Berufsakademie Sachsen
Staatliche Studienakademie Bautzen
Studienrichtung Medizintechnik

Oberlausitz Kliniken gGmbH
Abteilung Medizintechnik

Sitzanalyse des Reiters mit Hilfe eines Druckmessverfahrens

Studienarbeit

eingereicht von

Ralf Busch

Seminargruppe BT 09 MT

Studien-Nr. 06

am……

Prüfer und Gutachter:

Herr Dipl. Ing. Matthias Richter, Oberlausitz Kliniken gGmbH

Bibliografische Beschreibung

BUSCH, Ralf: Sitzanalyse des Reiters mit Hilfe eines Druckmessverfahrens, Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Bautzen, Studienrichtung Medizintechnik, Studienarbeit, 2012.
55 Seiten, 8 Literaturquellen, 4 Anlagen.

Autorenreferat

Aufgrund häufiger Beschwerden die beim Reiten durch erhöhte Druckbelastungen auftreten ist es Ziel dieser Abhandlung, mittels eines Druckmessverfahrens eine Sitzanalyse des Reiters durchzuführen. Anhand der ermittelten Messdaten soll es ermöglicht werden Lösungsansätze zu finden, um den bisher auftretenden Problemen vorzubeugen und dadurch die Gesundheitsvorsorge im Reitsport zu unterstützen.

Inhalt

Abkürzungen und Begriffserklärungen 5

1 Einleitendes Wort - Ziel der Arbeit 6

2 Grundlagen und Vorüberlegungen 7

2.1 Versuchsaufbau und Planung 7

2.1 1 Aufbau 7

2.1.2 Messmittel 8

2.1.3 Funktionsweise der medilogic Druckmessmatte 11

2.2 Einteilung der Messgruppen 12

2.3 Definition der Messsequenzen 14

2.4 Anatomische und medizinische Vorüberlegungen 23

2.4.1 Betrachtete anatomische Unterschiede 23

2.4.2 Was ist Wundreiten 25

2.4.3 Bisher angenommene Probleme und Ursachen für erhöhte Druckbelastungen 25

3 Durchführung 26

3.1 Versuchsablauf 26

3.2 Beobachtungen 28

4 Auswertung 28

4.1 Analyse der Messergebnisse 28

4.1.1 Konzept zur Auswertung der Messdaten 28

4.1.1.1 Wichtung 28

4.1.1.2 Visualisierung und Vergleich der Druckmessergebnisse 30

4.1.2 Umsetzung der Auswertung 30

4.1.2.1 Ermittlung der Sequenzen mit der höchsten Durchschnittsbelastung 30

4.1.2.2 Auswertung aller Probanden in den Sequenzen der höchsten Belastungen 37

4.1.2.3 Aufgetretene Ausnahmen 40

4.2 Vergleich der Voreinschätzung mit den Messergebnissen 41

4.2.1 Medizinisches Resümee 41

4.2.2 Technisches Resümee 42

5 Anwendungsausblicke und technische Verbesserungsvorschläge 43

6 Schlusswort 45

Quellenverzeichnis 46

Verzeichnisse der Tabellen, Abbildungen und Anlagen 47

Abkürzungen und Begriffserklärungen

FSO	(Full Scale Output) Ist eine prozentuale Angabe der Messgenauigkeit bezogen auf die Messspanne
A/D-Wandler	(Analog Digital Wandler) Setzt analoge Eingangssignale in digitale Daten um
Bascule	Als Bascule wird die Rückenaufwölbung des Pferdes über dem Hindernis bezeichnet

1 Einleitendes Wort - Ziel der Arbeit

Ein vom Volksmund abgewandeltes Sprichwort lautet noch heute "Das Glück dieser Erde liegt auf dem Rücken der Pferde". Dieses Sprichwort beschreibt in unserer Zeit die Leidenschaft der Reiter zu Ihrer Sportart sowie den ihnen anvertrauten Tieren.

Häufig leidet diese Partnerschaft an Kommunikationsschwierigkeiten. Eine Ursache für diese Schwierigkeiten sind Fehlbelastungen und zu hohe Druckbelastungen des Reiters. Dies hat zur Folge, dass der Reiter nicht mehr gefühlvoll mit seinen Hilfen auf das Pferd einwirken kann. Die Kommunikation zwischen Pferd und Reiter wird gestört.

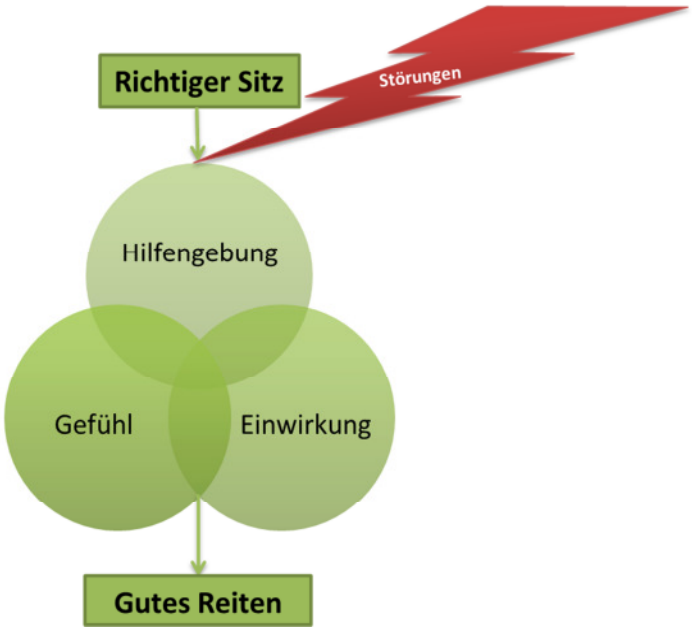


Abbildung 1: Schema zur Verdeutlichung des Prozesses vom richtigen Sitz bis zum guten Reiten

