beginn der Überlagerung des Polsters durch Hufknorpel und gefäßreiches Bindegewebe

Die Schichtbilder 19 und 20 bis 23 stellen mediane oder fast mediane Schnitte durch den Huf dar, auf denen das Hufpolster durch die Tiefe Beugesehne (schwarz) und die Huflederhaut (hellgrau-weiße Linie) gut abgegrenzt ist.

Tabelle 7: Mittels MRT dargestellte Strukturen einzelner Schichten von Huf 2, bei denen die Abgrenzung des Hufkissens wenig Schwierigkeiten bereitet.

Slice 19:	fast medianer Schnitt, Polster durch TBS und Huflederhaut abgegrenzt
Slice 20:	medianer Schnitt, Polster durch TBS und Huflederhaut abgegrenzt
Slice 22:	paramedianer Schnitt, Ballenpolster durch TBS und Lederhaut gut abgegrenzt
Slice 23:	entspricht in etwa Slice 22

Die Schnittbilder mit den höchsten Flächenwerten (10,11,20,21,25,26) entsprechen den medianen Bereichen (Schichten 20 und 21) des Hufes, in denen das Hufpolster seine größte Länge erreicht und den Hufbereichen, in denen das Ballenpolster auf seiner größten Höhengausdehnung getroffen wurde (Schichten 10, 11, 25, 26).

Die Volumenberechnung ausgehend von der transversalen oder coronalen Schnittführung erwies sich im Vergleich mit der sagittalen Ansicht als ungünstiger, da sich das Umfahren des Hufpolsters auf den Schichtbildern als schwieriger herausstellte oder die Abgrenzung unklar war.

4.3. Auswertung der Hufmessungen und der Sägeschnitte

Insgesamt wurden an 41 Vorderhufen die in „Material und Methoden“ beschriebenen Sägeschnitte angewendet. Die Hufe wurden zuvor anhand der Hufkapselmessungen in drei Gruppen unterteilt, die näherungsweise der von RUTHE (1988) beschriebenen regelmäßigen (R 1–26), der stumpfen (ST 1–8) oder der spitzen Hufform (SP 1–8) entsprachen.

Die ermittelten Werte der Hufkapselmessungen sind der im Anhang aufgeführten Tabelle 15 zu entnehmen.

Die Hufwinkelwerte (Dorsalwandwinkel) der regelmäßigen Gruppe rangieren zwischen 48° und 54° , die stumpfen Hufe weisen Winkelmaße von 55° bis 63° und die spitzen Hufe von 40° bis 47° auf.

Das von RUTHE (1978 und 1988)) beschriebene Idealbild des regelmäßigen Hufes wurde nicht gefunden. In allen drei Gruppen sind Hufe vertreten, bei denen Länge und Weite des Hufes nicht übereinstimmen. Jeweils fünf Hufe aus der Gruppe der stumpfen und der spitzen Gruppe zeigen eine größere Breite als Länge des Hufes, während nur ein spitzer und ein stumpfer Huf auch als eng bezeichnet werden können. Bei den regelmäßigen Hufen zeigen einzelne Hufe eine Tendenz zum weiten Huf und einzelne die Tendenz zum engen Huf.

Die Länge der Hufe liegt bei den regelmäßigen Hufen zwischen 10,8 und 14,3 cm, bei den stumpfen Hufen zwischen 8,5 und 13,3 cm. Die spitzen Hufe besitzen Längenmaße von 11,1 cm bis zu 13,6 cm.

Einzelne Besonderheiten, die bei der Betrachtung und Vermessung der Hufe auffielen sind den Tabellen 18-23 im Anhang zu entnehmen.

Zusätzliche Untersuchung

Um den Einfluss der Hufzubereitung auf die Ergebnisse der Hufmessungen zu verdeutlichen wurde Huf SP 4 wie in Material und Methode beschrieben durch die Lehrschmiede der FU-Berlin hergerichtet und die Hufmessung erneut durchgeführt. Die Tabelle 8 gibt die Ergebnisse wieder.

Tabelle 8: Verschiedene Parameter von Huf SP 4 vor und nach der Zubereitung in der Schmiede.

Huf SP 4	vor Schmiede	nach Schmiede
Tragrand-Umfang (cm)	37,5	34,9
Abstand Trachtenecken (cm)	9	9
Kronrand-Umfang (cm)	32,5	32,5
Abstand Ballen (cm)	6	6
Länge Huf (cm)	13,2	11,7
Weiteste Stelle (cm)	16,1	14,1
Abstand Zehe bis weiteste Stelle (cm)	7,6	9,6
Länge Strahl (cm)	9,8	9,8
Weite Strahl (cm)	6,2	6,2
Länge Dorsalwand (cm)	10,4	9,2
Länge Seitenwand lateral (cm)	9,3	6,7
Länge Seitenwand medial (cm)	9,3	6,7
Länge Trachte lateral (cm)	6,5	5,9
Länge Trachte medial (cm)	6,5	5,9
Höhe Dorsalwand (cm)	8,3	7,7
Höhe Seitenwand lateral (cm)	8,1	6,5
Höhe Seitenwand medial (cm)	8	6,5

Huf SP 4	vor Schmiede	nach Schmiede
Höhe Trachte lateral (cm)	4,1	4,1
Höhe Trachte medial (cm)	4,3	4
Winkel Dorsalwand (°)	38	43
Winkel Seitenwand lat (°)	ca. 70	ca. 75
Winkel Seitenwand med (°)	ca. 70	ca. 75
Winkel Trachten (°)	ca. 30	ca. 38
Länge Huf / Weite Huf	0,82	0,83

Vor der Zubereitung in der Schmiede zeigt sich das Bild eines Flachhufes mit einem spitzem Dorsalwandwinkel, einem ausgebrochenem Tragrand und untergeschobenen Trachten. Der Strahl erscheint für den Huf zu klein.

Auch nach dem Zurichten ist der Huf noch von flacher und spitzer Form, zeigt aber weniger starke Abweichungen von einer regelmäßigen Hufform. Der Dorsalwandwinkel ist angehoben, ebenso stehen die Seitenwände und die Trachten etwas steiler als zuvor.

Die Stelle der größten Weite ist nach der Zubereitung weiter nach palmar verschoben, der Huf gleicht von der Sohlenform eher einem Hinter- als einem Vorderhuf.

Aus den Messungen geht deutlich hervor, dass vor allem die Hufwinkel, die Länge sowie die Weite des Hufes den größten Veränderungen unterworfen sind.

4.3.1. Ausprägung des Strahles

Außer der subjektiven Beschreibung des Strahles lassen sich rechnerisch Relationen zwischen Länge des Hufes und Länge des Strahles, sowie zwischen Weite und Länge des Strahles bilden, die eine gewisse Aussage über die Ausprägung des Strahles ermöglichen.

Die Werte der Quotienten sind der Tabelle 16 im Anhang zu entnehmen.

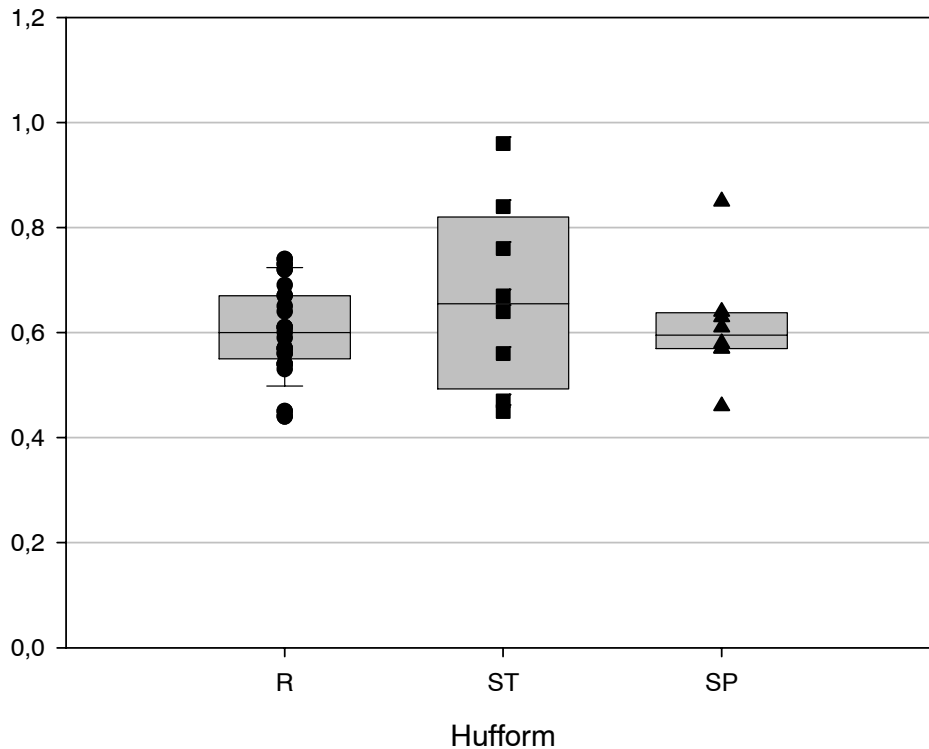


Abb. 15: Graphische Darstellung des Quotienten aus Weite des Strahles und Länge des Strahles für die drei Hufformen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (0,44) wird von Huf R 20, der Maximalwert (0,96) von Huf ST 1 geliefert. Die Medianwerte R (0,60), ST (0,66) und SP (0,60) liegen eng beieinander.

Die Hufe der regelmäßigen Form weisen Quotienten W_s/L_s nahe dem Medians 0,6 auf. Die Hufe der stumpfen und spitzen Hufform zeigen eine größere Streuung von ihrem Medianwert.

Die Anzahl Hufe, die eine Strahlweite von mindestens 67% der Strahllänge besitzt, beträgt bei den regelmäßigen Hufen 7 (28%), bei den stumpfen Hufen 4 (50%) und für die spitzen Hufe 6 (75%). Der größte Teil der regelmäßigen Hufe ($n=16$) weist einen Quotienten von 0,5-0,66 auf (64%). Nur 8 % (2 Hufe) liegen unterhalb des Quotienten 0,5. Bei den stumpfen Hufen liegen je 2 Hufe in dem Bereich zwischen 0,5 und 0,66 bzw. unter 0,5, was jeweils 25 % der untersuchten stumpfen Hufe entspricht. Bei den spitzen Hufen findet sich in diesen beiden Kategorien nur je ein Huf. Die prozentualen Werte sind mit Hinblick auf die geringe Gruppengröße nur bedingt aussagekräftig.

Für die Berechnung aus Länge des Hufes/ Länge des Strahles und Weite des Strahles/ Länge des Strahles ergeben sich für die drei Versuchsgruppen folgende Mittelwerte:

Tabelle 9: Mittelwerte der Quotienten Länge Huf/ Länge Strahl und Weite Strahl/ Länge Strahl für die drei untersuchten Hufgruppen.

Mittelwert für	Regelmäßige Hufe	Stumpfe Hufe	Spitze Hufe
Länge Huf/ Länge Strahl	1,34	1,37	1,39
Weite Strahl/ Länge Strahl	0,60	0,67	0,61

Die Mittelwerte weisen ebenso wie die Medianwerte bei beiden Berechnungen keinen großen Unterschied zwischen den drei Hufgruppen auf.

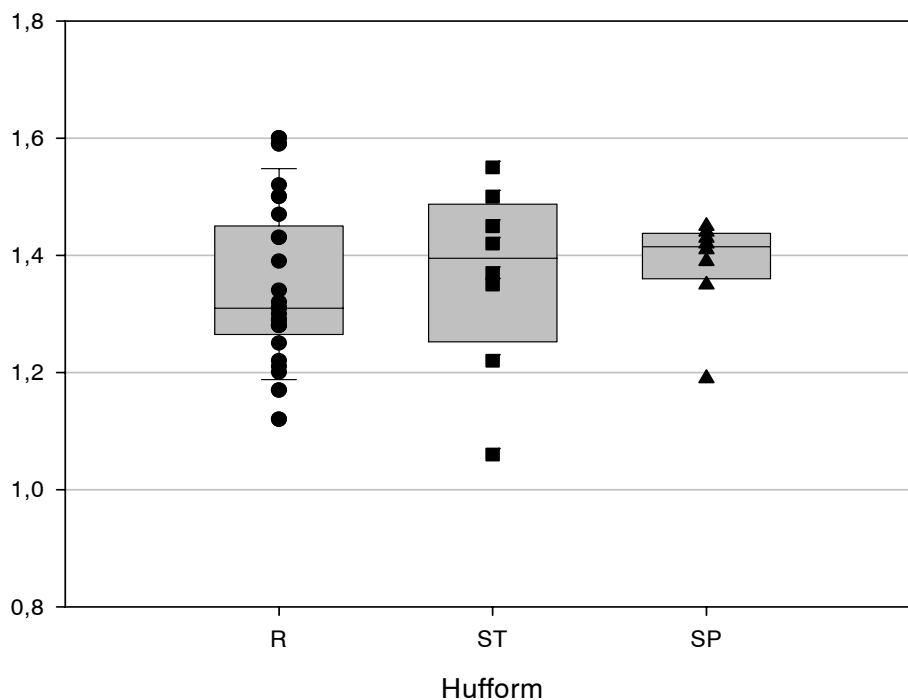


Abb. 16: Graphische Darstellung des Quotienten Länge Huf/ Länge Strahl für die drei Hufgruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (1,06) wird von Huf ST 8, der Maximalwert (1,60) von Huf von Huf R 5 gebildet.

Die Medianwerte von R (1,30), ST (1,40) und SP (1,42) liegen nah beieinander.