Daher gilt es, auftretende Probleme zu untersuchen und dafür Lösungen zu finden, die an der Problemursache ansetzen. Voraussetzung hierfür ist detailliertes Wissen über das zu untersuchende Problem. Hierzu müssen auftretende Probleme aus immer neuen Blickwinkeln betrachtet werden, neue Analyse- und Messansätze sowie Lösungen gefunden werden. Da ein häufig auftretendes Problem, welches viele Reiter und Reiterinnen belastet, die erhöhte Druckbelastung und das Scheuern im Gesäß- sowie Schambereich ist, beschäftigt sich diese Arbeit mit der Ermittlung von Druckmessdaten zwischen Reiter und Sattel. Die Messdaten, die mittels einer speziellen Druckmessmatte und in Verbindung mit einer Videoaufzeichnung gewonnen werden, sollen Grundlage für eine Problemanalyse sowie anschließende Verbesserungsansätze sein. Das Ziel dieser Studienarbeit ist es Daten zu gewinnen, die

es ermöglichen Reitsättel technisch so weiter zu entwickeln, dass die Harmonie zwischen Reiter und Pferd verbessert wird.

Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Ermittlung der Druckbelastungen im Steiß-, Gesäß- und Schambereich, sowie die Analyse und Auswirkung von Fehlbelastungen auf das Skelett und die Muskulatur des Reiters gelegt.

2 Grundlagen und Vorüberlegungen

2.1 Versuchsaufbau und Planung

2.1 1 Aufbau

Beim Reiten wirken verschiedene Kräfte auf den Reiter ein. So haben viele Reiter Probleme mit auftretenden Druckbelastungen im Scham- und Gesäßbereich. Weiterhin muss das menschliche Skelett und die Muskulatur in der Lage sein eine Vielzahl von Stoßbelastungen zu absorbieren ohne das ein gesundheitlicher Schaden entsteht. Um auftretende Belastungen klar zu definieren, wird bei dieser Versuchsreihe erstmals die Druckverteilung zwischen Reiter und Sattel gemessen. Verbessertes Wissen über die beim Reiten auftretenden Druck- und Stoßbelastungen soll helfen Lösungswege zu finden. Erst durch die Erfassung vergleichbarer Daten an verschiedenen Probanden können Rückschlüsse auf Belastungsprobleme gezogen werden.

Abbildung 2: Grafik zur Positionierung der Messmatte

Die ermittelten Drücke werden von den in der Messmatte platzierten SSR-Sensoren erfasst, anschließend über einen AD-Wandler in digitale Signale umgewandelt und darauffolgend per Funk über den medilogic Funksender bei einer Frequenz von 2,4 GHz an den Empfänger übertragen. Der Empfänger ist an einen Laptop über ein USB-Kabel angeschlossen. Auf dem Laptop ist die mitgelieferte Software zur Aufzeichnung und Auswertung der Druckmessdaten installiert. Die Messdaten können wahlweise als 3D-Grafik oder in der Sensordarstellung visualisiert werden. Parallel zur Druckmessung wird eine Videoaufzeichnung mitgeführt. Dadurch soll es später möglich sein, auftretende Belastungsspitzen genau einer spezifischen Bewegung zuzuordnen.

Abbildung 3: Datenerfassung und Übertragung

2.1.2 Messmittel

Als Messmittel kommt eine flexible Druckmessmatte zum Einsatz. Diese Messmatte wurde von der Firma T&T medilogic GmbH speziell für diesen Versuch angefertigt. Weiterführend mussten vor Ort die zusammenhängenden Lamellen nochmals in jeweils drei Segmente pro Seite unterteilt werden, um die Flexibilität zu erhöhen. Dadurch wird eine gute Anpassung der Messmatte an die Form des Pferdesattels möglich. Weiterhin findet zur Datenaufzeichnung und Auswertung die medilogic Software Anwendung.