Der Strahl nimmt im Durchschnitt bei den von mir untersuchten Hufen gut 2 Drittel der Huflänge ein.

Beispielsweise sollen hier einige Hufe eingehender betrachtet werden; Huf R 20 hat einen schmalen, gleichmäßig geformten Strahl, dessen Quotient Weite des Strahles/ Länge des Strahles mit 0,44 den geringsten Wert der untersuchten Hufe besitzt. Trotz der geringen Strahlweite sind keine Anzeichen von Trachtenzwang am Huf zu erkennen.

Huf ST 8 hingegen zeigt bei einem ähnlichen Quotienten (0,45) einen Trachtenzwang bei hohen Trachten und fast senkrecht stehenden Seitenwänden. Der Strahl ist relativ zum Huf sehr lang (Länge des Hufes/ Länge des Strahles = 1,06).

Huf ST 1 besitzt einen kräftigen, gut entwickelten Strahl, was sich auch in dem Quotienten Weite des Strahles/ Länge des Strahles (0,96) ausdrückt.

4.3.2. Länge des Polsters in Relation zur Strahllänge

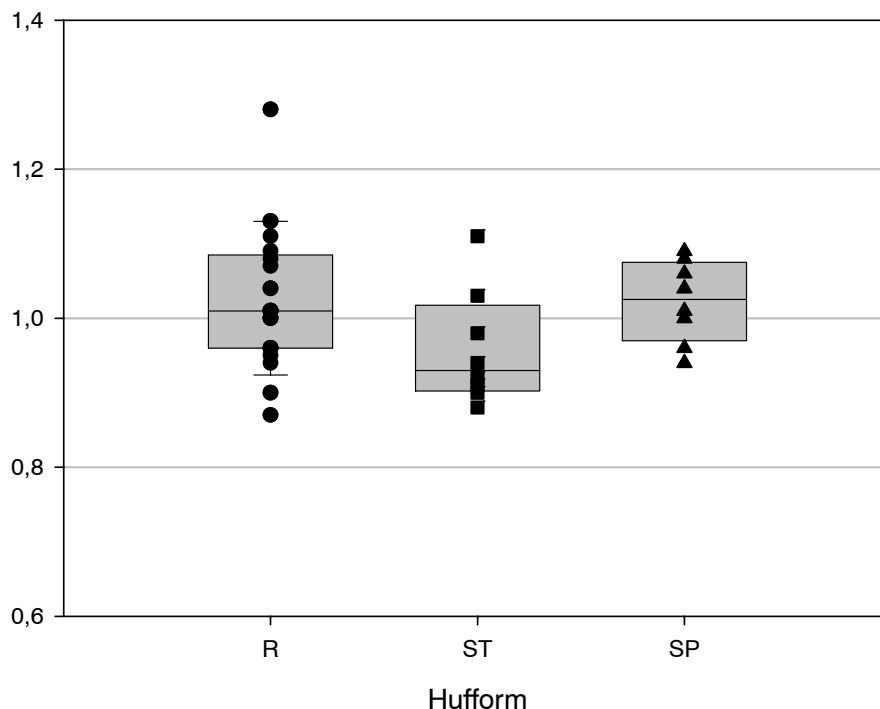


Abb. 17: Graphische Darstellung des Quotienten Länge des Strahles/ Länge des Hufpolsters für die drei untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufform.

Minimalwert (Huf R 5 = 0,87) und Maximalwert (R 10 = 1,28) werden von regelmäßigen Hufen gebildet.

Medianwert der Gruppe R (1,01) und SP (1,03) liegen eng beieinander, während der Median der stumpfen Hufe einen geringeren Wert (0,93) aufweist.

Strahllänge und Polsterlänge verhalten sich in den untersuchten Hufen annähernd 1:1.

Bei der Gruppe der stumpfen Hufform ist die Mehrzahl (5) der Hufe jedoch unter dem Wert 1 angesiedelt, so dass die Polsterlänge die des Strahles übertrifft.

Der Strahl von Huf R 10 zeigte einen schmalen langen Strahlkörper und deutliche Verbreiterung an seiner Basis. Während des Sägens lösten sich jedoch große Mengen an Horn ab, so dass sich schließlich ein insgesamt schmalerer und auch etwas kürzerer Hornstrahl ergab. Aufgrund dieser Strahlbeschaffenheit lässt sich der hohe Quotient Länge des Strahls/ Länge des Hufpolsters erklären.

4.3.3. Höhe des Hufpolsters in der Medianen

Die Höhe des Hufpolsters in der Medianen an den Punkten $T \frac{1}{4}$, $T \frac{1}{2}$ und $T \frac{3}{4}$ ist neben der Höhe der Dorsalwand für die drei untersuchten Hufgruppen einzeln graphisch dargestellt.

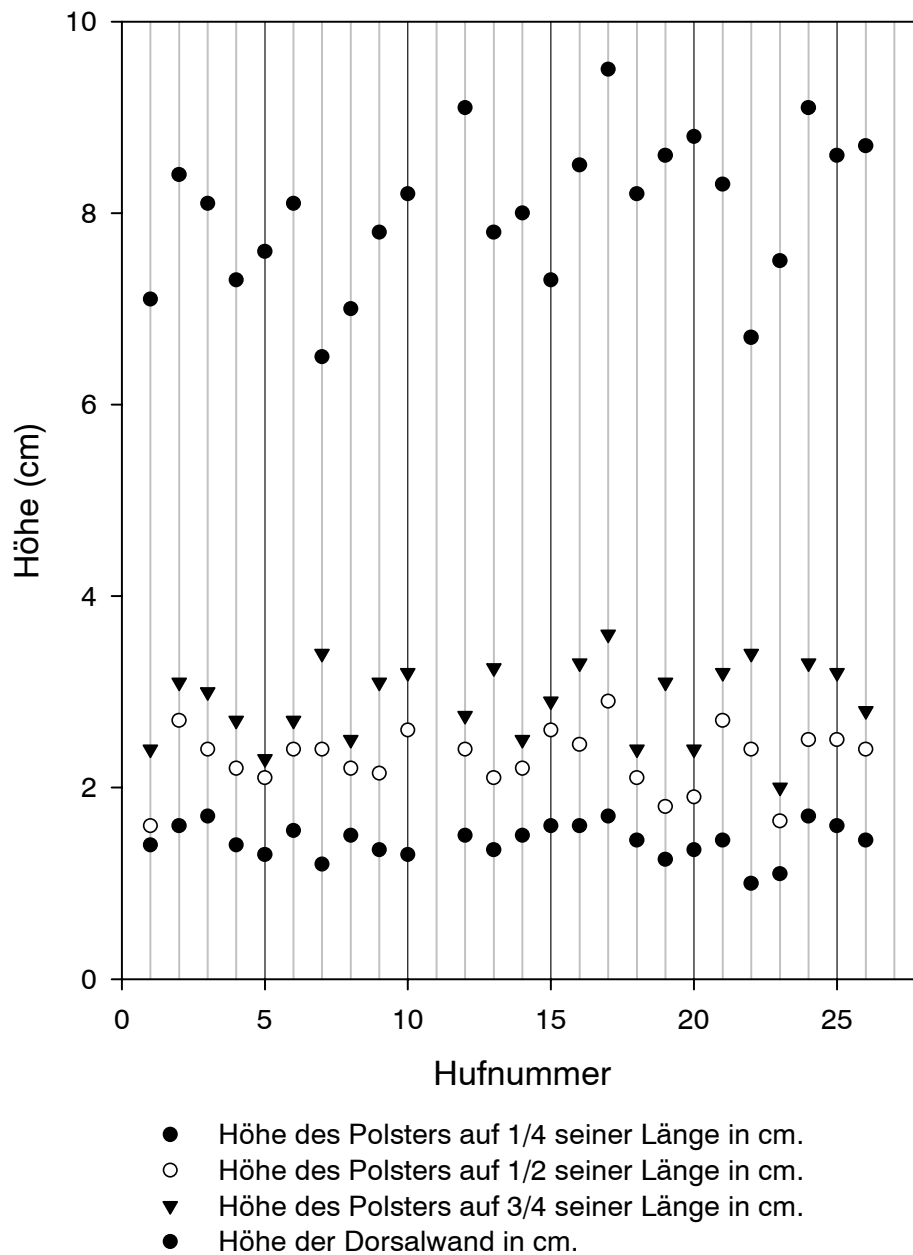


Abb. 18: Graphische Darstellung der Höhe der Dorsalwand und der Polsterhöhe in der Medianen auf $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ der Polsterlänge in cm für die untersuchten regelmäßigen Hufe.

Für alle untersuchten regelmäßigen Hufe trifft die Aussage zu, dass die Hufpolsterhöhe in der Medianen von $\frac{1}{4}$ der Polsterlänge über die halbe Länge bis hin zu $\frac{3}{4}$ seiner Länge ansteigt. Diese Höhenzunahme ist jedoch nicht konstant, so dass die gemessenen Werte für die Höhe in den einzelnen Hufen unterschiedlich nah beieinander liegen. Betrachtet man beispielsweise Huf R 1 und Huf R 5, so fällt auf, dass bei Huf R1 Hp $\frac{1}{4}$ und Hp $\frac{1}{2}$ näher zusammenliegen als es zwischen Hp $\frac{1}{2}$ und Hp $\frac{3}{4}$ der Fall ist. Im Fall von Huf R 5 verhalten sich die Werte genau umgekehrt.

In einigen Hufen liegt der Wert Hp $\frac{1}{2}$ etwa in der Mitte zwischen den Werten Hp $\frac{1}{4}$ und Hp $\frac{3}{4}$, so dass bei diesen Hufen von einer gewissen Konstanz in der Höhenzunahme des Polsters gesprochen werden kann (Hufe 3, 7, 9, 16, 20, 22, 24, 25).

Insgesamt ist jedoch keine Gesetzmäßigkeit festzustellen.

Eine große Höhe der Dorsalwand allein ist nicht zwingend mit einem stark entwickeltem (hohen) Polster verbunden (siehe Huf R 12 und R 20). Zu berücksichtigen ist auch die Ausprägung des Hornstrahls hinsichtlich seiner Hornstärke und dem Abstand zum Tragrandniveau. Huf R 2 besitzt einen Strahl mit Bodenkontakt, Huf R 21 ist jedoch ohne Bodenkontakt im Strahlbereich; dennoch ähneln sich die gemessenen Höhenwerte.

Tabelle 10: Höhenwerte der Dorsalwand und des Hufpolsters in der Medianen für die Hufe R 2 und R 21 in cm.

Huf-Nr.	H. Dorsalwand	H. p $\frac{1}{4}$	H. p $\frac{1}{2}$	H. p $\frac{3}{4}$	Strahl-Bodenkontakt
R 2	8,4	1,6	2,7	3,1	mit
R 21	8,3	1,55	2,7	3,2	ohne

- H. Dorsalwand : Höhe der Dorsalwand (cm)
- H. p $\frac{1}{4}$: Höhe des Hufpolsters in der Medianen auf $\frac{1}{4}$ seiner Länge (cm).
- H. p $\frac{1}{2}$: Höhe des Hufpolsters in der Medianen auf $\frac{1}{2}$ seiner Länge (cm).
- H. p $\frac{3}{4}$: Höhe des Hufpolsters in der Medianen auf $\frac{3}{4}$ seiner Länge (cm).

Einflussnehmend auf die Höhe des Hufpolsters in der Medianen übt sich der Hahnenkamm (der sich als Hornkamm im Huf fortsetzende zentrale Sulcus des Strahles) aus. Je nach seiner Ausprägung schränkt er die Höhe des Polsters unterschiedlich weit ein.

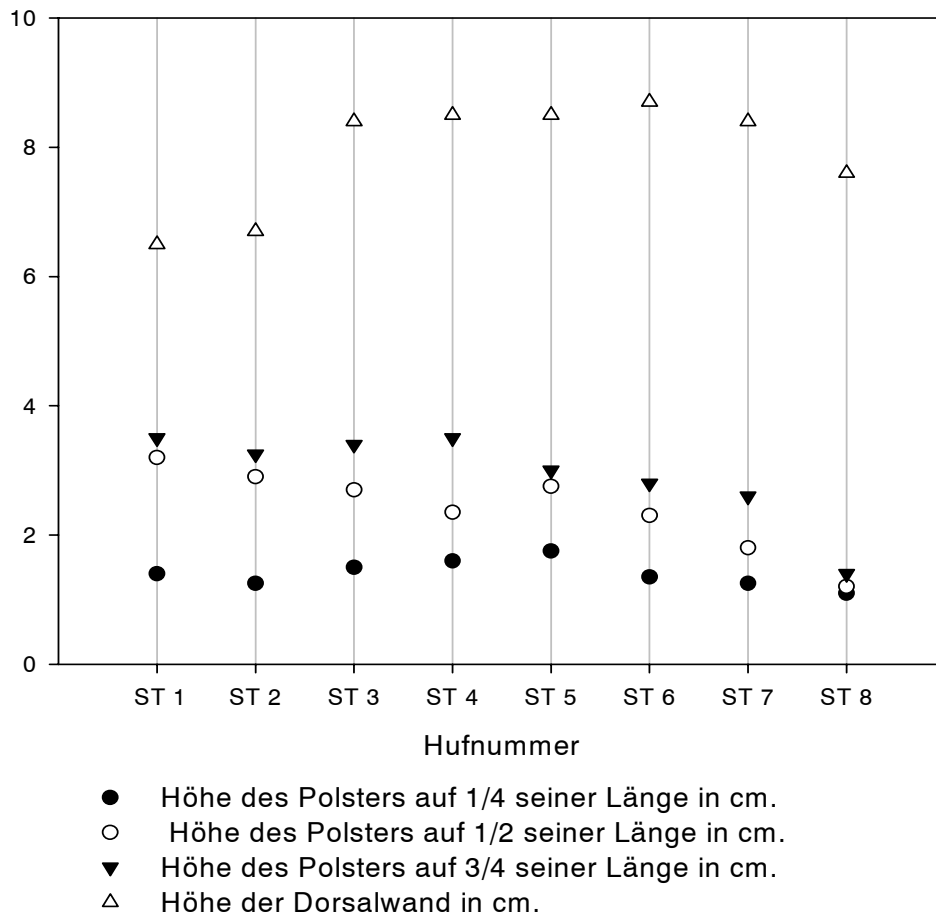


Abb. 19: Graphische Darstellung der Dorsalwandhöhe und der Polsterhöhe in der Medianen auf $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ der Polsterlänge in cm für die gemessenen stumpfen Hufe.

Für die Hufe ST 1 und ST 2 zeigt sich ein starker Höhenanstieg von $H_p \frac{1}{4}$ auf $H_p \frac{1}{2}$. Huf ST 1 liefert auch den Maximalwert der untersuchten stumpfen Hufe in Bezug auf $H_p \frac{3}{4}$, obwohl es sich bei ST 1, wie bei ST 2, um einen kleinen Huf handelt und die Dorsalwandhöhe deutlich unter der der anderen Hufe der Gruppe ST liegt.

Betrachtet man Huf ST 8, so fällt auf, dass alle Werte bezüglich der Höhe des Polsters eng beieinander liegen und verglichen mit den anderen 7 stumpfen Hufen jeweils den niedrigsten Wert besitzen.

Bei Huf ST 1 handelt es sich um einen recht kleinen Huf (Ponyhuf, Länge des Hufes 10,7 cm; Weite des Hufes: 11,6 cm; Dorsalwandwinkel: 63°) mit hohen Trachten und einem kräftigem Strahl, der an der Basis Bodenkontakt hat. Die Hornsohle ist dick.

Im Gegensatz hierzu hat der ebenfalls kleine Huf ST 8 (Länge des Hufes: 8,5 cm, Weite des Hufes: 9,5 cm, Dorsalwandwinkel 63°) einen im Trachtenbereich eingengten langen Strahl

der bei hohen Trachten weit oberhalb des Tragrandes liegt. Der Abstand von Strahl zu Boden reicht an T $\frac{1}{4}$ mit 2,3 cm über 1,8 cm an T $\frac{1}{2}$ zu 1,4 cm am dritten Transversalschnitt.

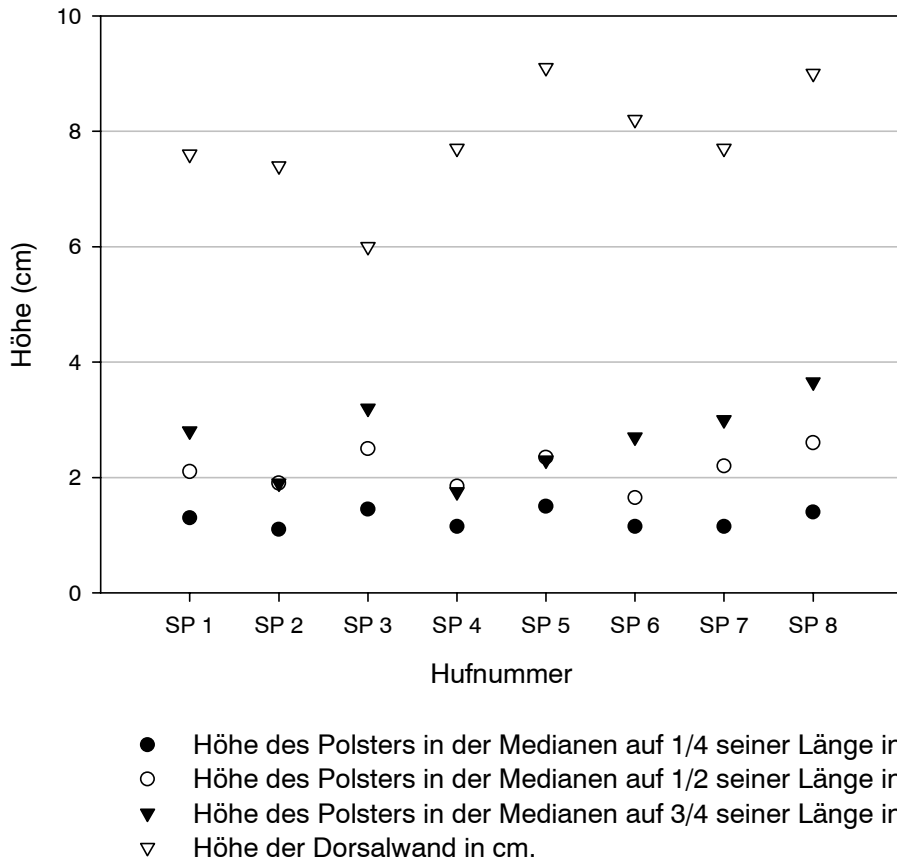


Abb. 20: Graphische Darstellung der Dorsalwandhöhe und der Polsterhöhe in der Medianen auf $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ der Polsterlänge in cm für die gemessenen spitzen Hufe.

Bei den spitzen Hufen fällt auf, dass hier im Gegensatz zu den untersuchten regelmäßigen und stumpfen Hufen bei den Hufen SP 2, SP 4 und SP 5 das Polster für Hp $\frac{3}{4}$ geringere oder gleiche Höhenwerte aufweist wie bei Hp $\frac{1}{2}$.

Wie bei den bei den anderen Gruppen R und ST ist auch bei den spitzen Hufen die Dorsalwandhöhe nicht allein maßgebend für die Polsterhöhe. Huf SP 3 besitzt im Vergleich mit den anderen spitzen Hufen eine deutlich geringere Dorsalwandhöhe; die Höhenwerte des Polsters sind jedoch relativ groß. Huf SP 3 hat mit dem Strahl keinen Bodenkontakt. Dem Gegenüber besitzt der Strahl von Huf SP 5 Bodenkontakt und die Dorsalwandhöhe weist den höchsten Wert innerhalb dieser Gruppe auf. Betrachtet man die Höhe des Hufpolsters für SP 5, so fällt auf, dass die Höhe an den Punkten T $\frac{1}{2}$ und T $\frac{3}{4}$ gering ist.

Mit Ausnahme von Huf SP 7 haben alle spitzen Hufe niedrige und/oder untergeschobene Trachten.

Zusammenfassend lässt sich aussagen, dass die Polsterhöhe insbesondere bei den Gruppen R und ST von $T \frac{1}{4}$ zu $T \frac{3}{4}$ zunimmt. Für die spitzen Hufe lassen sich größtenteils niedrigere Höhenzunahmen verzeichnen.

Für alle untersuchten Hufgruppen gilt, dass ein Rückschluss nur ausgehend von der Hufhöhe (Dorsalwandhöhe) auf die Höhe des Polsters nicht sinnvoll ist.

4.3.4. Abhängigkeit der Polsterhöhe von Hufhöhe und Strahlausbildung

Um die Höhe des Hufpolsters unabhängig von der Höhe der Dorsalwand zu untersuchen, muss ein anderes Vergleichskriterium gefunden werden. Da meine bisherigen Untersuchungen gezeigt haben, dass sich die Ausprägung des Strahles auf die Größe des Hufpolsters auswirkt, scheint es sinnvoll dies zu berücksichtigen.

Misst man an den Punkten $T \frac{1}{4}$, $T \frac{1}{2}$ und $T \frac{3}{4}$ die Höhe der Hornwand und subtrahiert die Dicke des Hornstrahles sowie den Abstand des Hornstrahles zum Tragrandniveau, so ergibt sich eine neue Größe, die hier als Huf-Innenhöhe bezeichnet werden soll.

Erster Transversalschnitt

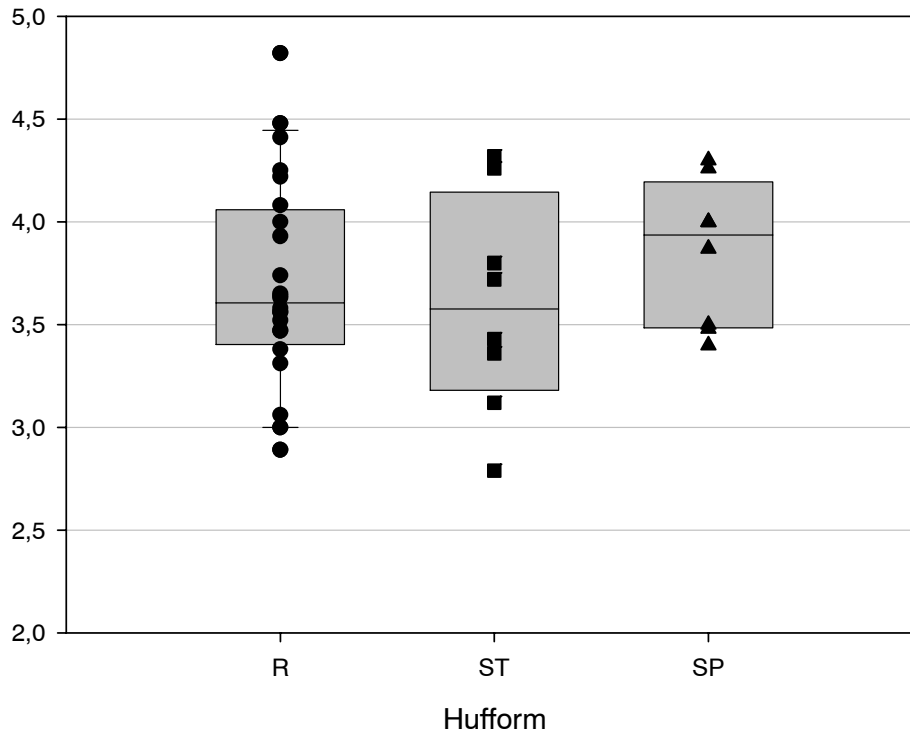


Abb. 21: Graphische Darstellung des Quotienten aus der lateralen Huf-Innenhöhe und der Hufpolsterhöhe auf Höhe des ersten Transversalschnittes $T \frac{1}{4}$ für die drei untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe. Der Minimalwert (2,79) stammt von Huf ST 1, der Maximalwert (4,82) von Huf R 23. Der Medianwert (3,93) der spitzen Hufe liegt höher als der der regelmäßigen und stumpfen Hufe (Median R = 3,61; Median ST = 3,57).

Während sich die Medianwerte der Quotienten für die regelmäßigen und die stumpfen Hufe gleichen und sich die einzelnen Quotienten über einen ähnlichen Bereich erstrecken, liegen die Quotienten der spitzen Hufe deutlich höher.

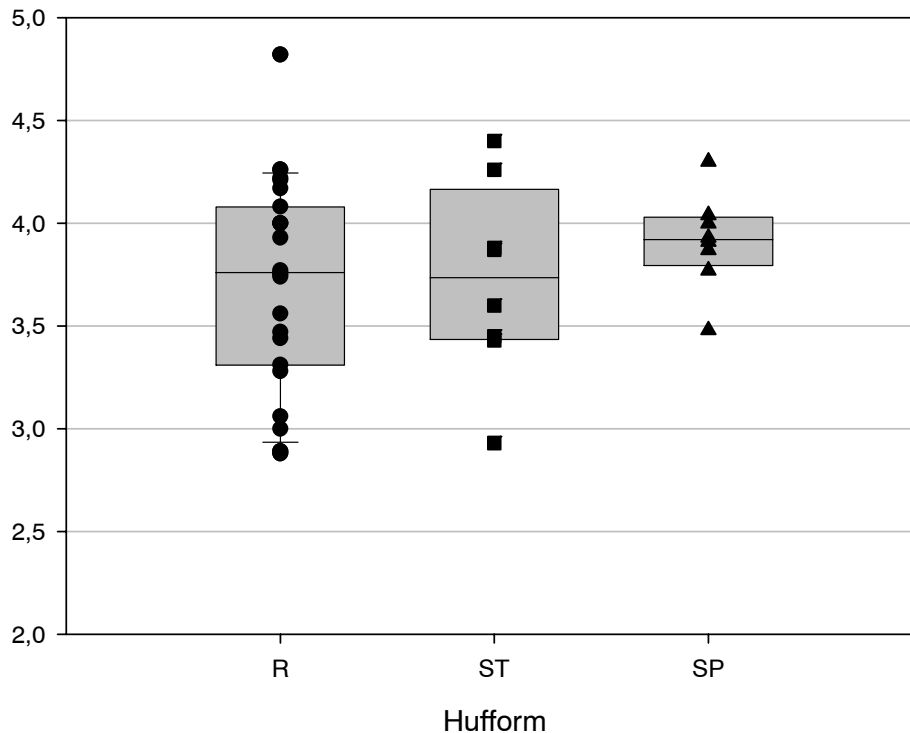


Abb. 22 : Graphische Darstellung des Quotienten aus der medialen Huf-Innenhöhe und der Hufpolsterhöhe auf Höhe des ersten Transversalschnittes T $\frac{1}{4}$ für die drei untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe. Der Minimalwert (2,89) stammt von Huf R 4, der Maximalwert (4,82) von Huf R 23. Der Medianwert (3,92) der spitzen Hufe liegt höher als der der regelmäßigen und stumpfen Hufe (Median R = 3,76; Median ST = 3,73).