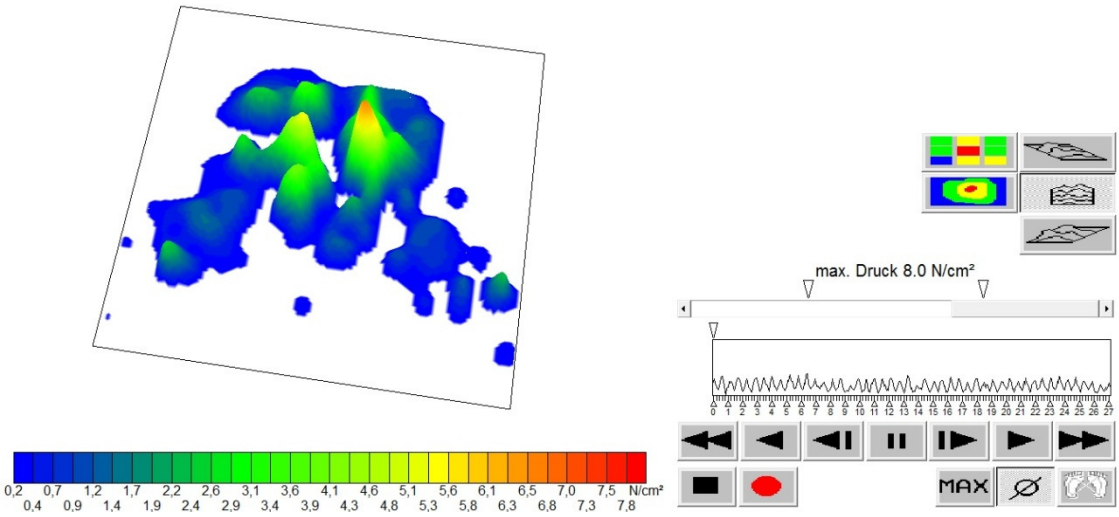


Abbildung 4: Startbildschirm der Software

Diese Software ermöglicht die Visualisierung der Daten wahlweise in einer Isobaren-Darstellung, der Sensordarstellung oder der beweglichen 3D-Darstellung.

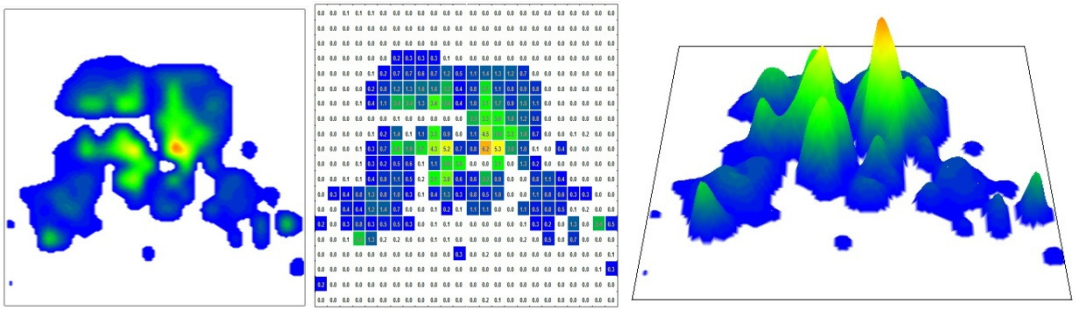


Abbildung 5: Isobaren-Darstellung , Sensordarstellung, 3D-Darstellung

Druckverläufe werden durch einen Farbverlauf, der von Temperaturdarstellungen geläufig ist, abgebildet. So zeigt die Farbe Blau den geringsten auftretenden Druck an und die Farbe Rot den höchsten. Weiterhin sind die einzelnen möglichen Farben mit den Druckbelastungen in $\frac{N}{cm^2}$ gekennzeichnet, damit der jeweils gewählte Maximaldruck deutlich wird.

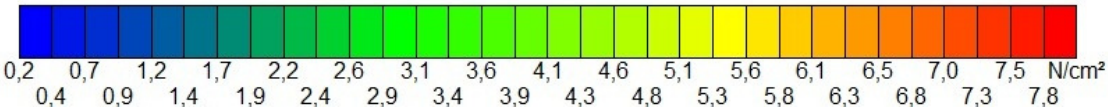


Abbildung 6: Druckskala

Die Möglichkeit Vergleichsdaten zu laden und diese parallel abspielen zu können, verbessert maßgeblich die Auswertung der Daten. Diese Funktion erleichtert den unmittelbaren Vergleich von Probanden, die dieselbe Sequenz absolviert haben. Auch Unterschiede in den gemessenen Gangarten lassen sich durch diese Funktion gut sondieren. Die Darstellung der Messwerte in der Zeitgrafik, die über die gesamte Messung einer Sequenz mit abgebildet wird, ermöglicht die sofortige Lokalisation von Spitzenwerten. Ein weiterer Vorteil dieser angebotenen Grafik ist die Möglichkeit anhand des sich darstellenden Verlaufes in den einzelnen Sequenzen arrhythmische Bewegungen festzustellen. Bewegungen des Reiters bei denen dieser nicht in der Lage war der vom Pferd vorgegebenen Bewegung zu folgen, zeichnen sich hier deutlich ab. Beim Darstellen von Vergleichsdaten werden in dieser Zeitgrafik die Kurven der ausgewählten Probanden in verschiedenen Farben dargestellt. Das Absolvieren einer Sequenz in einem höheren Tempi wird dadurch gut visualisiert.

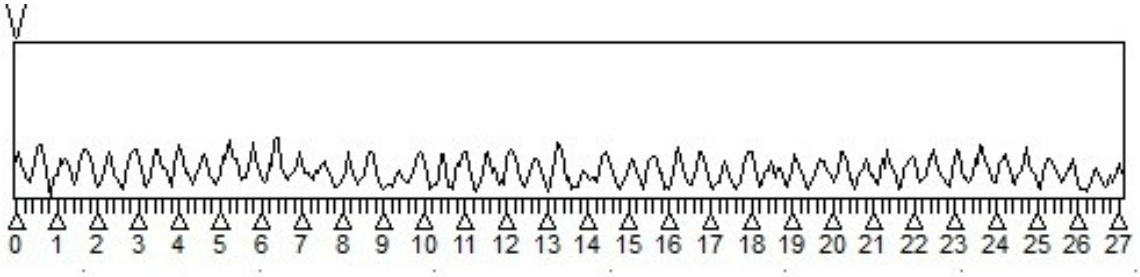


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Druckbelastung

Das Aufzeichnen und Abspielen der einzelnen Sequenzen wird durch eine von herkömmlichen Aufzeichnungs- und Abspielprogrammen bekannten Steuerung realisiert. Des Weiteren lässt sich bei der Auswertung auf die Möglichkeit der Darstellung zwischen Maximaldruck und Durchschnittsdruck zurückgreifen. Weiterhin werden zur Datenübertragung der medilogic Funksender und Empfänger benötigt. Außerdem kommt ein Laptop der Firma Lenovo zum Einsatz, der die Anforderungen der Firma medilogic zum Betrieb der Software und Videoverarbeitung erfüllt.