Auch für die mediale Hufhälfte liegt wie bei der lateralen Hufhälfte auf Höhe des ersten Transversalschnittes T $\frac{1}{4}$ der Medianwert der spitzen Hufe über dem der regelmäßigen und stumpfen Hufe. Die Medianwerte der regelmäßigen und stumpfen Hufe liegen in beiden Hufhälften eng zusammen. Der Maximalwert wird jeweils mit dem Quotienten 4,82 von Huf R 23 gestellt, der Minimalwert der medialen Hufhälfte durch Huf R 4 (2,89), dessen Quotient nur knapp unterhalb dem von Huf ST 1 (2,93) liegt. Huf ST 1 weist in der lateralen Hufhälfte mit dem Wert 2,79 den geringsten Quotienten auf.

Die errechneten Quotienten für die stumpfen und spitzen Hufe liegen im Vergleich der beiden Hufseiten auf der lateralen Hufhälfte weiter auseinander.

Zweiter Transversalschnitt

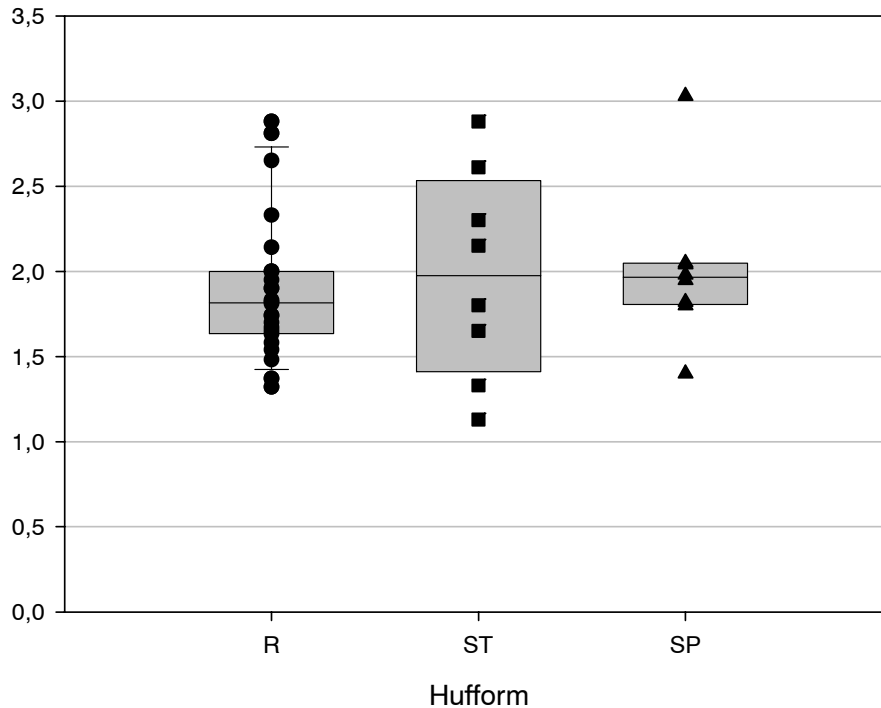


Abb. 23: Graphische Darstellung des Quotienten aus der korrigierten lateralen Huf-Innenhöhe und der maximalen Polsterhöhe auf Höhe des zweiten Transversalschnittes $T \frac{1}{2}$ für die untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Den Minimalwert (1,13) bildet Huf ST 1, den Maximalwert Huf SP 6 (3,03).

Der Medianwert der regelmäßigen Hufe (Median R = 1,81) ist kleiner als der Medianwert der stumpfen und spitzen Hufe (Median ST = 1,97; Median SP = 1,97).

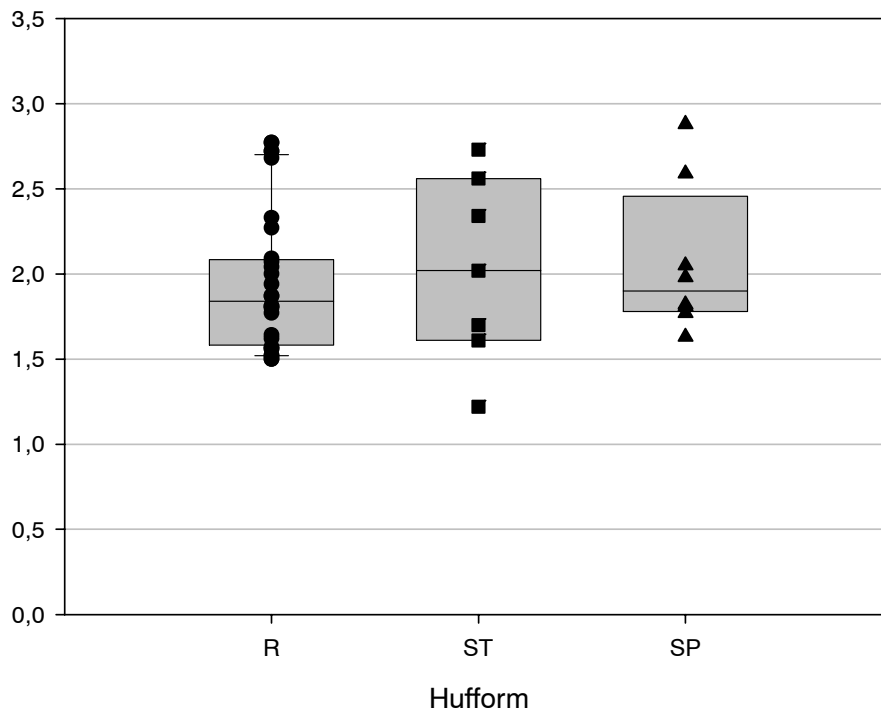


Abb. 24: Graphische Darstellung des Quotienten aus der korrigierten medialen Huf-Innenhöhe und der maximalen Polsterhöhe auf Höhe des zweiten Transversalschnittes T $\frac{1}{2}$ für die untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (1,22) stammt von Huf ST 1, der Maximalwert (2,88) von Huf SP 6. Die Mediane der drei Gruppen zeigen folgende Werte: Median R = 1,84; Median ST = 2,02; Median SP = 1,93.

Bei der Berechnung des Quotienten aus Huf-Innenhöhe und Polsterhöhe ist zu beachten, dass auf Höhe des zweiten Transversalschnittes bei einem Teil der Hufe sich das Strahlpolster bereits in zwei Schenkeln darstellt, und somit die maximale Polsterhöhe nicht immer mit der in der Medianen gemessenen Höhe identisch ist.

Es fällt auf, dass auf Höhe des 2. Transversalschnittes die spitzen Hufe den anderen beiden Hufgruppen ähnliche Werte für die Quotienten liefern. Der Medianwert der regelmäßigen Hufe liegt nun unterhalb der Medianwerte für die stumpfen und für die spitzen Hufe.

Sowohl in der lateralen wie auch der medialen Hufhälfte bildet Huf ST 1 den geringsten und Huf SP 6 den höchsten Quotienten aus der Reihe der untersuchten Hufe. Bei Huf ST 1 ragt das Hufpolster weit über den Hornstrahl nach proximal, während Huf SP 6 auf Höhe des zweiten Transversalschnittes ein niedriges Polster aufweist.

Für den Huf ST 2 konnte auf der medialen Hufseite keine Berechnung durchgeführt werden, da die gemessenen Größen aufgrund ungenauer Schnittführung nicht in die Auswertung gelangten.

Dritter Transversalschnitt

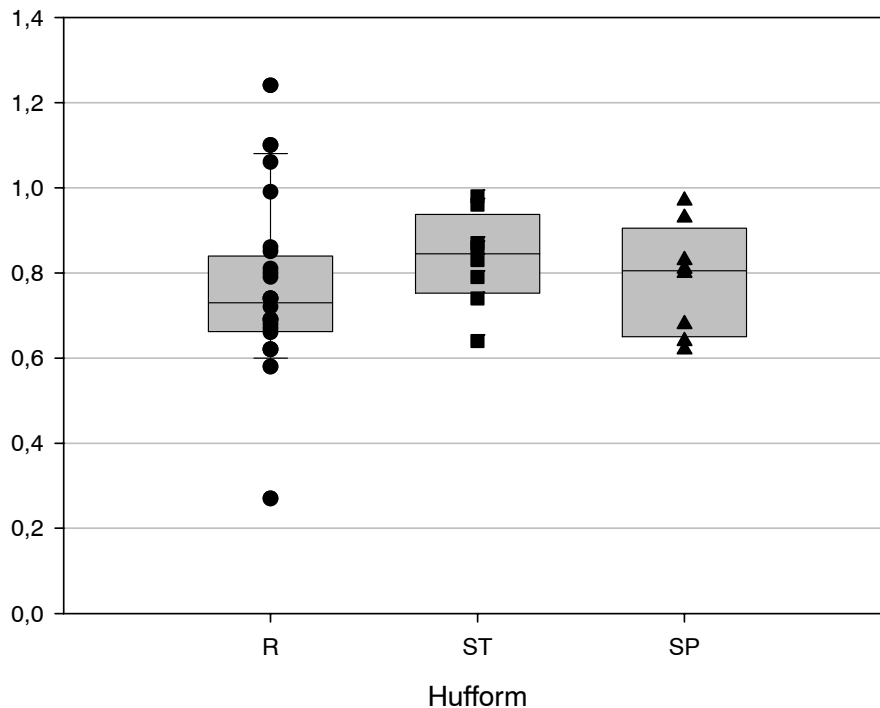


Abb. 25: Graphische Darstellung des Quotienten aus lateraler Huf-Innenhöhe und maximaler Polsterhöhe auf Höhe des dritten Transversalschnittes $T \frac{3}{4}$ für die untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Huf R 10 besitzt den geringsten Quotienten (0,27), Huf R 23 stellt den Maximalwert (1,24). Der Medianwert der regelmäßigen Hufe (Median R = 0,73) liegt unterhalb des Medians der stumpfen (Median ST = 0,84) und der spitzen Hufe (Median SP = 0,81).

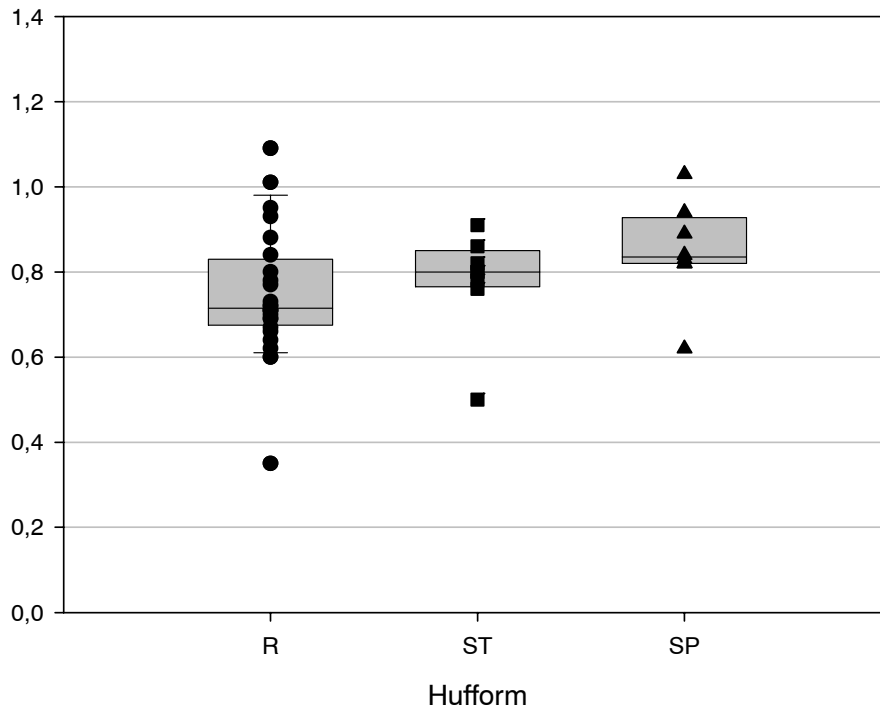


Abb. 26: Graphische Darstellung des Quotienten aus medialer Huf-Innenhöhe und maximaler Polsterhöhe auf Höhe des dritten Transversalschnittes $T \frac{3}{4}$ für die untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe. Huf R 10 besitzt den geringsten Quotienten (0,35), Huf R 23 stellt den Maximalwert (1,09). Der Medianwert der regelmäßigen Hufe (Median R = 0,72) liegt unterhalb des Medians der stumpfen (Median ST = 0,80) und der spitzen Hufe (Median SP = 0,83).

Bezüglich des dritten Transversalschnittes $T \frac{3}{4}$ liegt der Medianwert der regelmäßigen Hufe ebenso wie bei dem zweiten Transversalschnitt unter den Medianwerten der stumpfen und spitzen Hufe. Die Medianwerte Gruppen ST und SP liegen eng beieinander.

Minimal- und Maximalwert werden von regelmäßigen Hufen gebildet.

Der regelmäßige Huf R 23 besitzt einen gleichmäßig geformten Strahl, der knapp über dem Tragrandniveau liegt und eine dünne Sohle. Das Hufpolster ist auf allen Schnitten von relativ geringer Höhe.

Der Strahl von Huf R 10 liegt weit oberhalb des Tragrandes. Das Hufpolster steigt bei $T \frac{3}{4}$ stark über den Kronsaum hinaus nach proximal. Der Transversalschnitt $T \frac{3}{4}$ erfolgte bei beiden Hufen knapp palmar des Kronbeines.

Für das Verhältnis zwischen der Huf-Innenhöhe und der Polsterhöhe bestehen zwischen den drei untersuchten Hufformen keine deutlichen Unterschiede. Lediglich im dorsalen Hufbereich (T 1/4) zeigen die spitzen Hufe ein in Relation zur Huf-Innenhöhe größeres Strahlpolster als die untersuchten regelmäßigen und stumpfen Hufe. Weiter palmar geht dieser Unterschied jedoch verloren.

Zu beachten ist, dass das Hufpolster im Ballenbereich bei fast allen Hufen über den Kronsaum nach proximal hinausragt, oder den Kronsaum erreicht. Lediglich in den Hufen R 20 und R 23 endet das Ballenpolster auf Höhe des dritten Transversalschnittes unterhalb der Kronsaumlinie.

4.3.5. Relation zwischen der Hufweite und der Polsterweite

Erster Transversalschnitt

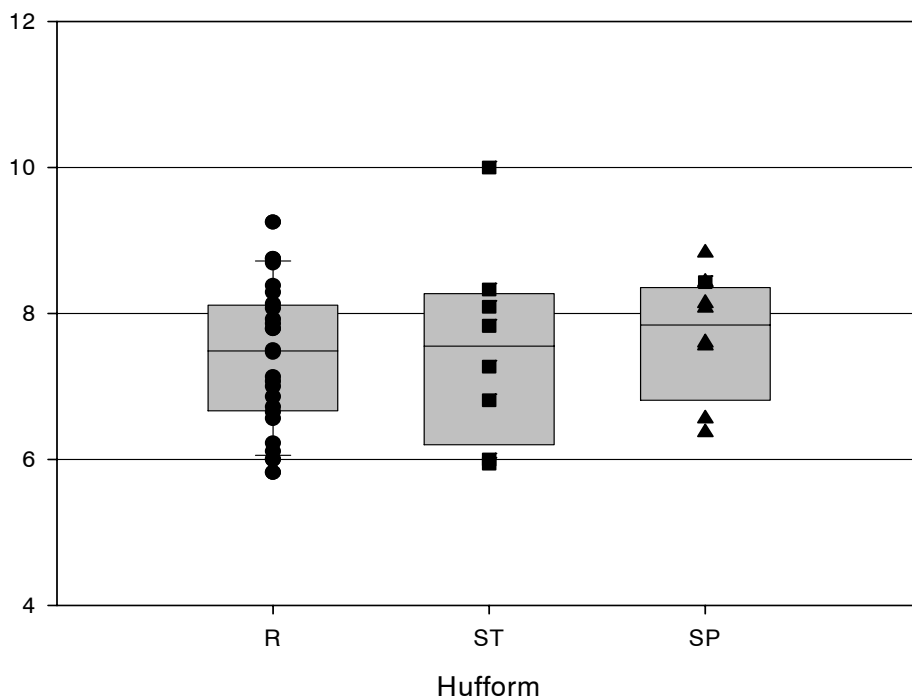


Abb. 27: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der lateralen Hufhälfte und der Weite der lateralen Hufpolsterhälfte auf Höhe des ersten Transversalschnittes T 1/4 für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert wird von Huf R 2 (5,82) geliefert, der Maximalwert von Huf ST 5 (10,00). Die Medianwerte der drei untersuchten Hufgruppen (R = 7,49 ST = 7,55 und SP = 7,84) liegen nah beieinander.

Die Graphik gibt den Quotienten aus der Weite der lateralen Hufhälfte auf Höhe des Transversalschnittes T $\frac{1}{4}$ und der lateralen Polsterweite auf diesem Schnitt wieder.

Es wird erkennbar, dass zwischen den Werten der drei Hufgruppen keine deutlichen Unterschiede bestehen. Mit Ausnahme des Hufes ST 5, der den höchsten Quotienten liefert, liegen alle anderen Werte der spitzen und stumpfen Gruppe zwischen dem Minimal- und Maximalwert der regelmäßigen Hufe. Die Medianwerte der Versuchsgruppen liegen dementsprechend nah beieinander.

Die Hufe R 2 und ST 5, die den Maximal- bzw. den Minimalwert liefern, sollen an dieser Stelle etwas eingehender betrachtet werden.

Huf R 2 hat einen regelmäßig geformten Strahl mit Bodenkontakt.

Huf ST 5 zeigt ebenfalls einen gut ausgebildeten Strahl. Der Huf selbst ist jedoch leicht schief; der mediale Eckstrebenwinkel liegt um 0,8 cm weiter palmar als der Laterale.

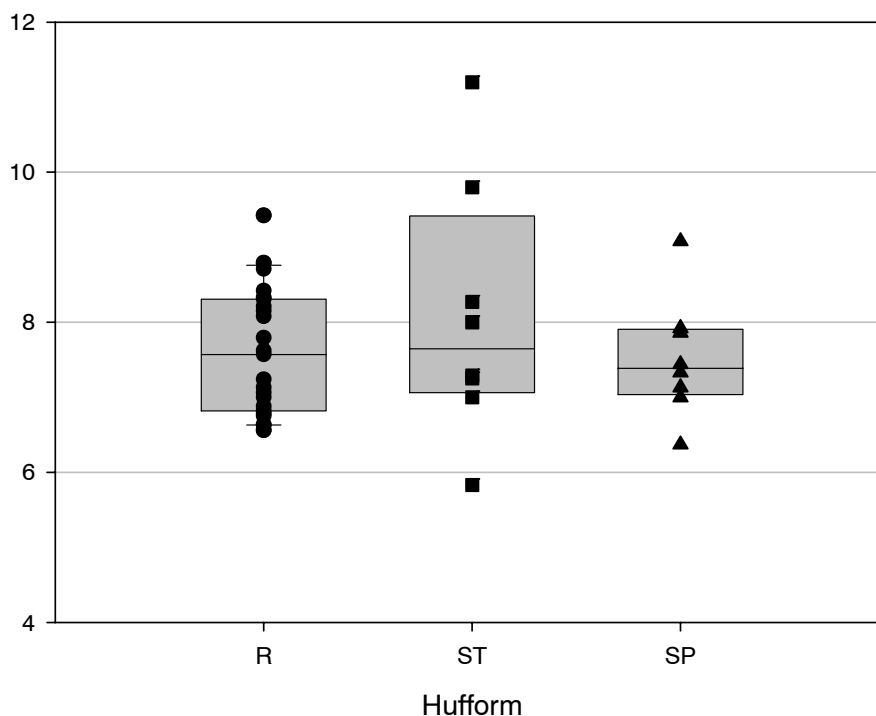


Abb. 28: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der medialen Hufhälfte und der Weite der medialen Hufpolsterhälfte auf Höhe des ersten Transversalschnittes T $\frac{1}{4}$ für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert wird von Huf ST 6 (5,83) geliefert, der Maximalwert von Huf ST 5 (11,2). Die Medianwerte der drei untersuchten Hufgruppen (R = 7,57; ST = 7,64; SP = 7,39) liegen nah beieinander.

Der Transversalschnitt T $\frac{1}{4}$ verläuft bei beiden Hufen auf Höhe des palmaren Endes des Hufbeins.

Vergleicht man die beiden Graphiken für den ersten Transversalschnitt (T $\frac{1}{4}$), so fällt auf, dass bezüglich der Berechnung der medialen Hufhälfte der Minimalwert nicht von Huf R 2 sondern von Huf ST 6 geliefert wird. Zu beachten ist jedoch, dass auch in der lateralen Hufhälfte Huf ST 6 mit dem Wert 6,00 nahe am Minimalwert von Huf R 2 liegt.

Der Maximalwert wird auch in der medialen Hufhälfte von Huf ST 5 gebildet, weist jedoch einen höheren Quotienten auf.

Die zwei Medianwerte für die spitzen Hufe bezüglich der Weitenrelation zwischen Huf und Polster beim ersten Transversalschnitt weichen etwas stärker voneinander ab, als es bei den Gruppen R und ST der Fall ist.

Zweiter Transversalschnitt

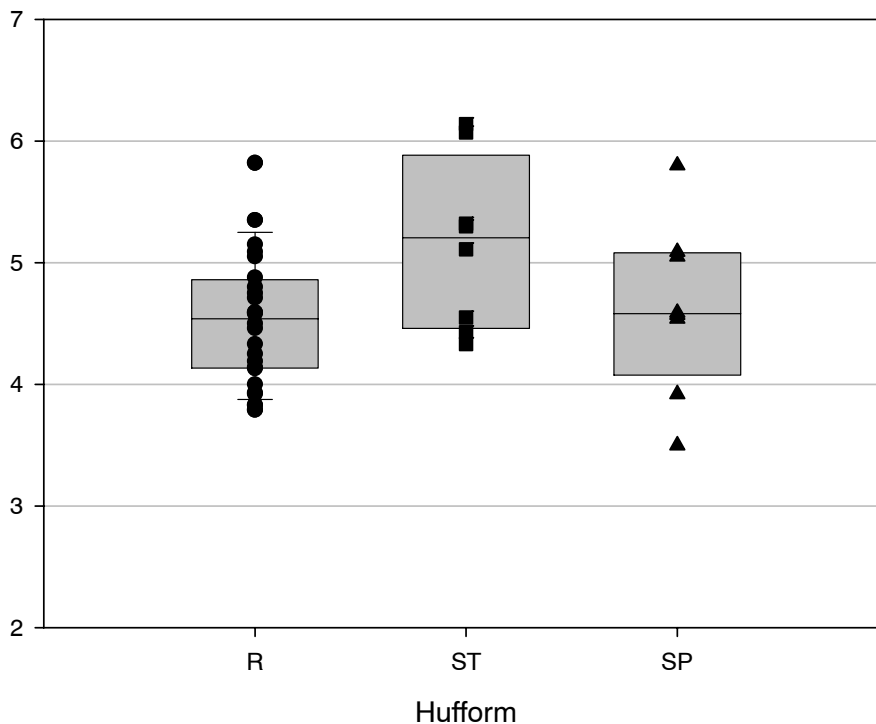


Abb. 29: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der lateralen Hufhälfte und der Weite der lateralen Hufpolsterhälfte auf Höhe des zweiten Transversalschnittes T1/2 für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (3,50) wird von Huf SP 1 geliefert, der Maximalwert (6,14) von Huf ST 2. Der Medianwert der stumpfen Hufe (ST = 5,15) liegt höher als bei der regelmäßigen (R = 4,54) und spitzen Hufform-Gruppe (SP = 4,62).

Während sich der Medianwert der regelmäßigen und spitzen Hufe ähneln, liegt der Medianwert der stumpfen Hufe beim zweiten Transversalschnitt ($T \frac{1}{2}$) deutlich höher.

Die Quotienten der Gruppe SP liegen weiter auseinander als bei den Gruppen R und ST und Huf SP 1 liefert den Minimalwert, während der Maximalwert von ST 2 gebildet wird.

SP 1 zeigt das Bild eines weiten und spitzen Hufes mit untergeschobenen Trachten und einem Strahl der an seiner Basis das Tragrandniveau erreicht.

Huf ST 2 ist ein stumpfer Huf, der leichte Tendenz zum weiten Huf zeigt. Der Strahl ist gut entwickelt und hat an der Basis ebenfalls Bodenkontakt.

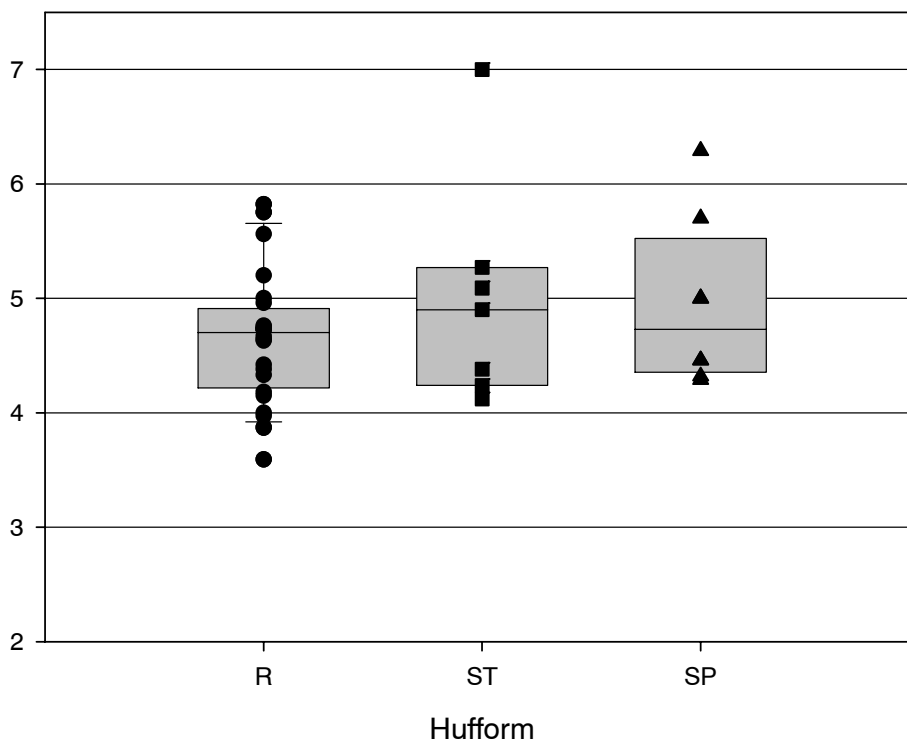


Abb. 30: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der medialen Hufhälfte und der Weite der medialen Hufpolsterhälfte auf Höhe des zweiten Transversalschnittes $T1/2$ für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (3,87) wird von Huf R 18 geliefert, der Maximalwert (7,00) von Huf ST 8. Die Medianwerte der drei untersuchten Hufform-Gruppen liegen nah beieinander (R = 4,7; ST = 4,9; SP = 4,73).