2.1.3 Funktionsweise der medilogic Druckmessmatte

In der medilogic Druckmessmatte kommen oberflächenresistive SSR-Sensoren (Solid State Relais) zum Einsatz. Diese Sensoren sind in der Matte matrixförmig angeordnet. Insgesamt sind in der für die Studie angefertigten Messmatte 480 Sensoren achsensymmetrisch eingearbeitet. Daraus folgt eine Sensoranzahl von 240 Stück pro Seite. Durch diese Sensorenzahl und eine Abtastfrequenz von 150 Hz wird eine gute Orts- und Zeitauflösung zur Beurteilung der auftretenden Druckbelastungen möglich. SSR-Sensoren werden auch als OSR-Sensoren (Oberflächensensitive Resistoren) bezeichnet. Diese Bezeichnung bezieht sich auf die Oberflächen Sensitivität auf deren Grundlage dieses Messverfahren basiert. Diese Drucksensoren gehören zu den Halbleitersensoren. SSR-Sensoren werden in einer Art Schichtaufbau realisiert. Die Hauptbestandteile dieser Sensorart sind die Trägerfolie mit aufgeprägter SSR-Schicht und eine darüber liegende Halbleiterschicht. Die ineinandergreifenden Fingerstrukturen der Halbleiterschicht berühren einander nicht. Verbunden werden diese Schichten durch eine Klebeschicht mit einer definierten Dicke, die einen gleichmäßigen Abstand der Schichten gewährleistet. Durch Druckeinwirkung auf den Sensor kontaktieren die Flächen und der elektrische Widerstand des SSR-Sensors verändert sich. Zwischen den Elektroden und der SSR-Schicht bilden sich Widerstandsbrücken [1]. Dies führt bei zunehmender Krafteinwirkung auf den Sensor zu einer Vergrößerung der Kontaktfläche und Verminderung des elektrischen Widerstandes. Daraus lässt sich erkennen, dass SSR-Sensoren bei steigendem mechanischem Druck ihren elektrischen Widerstand reduzieren.

Eine Schwierigkeit ist die Reproduzierbarkeit dieser Sensoren mit vergleichbarer Messgenauigkeit. Durch die Kalibrierung der in einer Messmatte verarbeiteten Sensoren wird gewährleistet, dass der maximale Messfehler einen Wert von ±5% FSO nicht übersteigt.

2.2 Einteilung der Messgruppen

Um diese Studie aussagekräftig zu machen, wurden die gemessenen Belastungen auf klar vordefinierte Sequenzen aufgeteilt, damit jeder Proband möglichst der gleichen Belastung ausgesetzt ist. Weiterhin wurden aufgrund bereits bestehender Informationen alle Probanden in vier Hauptmessgruppen unterteilt.

- Hauptmessgruppe 1. Springen Herren
- Hauptmessgruppe 2. Springen Damen
- Hauptmessgruppe 3. Dressur Herren
- Hauptmessgruppe 4. Dressur Damen

Diese Gruppen wurden zum einen aufgrund der anatomischen Unterschiede zwischen Mann und Frau und zum anderen wegen der zwei unterschiedlichen Sitzarten in den Disziplinen Springen und Dressur festgelegt. Jede Hauptmessgruppe wird aus drei Messgruppen gebildet. Diese Messgruppen werden anhand unterschiedlicher Leistungsstände, der zur Messung eingesetzten Probanden, festgesetzt. Dabei steht die jeweilige Messgruppe 1 dem in der Reitlehre gewünschten Ideal am nächsten. Aufgrund dieser Gesichtspunkte wird angenommen, dass im Ergebnis vier Satteltypen zur Verbesserung der auftretenden Probleme entstehen müssten. Jeder Satteltyp sollte jeweils die schlechteste Messgruppe (Messgruppe 3) so unterstützen, dass diese möglichst nah an die optimale Haltung der Messgruppe 1 herangeführt wird. Dadurch sollte es gelingen Fehlbelastungen und Überlastungen des Körpers zu verringern oder abzustellen.

Die Einteilung in die Messgruppen wird durch das Erreichen eines bestimmten Schlüssels vorgenommen.

Messgruppe 1: Erreichen des Schlüssels von 72 Prozent und mehr

In Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass der Proband die Anforderungen der Reitlehre im besonderen Maße erfüllt. Er hat einen losgelassenen Grundsitz, kann der Bewegung des Pferdes gut folgen, reitet mit Überblick und kommt mit seinen Hilfen konsequent aber locker durch. Im Springsitz ist das feste Fundament klar zu erkennen, der Reiter ist unverkrampft und in der Lage gefühlvoll mit seinen Hilfen auf das Pferd einzuwirken. Beim Springen gelingt es dem Reiter sein Pferd im gleichmäßigen Tempo in die richtige Absprungdistanz zu reiten und während den einzelnen Phasen des Sprungablaufes der Bewegung des Pferdes zu folgen.