Im Gegensatz zur lateralen Hufhälfte weist die mediale Seite des Hufes SP 1 einen weitaus höheren Quotienten bezüglich der Hufweite und der Polsterweite auf. Dementsprechend

liefert nun nicht mehr Huf SP 1 den Minimalwert auf Höhe des zweiten Transversalschnittes (T ½) sondern Huf R 18.

Tabelle 11: Werte einzelner Parameter für Huf SP 1 am Transversalschnitt T ½.

Hufhälfte SP 1	A. p – sh (cm)	D sh (cm)	W. p (cm)	Weite der Hufhälfte	Hufhälfte/W. p
lateral	2,9	1,1	1,6	5,6	3,50
medial	3,1	1,05	1,2	5,35	4,46

- A. p–sh : Abstand zwischen Polster und seitlicher Hufwand in cm.
 D. sh : Dicke der seitlichen Hufwand in cm.
 W. p : Weite des Polsters in cm.

Die Tabelle 11 spiegelt wider welche Werte dem Quotienten zu Grunde liegen. Obwohl laterale und mediale Hufhälfte in ihrer Weite nur eine Differenz von 0,25 cm besitzen, ist die Weite des Polsters in der lateralen Hufhälfte deutlich größer.

Da bei einem Teil der untersuchten Hufe das Hufpolster auf Höhe des zweiten Transversalschnittes bereits nach proximal über den Hornstrahl hinaus reicht und dort an Breite zunimmt, geben die folgenden beiden Graphiken die Ergebnisse wieder, die man erhält, wenn die maximale Weite des Polsters berücksichtigt wird.

Die Quotienten aus Weite der Hufhälfte und der maximalen Polsterweite auf Schnitthöhe sind dementsprechend über einen größeren Bereich verteilt.

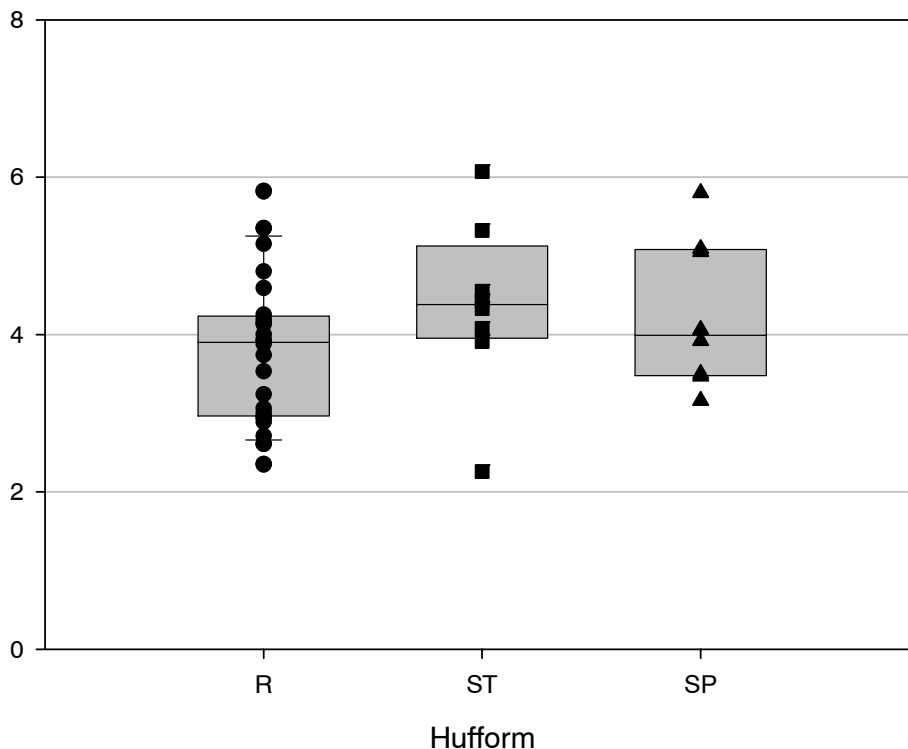


Abb. 31 : Graphische Darstellung des Quotienten aus Weite der lateralen Hufhälfte und maximaler Weite des Hufpolsters auf Höhe des zweiten Transversalschnittes T ½ für die untersuchten Hufgruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (2,26) wird von Huf ST 1, der Maximalwert (6,07) von Huf ST 8 (6,07) geliefert. Der Medianwert der stumpfen Hufe (4,38) liegt höher als der der regelmäßigen (3,9) und der spitzen Hufe (3,99).

Huf ST 8 hat keine Ausdehnung des Polsters über den Hornstrahl hinaus auf Höhe des zweiten Transversalschnittes und somit stellt Huf ST 8 auch in dieser Graphik den Maximalwert. Huf ST 1 tritt bereits bei T ½ deutlich über den Hornstrahl hinaus.

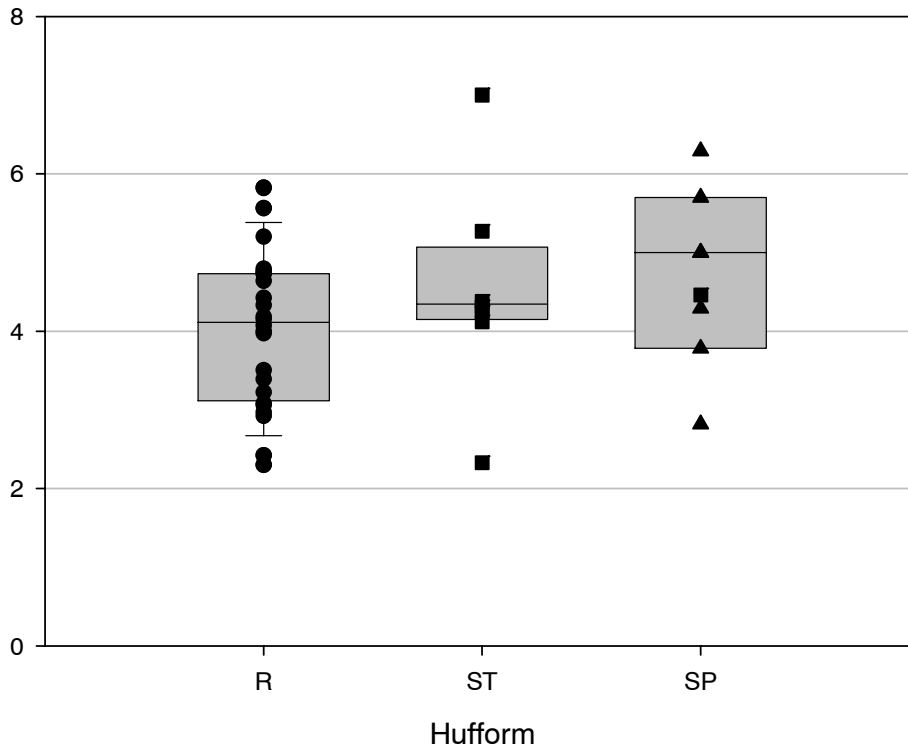


Abb. 32 Graphische Darstellung des Quotienten aus Weite der medialen Hufhälfte und der maximalen Polsterweite auf Höhe des zweiten Transversalschnittes für die drei untersuchten Hufformen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert wird von Huf R 12 (2,30), der Maximalwert von Huf ST 8 (7,0) geliefert. Die Medianwerte für die Gruppen zeigen folgende Werte: R = 4,11; ST = 4,31; SP = 4,73.

Huf ST 8 bildet mit dem Wert 7,00 den höchsten Quotienten und liegt somit über dem von Huf ST 2, der bezüglich der lateralen Hufhälfte des zweiten Transversalschnittes den höchsten Wert hatte (6,14). Für die mediale Hufhälfte konnte der Quotient für Huf ST 2 nicht berechnet werden, da der zweite Transversalschnitt medial ungenau geführt war.

Der Medianwert der spitzen Hufe liegt in diesem Fall deutlich über dem der regelmäßigen sowie der stumpfen Hufe, und ist somit deutlich höher als der Median (ST) für die laterale Hufhälfte.

Bei der Betrachtung der Werte für die maximale Polsterweite am zweiten Transversalschnitt fällt auf, dass die Werte weiter gefächert sind als es bei dem entsprechenden Transversalschnitt der Fall ist, dem nur die Polsterweite im Hornstrahl zugrunde gelegt wurde. Der Grund für die größere Diskrepanz der Werte ist die Tatsache, dass nicht bei allen

Hufen auf Höhe des Schnittes T $\frac{1}{2}$ eine Ausdehnung des Polsters proximal des Hornstrahles vorliegt, und somit sich bei einigen Hufen die Quotienten für die Hufweite/Polsterweite im Hornstrahlschenkel beziehungsweise für die Hufweite/ maximale Polsterweite entsprechen.

Dritter Transversalschnitt

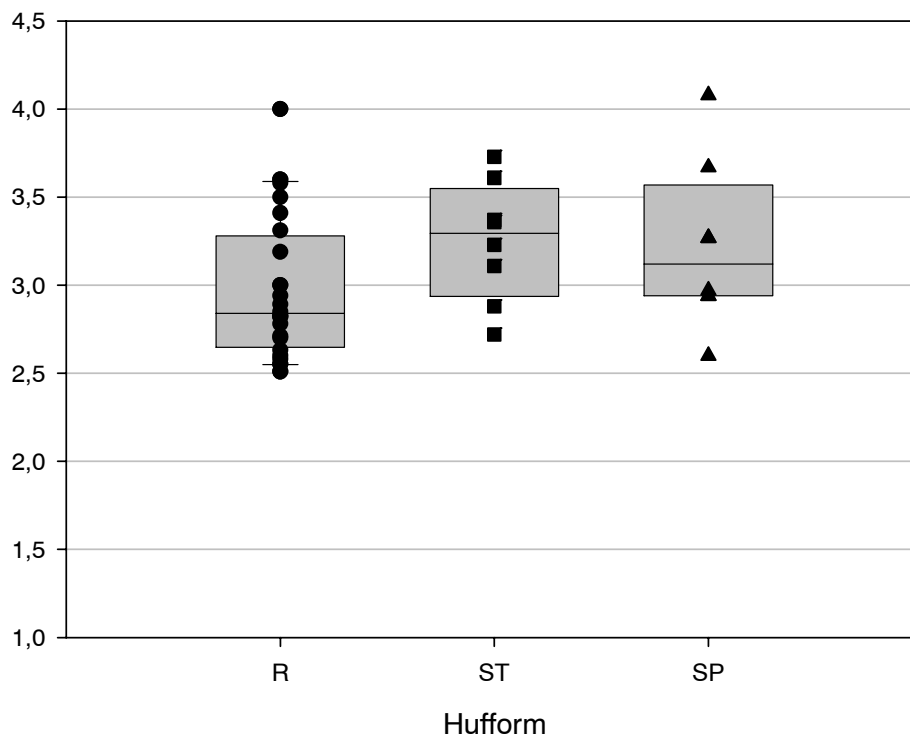


Abb. 33: Graphische Darstellung des Quotienten aus Weite der lateralen Hufhälfte und Weite des lateralen Strahlpolsterschenkels für den dritten Transversalschnitt T $\frac{3}{4}$ der drei untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen Hufe (SP).

Der Minimalwert (2,51) stammt von Huf R 14, der Maximalwert (4,08) von Huf SP 6. Medianwerte von R = 2,84; ST = 3,29; SP = 3,12.

Breitenrel. T 3/4 med Psch

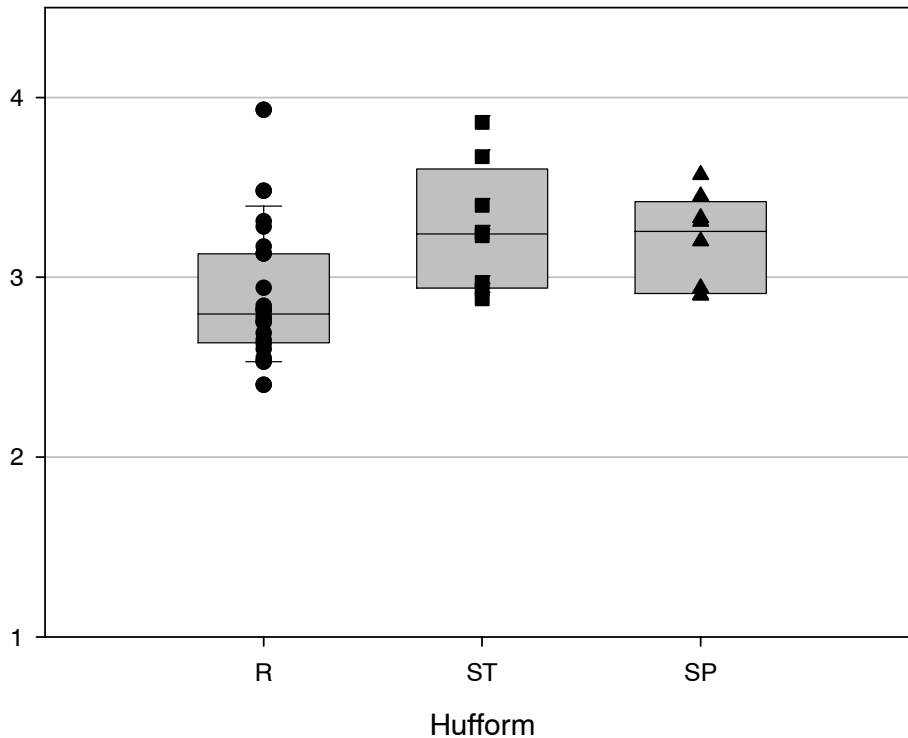


Abb. 34: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der medialen Hufhälfte und der medialen Strahlpolsterschenkelweite auf Höhe des dritten Transversalschnittes T $\frac{3}{4}$ für die untersuchten Gruppen der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (2,4) wird von Huf R 14, der Maximalwert (3,93) von Huf R 6 gebildet. Medianwerte R = 2,79; ST = 3,24; SP = 3,26.