Messgruppe 2: Erreichen des Schlüssels von mehr als 44 Prozent bis 72 Prozent

In Worten ausgedrückt bedeutet dies, der Proband erfüllt die Anforderungen der Reitlehre im Großen und Ganzen. Er hat einen losgelassenen Grundsitz, kann der Bewegung des Pferdes folgen, jedoch gibt es leichte Defizite in der Oberkörper- oder Beinhaltung. Der Proband reitet mit Übersicht und ist in der Lage mit seinen Hilfen konsequent auf sein Pferd einzuwirken. Dabei verkrampft der Proband jedoch in bestimmten Situationen in der Beinmuskulatur oder im Oberkörper. Das Pferd steht die meiste Zeit durchlässig an den Hilfen, dabei geht es taktrein und schwungvoll nach Vorne an das Gebiss. Im Springsitz ist das feste Fundament klar zu erkennen, der Reiter bleibt jedoch nicht völlig unverkrampft und kommt mit seinen Hilfen nicht immer durch. Beim Springen ist der Proband in der Lage das Pferd im gleichmäßigen Tempo in die richtige Absprungdistanz zu reiten, jedoch fällt es ihm schwer in allen Phasen des Sprungablaufes der Bewegung des Pferdes zu folgen.

Messgruppe 3: Erreichen des Schlüssels von weniger als 44 Prozent.

In Worten ausgedrückt bedeutet dies, der Proband hat noch deutliche reiterliche Defizite. Er kämpft noch mit Sitzfehlern und sein Grundsitz ist noch nicht losgelassen. Damit kann er weder der Bewegung des Pferdes folgen, noch unabhängige Hilfen geben. Das Pferd läuft nur schlecht an den Hilfen und nicht immer losgelassen, jedoch

taktrein. Im Springsitz ist das feste Fundament noch nicht deutlich zu erkennen, der Reiter verkrampft im Oberkörper und kann das Gleichgewicht nur schwer halten. Beim Springen hat der Proband noch Schwierigkeiten das Tempo zu kontrollieren und trifft nur selten die richtige Absprungdistanz. Dadurch ist es ihm nur schwer möglich der Bewegung des Pferdes am Sprung zu folgen.

Zur Einteilung in die unterschiedlichen Messgruppen fließen die Angaben aus den Fragebögen sowie die Einschätzungen der Versuchsdurchführenden mit ein. Dadurch wird verhindert, dass Probanden subjektiv eingeschätzt werden, in der falschen Messgruppe landen und damit das Ergebnis verfälscht würde. Die Einschätzung wird rein nach den Richtlinien für den Pferdesport vorgenommen, dabei wird die Entscheidung des Probanden nicht nach diesen Richtlinien zu reiten außer Acht gelassen. Des Weiteren wird bei diesem Versuch vorausgesetzt, dass alle teilnehmenden Pferde gesund sind und taktrein gehen.

Geplant sind zur Versuchsdurchführung zwölf einzelne Messgruppen. Diese setzen sich aus den vier Hauptmessgruppen mit jeweils drei nach Leistungsständen unterteilten Messgruppen zusammen. Werden etwa acht bis zehn Probanden pro Messgruppe angesetzt, kann von einer Gesamtanzahl von etwa 1200 Einzelsequenzen ausgegangen werden, die gemessen werden sollen. Die zwölf bis achtzehn vordefinierten Einzelsequenzen, die jeder Proband absolvieren soll, dienen der Feststellung bestimmter Belastungsmuster und der besseren Vergleichbarkeit der Messwerte.

2.3 Definition der Messsequenzen

Die klar definierten Messsequenzen stellen alle Grundformen von auftretenden Belastungsmöglichkeiten dar. Alle im Reitsport durchgeführten Lektionen bauen darauf auf (siehe Anhang 1 Definition der Messsequenzen).