Die Medianwerte für die mediale und laterale Hufhälfte bezüglich dieser Weitenrelation sind für die drei untersuchten Hufgruppen jeweils ähnlich. Während die Mediane der Gruppe der stumpfen und spitzen Hufe nah beieinander liegen, ist der Median der Gruppe R deutlich niedriger.

Der Minimalwert stammt auf beiden Seiten von Huf R 14. Hinsichtlich des Maximalwertes ist zu beachten, dass Huf R 6 auf der lateralen Hufhälfte mit dem Quotienten 4,0 nahe an dem Maximalwerte 4,08 des Hufes SP 6 liegt.

SP 6 erreicht auf der medialen Hufhälfte nur den Quotienten 3,57.

Tabelle 12: Auswirkung von Weite der Hufhälfte und Weite des Strahlpolsterschenkels auf den daraus errechneten Quotienten am Beispiel von Huf SP 6

Huf SP 6	Weite Hufhälfte	Weite Strahlpolsterschenkel	Quotient W_{Hh}/ W_{Psch}
lateral	5,3 cm	1,3 cm	4,08
medial	5,0 cm	1,4 cm	3,57

Die Tabelle 12 verdeutlicht, dass geringe Breitenunterschiede der Parameter zu deutlichen Veränderungen des aus ihnen gebildeten Quotienten bewirken können.

Sowohl bei Huf R 6 wie auch bei Huf SP 6 ist der Strahl im Verhältnis zum Huf schmal und ohne Bodenkontakt, so dass sich der Hohe Quotient W_{Hh}/ W_{Psch} erklärt.

Huf R 14 zeigt dem gegenüber einen gut entwickelten Strahl.

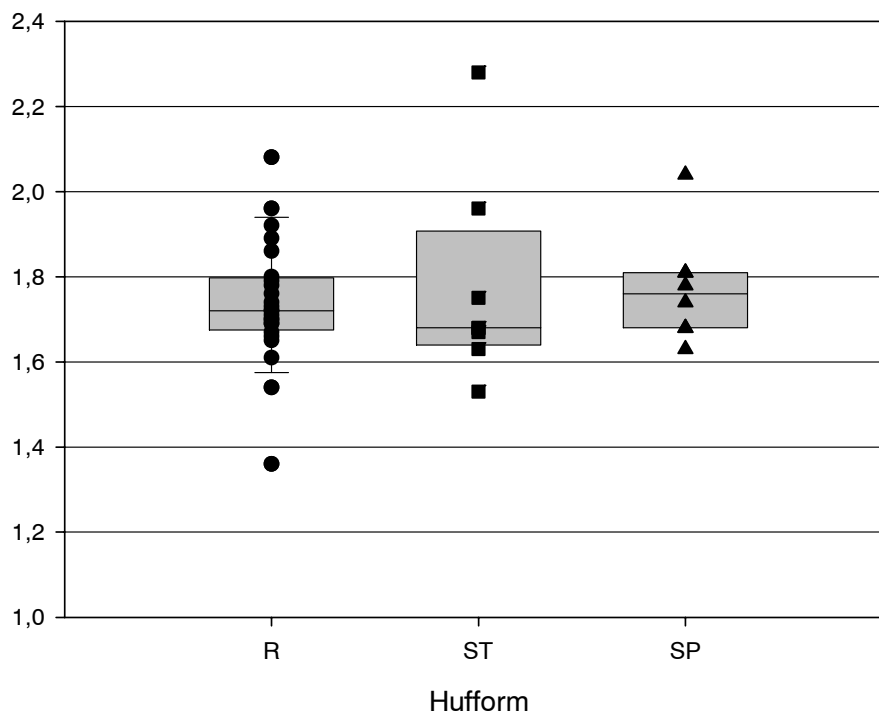


Abb. 35: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der lateralen Hufhälfte und der Weite der lateralen Hufpolsterhälfte auf Höhe des dritten Transversalschnittes T 3/4 für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert wird von Huf R 22 (1,36) geliefert, der Maximalwert von Huf ST 8 (2,28). Die Medianwerte der drei untersuchten Hufform-Gruppen liegen nah beieinander (R = 1,72 ; ST = 1,68 ; SP = 1,76).

Huf Nr. ST 8 besitzt den Quotienten 2,28 und liegt somit deutlich über den anderen Werten. Der Minimalwert stammt von Huf R 22 (1,36). Die Medianwerte der Gruppen liegen eng zusammen.

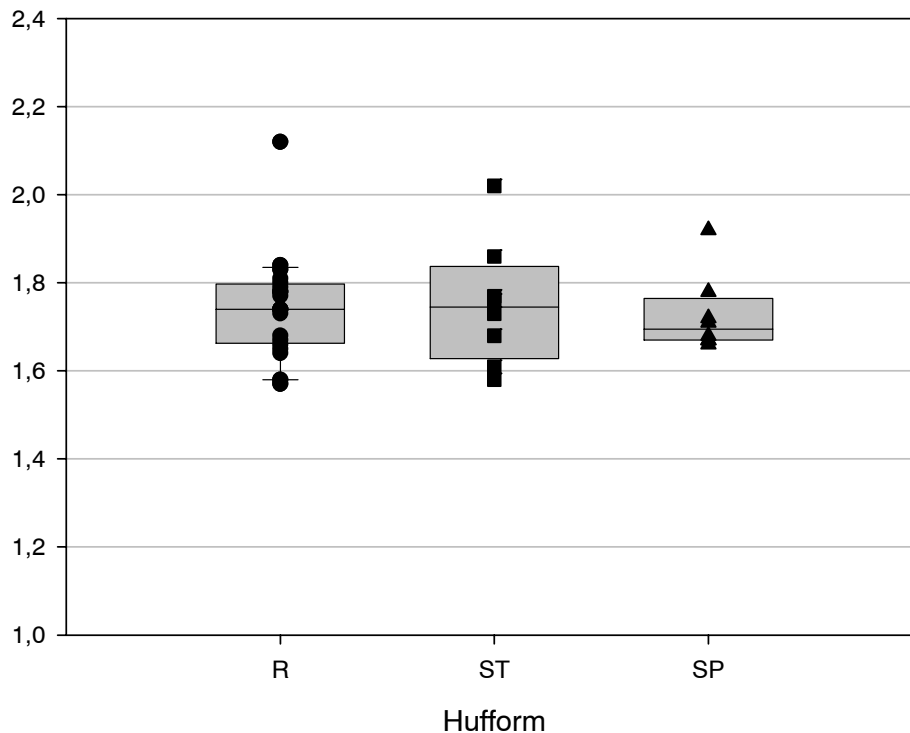


Abb. 36: Graphische Darstellung des Quotienten aus der Weite der medialen Hufhälfte und der maximalen Weite der medialen Hufpolsterhälfte auf Höhe des dritten Transversalschnittes T_{3/4} für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (1,57) wird von Huf R 10 geliefert, der Maximalwert (2,12) von Huf R 9. Die Medianwerte der drei untersuchten Hufform-Gruppen liegen nah beieinander (R = 1,74; ST = 1,75; SP = 1,69).

Auf dem Schnitt T $\frac{3}{4}$ medial entsprechen die Medianwerte der drei untersuchten Hufformgruppen zwar weitgehend denen für die entsprechende laterale Hufseite, der Minimal- und der Maximalwert werden jedoch von anderen Hufen gebildet. Der Maximalwert mit dem Quotienten 2,12 stammt medial von Huf R 9. Der Quotient von R 9 für die laterale Seite ist mit 2,08 ähnlich und stellt den zweithöchsten Quotienten bei den untersuchten Hufen für T $\frac{3}{4}$ lateral dar.

Huf ST 8 weist jedoch mit 2,02 als Quotient für die mediale Hufhälfte einen weitaus niedrigeren Wert im Vergleich mit der lateralen Seite auf.

Der Minimalwert (1,57) von Huf R 10 liegt deutlich über dem Minimalwert von Huf R 22 (1,36) bei T $\frac{3}{4}$ lateral. Huf R 10 besitzt mit dem Quotienten 1,69 einen höheren Wert für die laterale Hufseite, während der Quotient für Huf R 22 auf der medialen Seite größer ist (1,74). Huf R 10 und R 22 haben beide einen schmalen Strahl, Huf R 9 jedoch einen gut entwickelten zum Huf passenden Strahl.

Zusammenfassung für die Relation zwischen Hufweite und Polsterweite

Im Gesamten betrachtet liegen die Medianwerte der drei verschiedenen Gruppen für den jeweiligen Transversalschnitt nah beieinander, so dass für diese Untersuchung behauptet werden kann, dass das Hufpolster in seiner Breite eine gewisse Relation zur Hufweite wahrt und zwar unabhängig von der Hufwinkelung.

Da auf Höhe des zweiten Transversalschnittes bei einem Teil der Hufe sich das Strahlpolster bereits proximal des Hornstrahles seitlich ausdehnt, und beim dritten Transversalschnitt T $\frac{3}{4}$ bei allen Hufen die größte Breite des Hufpolsters erst oberhalb des Strahles erreicht wird, ergeben sich für die Relation der maximalen Polsterweite und der Hufweite andere Werte als es bei bloßer Betrachtung des Strahlpolsterschenkels der Fall ist.

Auf Höhe des ersten Transversalschnittes liegt das Strahlpolster unterhalb der Tiefen Beugesehne vom Hornstrahl umschlossen, so dass es bei T $\frac{1}{4}$ nur eine Polsterweite gibt.

Ein Rückschluss von der Entwicklung des Hornstrahles auf das Hufpolster ist daher nur bedingt sinnvoll, da die Form des Hornstrahles lediglich für die Ausprägung der Strahlpolsterschenkel bestimmend ist. Auf Höhe des dritten Transversalschnittes tritt das Polster weit nach proximal über den Hornstrahl hinaus und dehnt sich zu den Seiten hin aus um dort seine größte Breite zu erreichen. Ebenso ist bereits in einigen Hufen das Polster auf Höhe des zweiten Transversalschnittes breiter als der Hornstrahl, so dass hier ebenfalls zwei verschiedenen Weiten des Polsters bestimmt werden können.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass das Bild eines mächtigen Hornstrahles durch übermäßiges Hornwachstum vorgetauscht werden kann (siehe Huf R 10).

Ausgehend von der Weite des Hufes kann ebenfalls nur begrenzt eine Aussage über die maximale Ausdehnung des Hufpolsters gemacht werden, da der Huf im palmaren Abschnitt neben dem Hufpolster durch die Hufknorpel und das gefäßreiche Bindegewebe ausgefüllt wird. Die Dicke der Hufknorpel, sowie die Ausprägung des Bindegewebes ist in den

untersuchten Hufen unterschiedlich, und findet in den Messgrößen D_{HK} und A_{P-SH} Berücksichtigung.

Tabelle 13: Übersicht einzelner Parameter von Huf ST 8 und Huf R 22 auf Höhe des dritten Transversalschnittes $T \frac{3}{4}$.

Huf-Nr.	A_{P-SH} (cm)	D_{SH} (cm)	Wp max (cm)	W. $\frac{1}{2}$ H./ Wp max
ST 8 lat.	1,5	0,8	1,8	2,27
ST 8 med.	1,45	0,7	2,1	2,02
R 22 lat.	1,0	0,2	3,3	1,36
R 22 med.	1,8	0,2	2,7	1,74

4.3.6. Relation zwischen der Polsterhöhe in der Medianen und der Polsterweite

Um festzustellen, ob Höhe und Weite des Polsters bei den drei untersuchten Hufgruppen in einem festen Verhältnis stehen, wurde die median gemessene Polsterhöhe durch die Weite des Polsters dividiert.

Erster Transversalschnitt

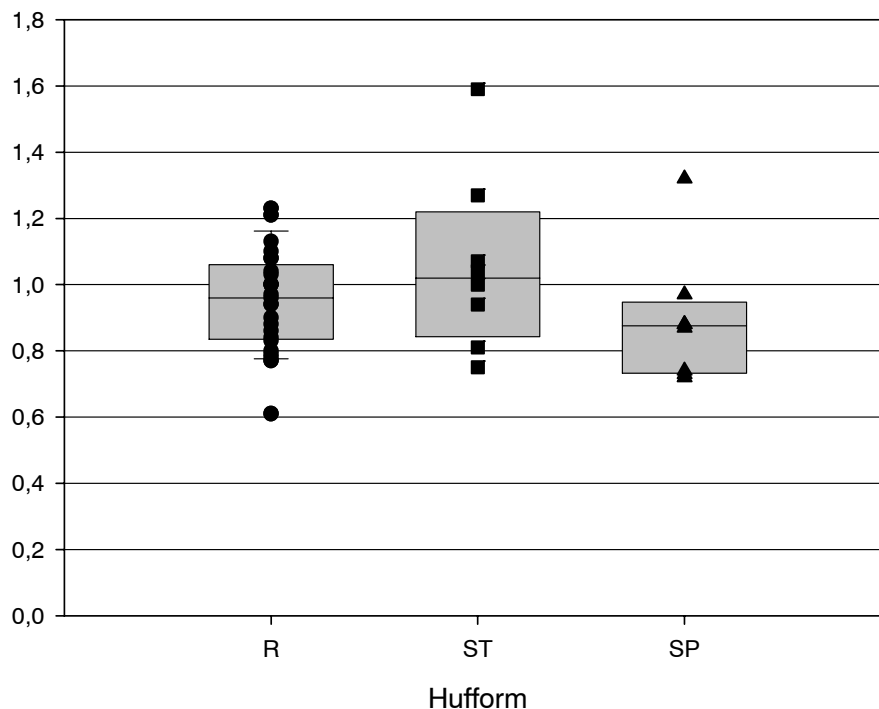


Abb. 37: Graphische Darstellung des Quotienten aus Höhe des Polsters in der Medianen am ersten Transversalschnitt für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Den Minimalwert bildet Huf R 23 mit 0,61; der Maximalwert (1,59) stammt von Huf ST 5. Median R = 0,96; Median ST = 1,02; Median SP = 0,88.