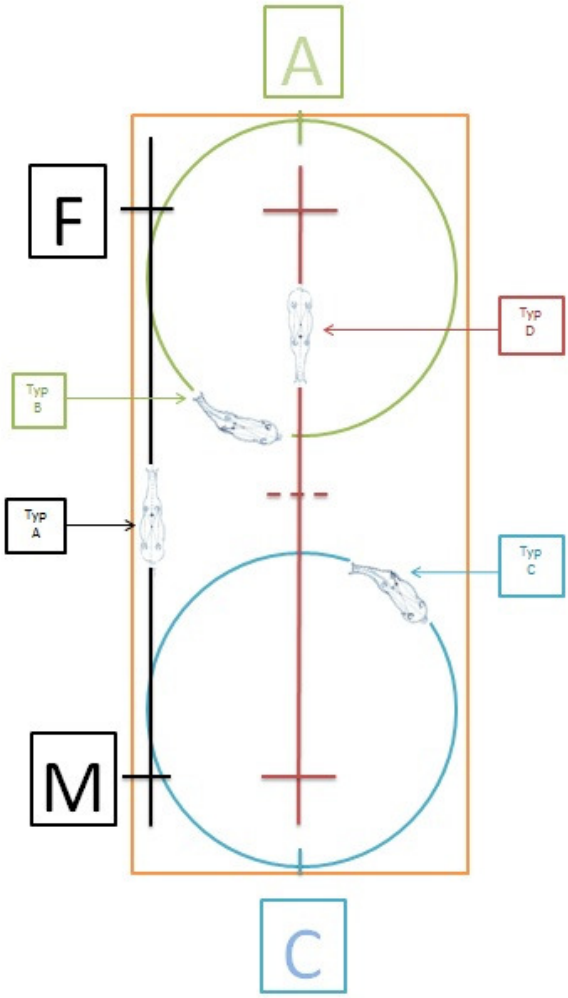


Abbildung 8: Übersicht festgelegter und zu absolvierender Messsequenz-Typen

Definition der Messsequenz - Typ A: Reiten auf gerader Linie

Gangart	Tempo	Takt/Phase	Schwung	Schubkraft	Geschwindigkeit	Strecke
Schritt:	Mittelschritt	4/8	kein	keine	100-120m/min	48m
Trab:	Arbeitstrab	2/4	gering	vorwärts	220-250m/min	48m
Galopp:	Arbeitsgalopp	3/6	mittel	vorwärts	330-400m/min	48m

Tabelle 1: Definition der Messsequenz - Typ A

Beim Reiten einer Geraden belastet der Reiter beide Gesäßknochen gleichmäßig, er sitzt losgelassen im tiefsten Punkt des Sattels, welcher im Idealfall direkt oberhalb des Schwerpunktes des Pferdes liegt. Dadurch verlagern sich die Schwerpunkte von Reiter und Pferd direkt übereinander. Durch die Schwerpunktüberlagerung hat der Reiter sein Pferd vor sich und kann ohne muskuläre Anstrengungen im Gleichgewicht sitzen. Durch abwechselndes An- und Abspannen der unteren Bauchmuskulatur folgt der Reiter der Bewegung des Pferderückens.

Abbildung 9: Reiten im Grundsitz auf gerader Linie im Schritt [2]

Zu dem Aspekt des Grundsitzes kommt die notwendige Einwirkung auf das Pferd, welche beim Reiten auf geraden Linien immer beidseitig gleich ausfällt. Dies bedeutet, der Reiter hält auf beiden Zügeln den gleichen Druck, belastet beide Gesäßknochen gleichmäßig und treibt mit den Schenkeln im Takt vorwärts. Ausnahme bildet der Handgalopp, bei dem der äußere Schenkel verwahrend zum Einsatz kommt. Die dreidimensionale Bewegung des Pferderückens stellt in jeder Gangart neue Herausforderungen an den Reiter. Die Belastung ist dabei abhängig von der vom Pferd entwickelten Schubkraft, sowie vom Takt und der daraus folgenden Frequenz. Dabei ist die Frequenz die stetige Bewegungswiederholung des Pferdes.

Beim Schritt handelt es sich um eine schwunglose Gangart, mit der geringsten Frequenz, den Viertakt in acht Phasen. In der Messsequenz Typ A reitet der Reiter im Schritt auf einer geraden Linie. Aufgrund dieser Voraussetzung kann man davon ausgehen, dass auf den Probanden ausschließlich die Gewichtskraft (F_g) wirkt. Sollten Druckbelastungen bei Messungen trotzdem auftreten, kann man diese nur auf einen stark unpassenden Sattel zurückführen.

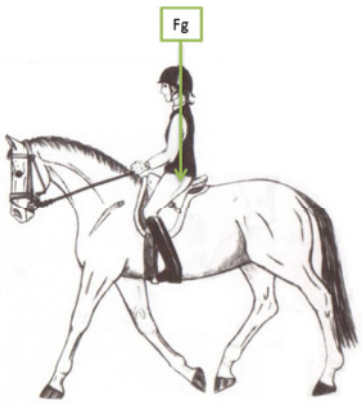


Abbildung 10: Krafteinwirkung beim Reiten im Schritt auf gerader Linie

Beim Trab handelt es sich um eine schwungvolle Gangart im Zweitakt in vier Phasen. Dabei ist die Frequenz der wiederkehrenden Bewegungsabläufe von allen drei Gangarten die höchste. Aufgrund der schwungvollen Bewegung des Pferdes wirkt nun zu der Gewichtskraft noch die aus der Hinterhand freigesetzte Schubkraft (Fs) auf den Reiter ein.

Abbildung 11: Krafteinwirkung beim Reiten im Trab auf gerader Linie

Um diese Schubkraft aufzunehmen, unterscheidet die Reitlehre beim Trab in zwei Sitzformen, das Leichttraben und das Aussitzen. Beim Aussitzen wird die Schubkraft durch die lockere Muskulatur absorbiert und durch das Mitgehen in der Bewegung sowie das An- und Abspannen der unteren Bauchmuskulatur und das dadurch verbundene Aufstellen und Absenken des Hüftgelenkes in eine Vorwärtsbewegung umgewandelt. Durch das lockere Mitschwingen des Knie- und Sprunggelenkes wird die restliche auf den Reiter einwirkende Kraft nach unten abgeleitet.

Die summierten Belastungen für den Körper erreichen beim Aussitzen auf gerader Linie den zweithöchsten Wert. Diese Belastungsspitze ergibt sich aus der hohen Frequenz. Weiterhin sind die koordinativen Anforderungen an den Reiter beim Aussitzen extrem hoch. Die einmalige dreidimensionale Bewegung des Pferderückens sowie die Notwendigkeit losgelassen der Bewegung zu folgen, erfordert ein Höchstmaß an muskulärer Unterscheidungskraft und eine gute Rhythmusfähigkeit. Wenn der Reiter diesen Anforderungen nicht gewachsen ist, kann es zu Verkrampfungen der Muskulatur und dauerhaften Verspannungen kommen. Dies führt zu Sitzfehlern, die häufig eine Fehlbelastung des Beckens sowie der Wirbelsäule nach sich ziehen. Aufgrund dieser Fehlbelastung kommt es zu weiteren Verspannungen der Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur, welche wiederum den vom Pferd ausgehenden

Schwung nicht mehr absorbieren können. Dadurch sitzt der Reiter nicht mehr am Pferd, sondern über dem Pferd und wird daher einer dauerhaften Stoßbelastung und erhöhten Reibung ausgesetzt.

Beim Leichttraben nimmt der Reiter die vom Pferd abgegebene Schubkraft auf und nutzt diese um sich im Sattel zu erheben. Beim Wiedereinsitzen in den Sattel muss der Reiter sich mit Hilfe der Rumpf- und Oberschenkelmuskulatur selbst halten um der Bewegung des Pferdes geschmeidig wieder in den Sattel folgen zu können. Beim Leichttraben können zwei grundlegende Arten von Fehlern auftreten. Zum einen ist es möglich, dass Reiter aufgrund unzureichender Bemuskelung nicht in der Lage sind den bereitgestellten Schwung ausreichend zu nutzen und der Bewegung zu folgen. Dadurch fallen diese Reiter zu früh wieder in den Sattel zurück, ohne den Schwung abzufedern. Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass Reiter sich unrhythmisch mit eigener Kraft zu weit aus dem Sattel heraus drücken und dann wieder in den Sattel zurückfallen lassen. Dadurch können enorme Druck- und Stoßbelastungen entstehen, denen ein Reiter durch die genannten Fehler ausgesetzt ist.

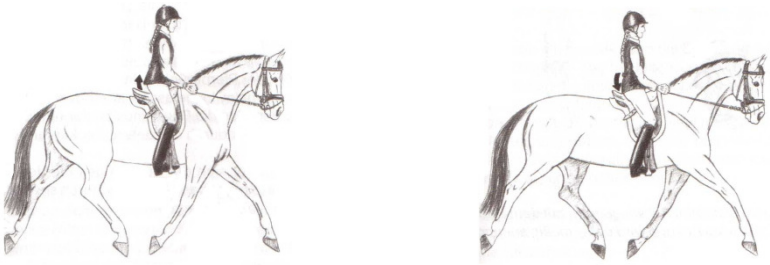


Abbildung 12: Aufstehen und Wiedereinsitzen beim Leichttraben auf gerader Linie

Beim Galopp handelt es sich um eine schwungvolle Gangart im Dreitakt in sechs Phasen. Dabei ist die Frequenz der wiederkehrenden Bewegungsabläufe geringer als im Trab. Aufgrund der schwungvollen Bewegung wirkt nun ebenfalls zu der Gewichtskraft noch die aus der Hinterhand freigesetzte Schubkraft auf den Reiter ein. Jedoch wirkt diese im Galopp nicht so stark wie im Trab, da das Pferd bergauf galoppiert und somit immer wieder unter den Schwerpunkt des Reiters springt.

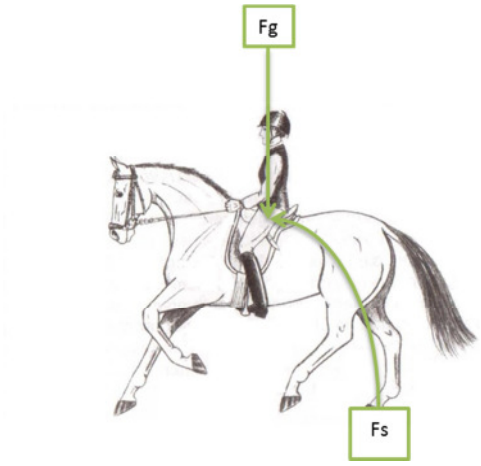


Abbildung 13: Krafteinwirkung beim Reiten im Galopp auf gerader Linie

Im Galopp unterscheidet die Reitlehre wieder in zwei Sitztypen, den Grundsitz und den leichten Sitz. Im Grundsitz gilt weiterhin der Grundsatz, dass der Reiter locker und im Gleichgewicht der Bewegung des Pferdes folgen muss. Die Belastungen auf den Reiter sind ähnlich denen des im Aussitzens im Trab, doch kann man allgemein sagen, dass den meisten Reitern der Bewegungsablauf im Galopp leichter fällt als der im Trab. Der leichte Sitz hingegen stellt völlig andere Anforderungen an die Probanden. Bei dieser Sitzform kommt die Stabilität des Reiters nicht wie bei dem seither betrachteten Grundsitz aus der Losgelassenheit, Balance und dem Mitgehen in der Bewegung, sondern durch das feste Fundament. Unter dem festen Fundament versteht die Reitlehre das Anspannen der inneren Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur. Dadurch ist es dem Reiter möglich das Knie stärker an das Pferd zu bekommen. Von nun an nimmt das feste Fundament allen Schwung auf und gibt diesen über das mitschwingende Fußgelenk auf die Steigbügel weiter. Die Gefahr hierbei liegt darin, dass der Reiter es nicht schafft zu unterscheiden, ob er die richtigen Muskelgruppen anspannt oder ob er im ganzen Oberschenkel und Oberkörper verkrampft. Wenn dies passiert, wird es für den Reiter schwer seinen Schwerpunkt oberhalb des Pferdeschwerpunktes zu platzieren. Dies hat wiederum zur Folge, dass der Reiter aus dem Gleichgewicht kommt und gegen die Bewegung des Pferdes sitzt und dadurch deutlich erhöhten Druck- und Stoßeinwirkungen im Scham- sowie Steißbereich ausgesetzt ist. Je nach Tempi variieren diese Belastungen, abhängig von dem freigesetzten Schwung. In den höheren Tempi kann es zu Rückenbeschwerden sowie zu Prellungen im Steiß- bzw. Schambereich kommen.