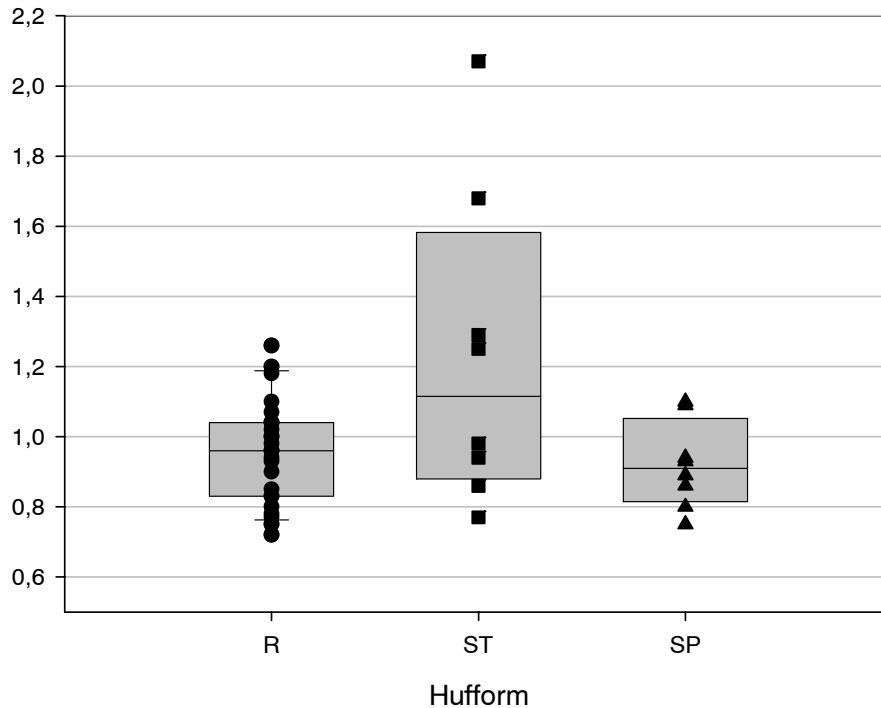


Abb. 38: Graphische Darstellung des Quotienten aus Höhe des Polsters in der Medianen und seiner Weite im Hornstrahl auf Höhe des zweiten Transversalschnittes für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (0,72) wird von Huf R 23, der Maximalwert (2,07) von Huf ST 2 gebildet. Median R = 0,96; Median ST = 1,12; Median SP = 0,91.

Auf die Darstellung des Quotienten aus der medianen Polsterhöhe und der maximalen Polsterweite auf Höhe des zweiten Transversalschnittes wurde verzichtet, da eine maximale Weite nicht bei allen Hufen auftritt, und somit eine starke Streuung der Einzelwerte auftritt.

Bezüglich der Bildung der Quotienten zeigt sich für die Gruppe der stumpfen (ST) Hufe auf den ersten zwei Transversalschnitten eine stärkere Diskrepanz zwischen den einzelnen Werten als es bei den regelmäßigen oder spitzen Hufen der Fall ist.

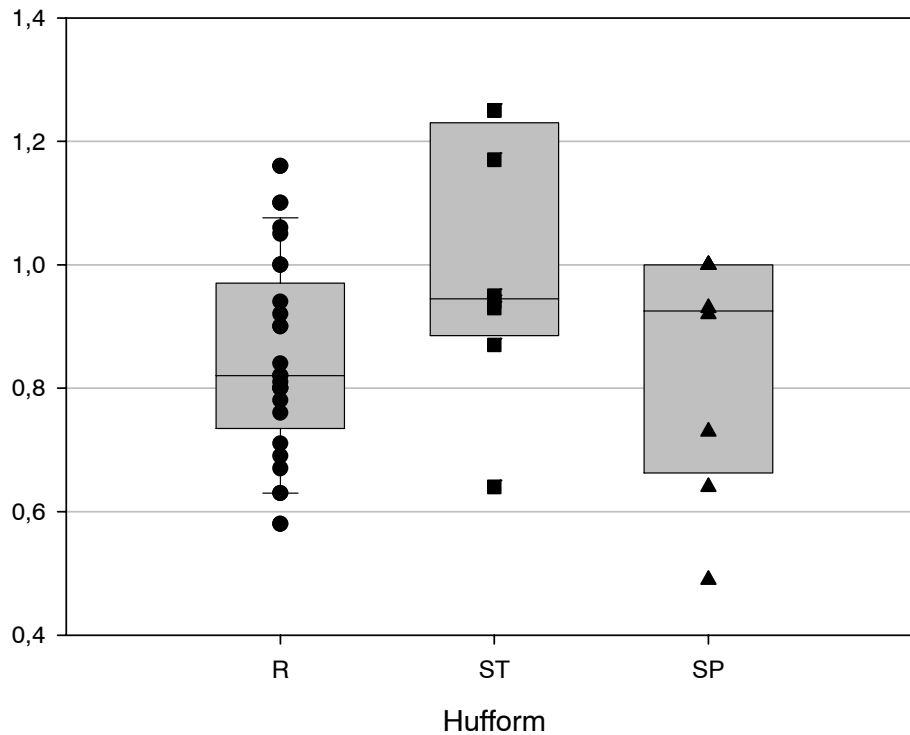


Abb.39: Graphische Darstellung des Quotienten aus Höhe des Polsters in der Medianen und seiner Weite im Hornstrahl auf Höhe des dritten Transversalschnittes für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (0,49) wird von Huf SP 4, der Maximalwert (1,25) von Huf ST 1 und ST 2 gebildet. Median R = 0,82; Median ST = 0,95; Median SP = 0,93.

Auch für den dritten Transversalschnitt wird der Maximalwert unter den Quotienten aus medianer Polsterhöhe und Polsterweite innerhalb des Hornstrahles durch stumpfe Hufe gebildet, und der Medianwert liegt ebenfalls über dem der regelmäßigen und der spitzen Hufe.

Bei allen drei Transversalschnitten bewegen sich die Quotienten aus Höhe und Weite des Polsters im Hornstrahl, mit einigen Ausnahmen, im Bereich von 0,6 bis 1,2.

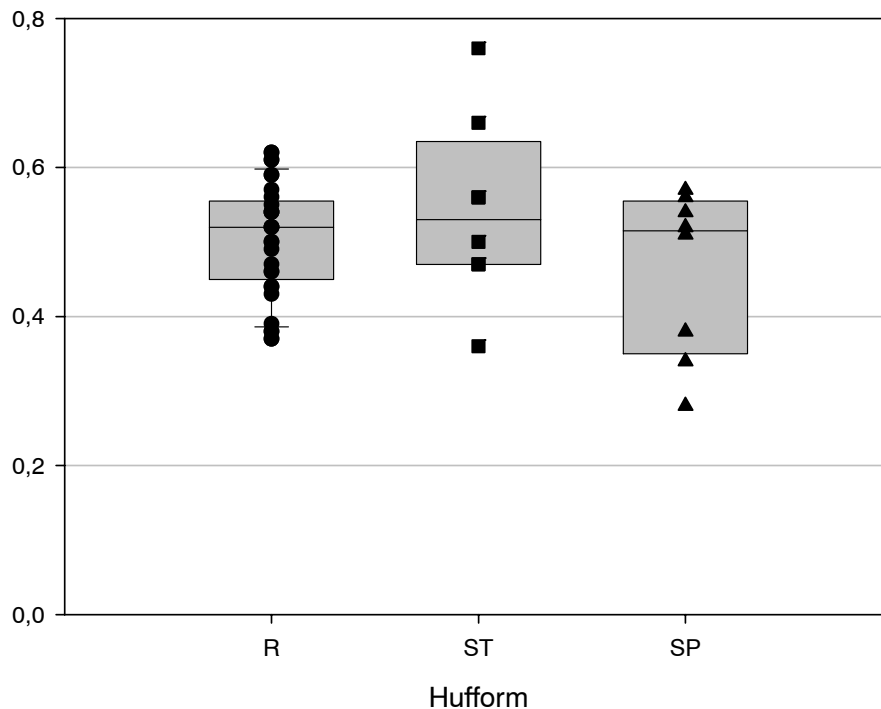


Abb. 40: Graphische Darstellung des Quotienten aus Höhe des Polsters in der Medianen und seiner maximalen Weite auf Höhe 3/4 seiner Länge (dritter Transversalschnitt) für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (0,28) wird von Huf SP 4, der Maximalwert (0,76) von Huf ST 1 gebildet.

Median R = 0,52; Median ST = 0,53; Median SP = 0,52.

Betrachtet man nun das Verhältnis aus medianer Polsterhöhe und maximaler Polsterweite an T 3/4, so zeigt sich das der errechnete Quotient in allen Hufen < 1 ist, d. h. die maximale Weite des Polsters besitzt in allen untersuchten Hufen einen höheren Wert als die mediane Polsterhöhe.

Geht man nicht von der medianen Polsterhöhe aus, sondern legt den Berechnungen die maximale laterale Polsterhöhe zu Grunde, so liegen die ermittelten Quotienten in einem Bereich von etwa 0,6 bis 1,2. Die Medianwerte der drei Hufgruppen liegen nah beieinander.

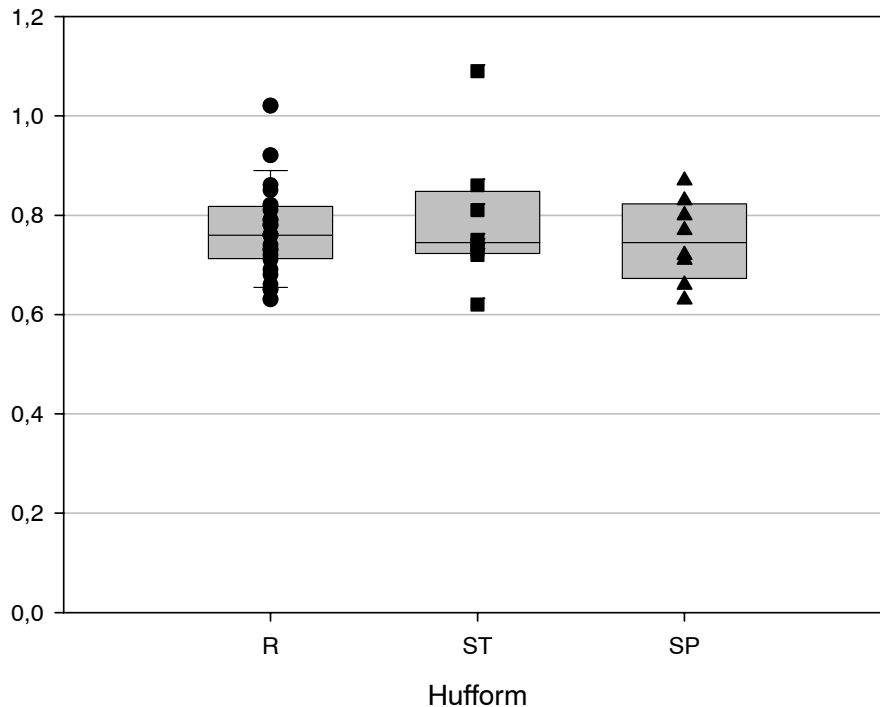


Abb. 41: Graphische Darstellung des Quotienten aus maximaler Polsterhöhe des lateralen Polsterschenkels und der maximalen Polsterweite auf Höhe des dritten Transversalschnittes für die Gruppe der regelmäßigen (R), stumpfen (ST) und spitzen (SP) Hufe.

Der Minimalwert (0,62) wird von Huf ST 8 gebildet, der Maximalwert (1,09) von Huf ST 1.

Die Medianwerte der drei Gruppen liegen eng zusammen; Median (R): 0,76; Median (ST): 0,74; Median (SP): 0,74.

Huf R 9 liegt mit dem Quotienten 1,02 nur knapp unter dem Maximalwert. Die Hufe SP 4 und R 23 weisen den Wert 0,63 auf, der den zweitniedrigsten Quotienten bildet.

Betrachtet man statt der Polsterweite im Hornstrahl die maximale Weite des Hufpolsters, so liegen die ermittelten Quotienten für alle untersuchten Hufe nun näher beieinander. Der Maximalwert wird jedoch weiterhin von einem stumpfen Huf gebildet.

Insgesamt liegen die Werte aus der Gruppe der spitzen Hufe tiefer als die der regelmäßigen und stumpfen Hufe. Die stumpfen Hufe liefern im Allgemeinen recht hohe Quotienten, was sich auf eine große Polsterhöhe in der Medianen oder eine geringe Weite des Polsters (ggf enger Huf) zurückführen lässt.