Definition der Messsequenz - Typ B: Reiten einer Rechtswendung

Gangart	Tempo	Takt/Phase	Schwung	Schubkraft	Geschwindigkeit	Strecke
Schritt:	Mittelschritt	4/8	kein	keine	100-120m/min	78m
Trab:	Arbeitstrab	2/4	gering	vorwärts links	220-250m/min	78m
Galopp:	Arbeitsgalopp	3/6	mittel	vorwärts links	330-400m/min	78m

Tabelle 2: Definition der Messsequenz - Typ B

Beim Reiten von Wendungen verlagert der Reiter sein Gewicht auf den inneren Gesäßknochen. Die äußeren Hilfen werden verwahrend und der innere Schenkel übernimmt die vorwärtstreibende Funktion. Der Reiter folgt dabei weiter der Bewegung des Pferdes und erhält den losgelassenen Grundsitz.

Abbildung 14: Gewichtsverlagerung beim Reiten auf gebogener Linie auf der rechten Hand [2]

Die Herausforderung beim Reiten auf gebogener Linie ist es das Pferd „gerade zu biegen“. Dies bedeutet, dass der Reiter sein Pferd so einstellt, dass die Längslinie des Pferderückens mit der Biegung des beschrittenen Weges übereinstimmt. Dabei ist zu beachten, dass die Vorhand sowie die Hinterhand des Pferdes auf den gleichen Kreisbogen treten. Nur so lässt sich der Schub des Pferdes in die Vorwärtsbewegung übertragen und damit wird auch die Voraussetzung geschaffen, dass der Reiter zum Sitzen kommen kann. Beim Reiten von Wendungen kommt zu den oben genannten Belastungen noch die Einwirkung der Fliehkraft hinzu. Diese Krafteinwirkung drängt den Reiter nach außen und lässt ihn im Sattel verrutschen. Dies führt zu einer

Gewichtsverlagerung auf das äußere Schambein. Durch häufiges Korrigieren der Sitzposition kommt es zu erhöhter Reibung im Scham- und Gesäßbereich. Ebenso kann es durch Verharren in dieser falschen Position zu einer gesteigerten Druckempfindlichkeit im vermehrt belasteten Bereich kommen. Diese Belastungen steigen mit der Verkleinerung des Kreisbogens deutlich an. Dies ist auf die steigende Fliehkraft ($F_{r)}$ zurückzuführen.

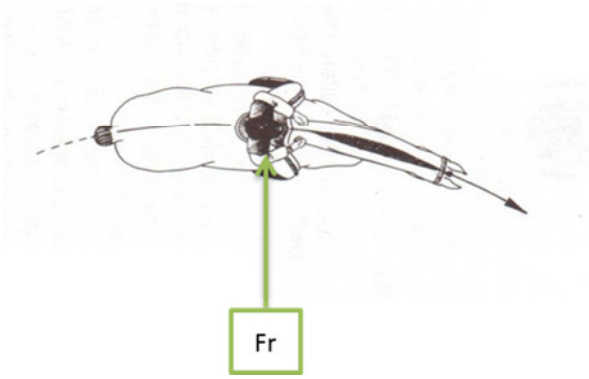


Abbildung 15: Wirkende Fliehkraft beim Reiten einer Rechtswendung

Definition der Messsequenz - Typ C: Reiten einer Linkswendung

Gangart	Tempo	Takt/Phase	Schwung	Schubkraft	Geschwindigkeit	Strecke
Schritt:	Mittelschritt	4/8	kein	keine	100-120m/min	78m
Trab:	Arbeitstrab	2/4	gering	vorwärts rechts	220-250m/min	78m
Galopp:	Arbeitsgalopp	3/6	mittel	vorwärts rechts	330-400m/min	78m

Tabelle 3: Definition der Messsequenz - Typ C

Die Anforderungen sowie die Belastungen für den Reiter sind bei der Messsequenz - Typ C identisch derer der Messsequenz - Typ B. Der Unterschied liegt bei den beiden Messsequenz - Typen nur in der Bewegungsrichtung. Dadurch wirken die Belastungen auch auf unterschiedliche Stellen des Körpers, was trotz gleichbleibender Belastung unterschiedliche Wirkungen auf den Reiter hat, da muskuläre und koordinative Unterschiede bei Rechts- und Linkshändern zu erwarten sind.

Definition der Messsequenz - Typ D: Reiten eines Steilsprunges auf gerader Linie

Sprung	Gangart	Tempo	Schwung	Schubkraft	Geschwindigkeit	Sprunglänge
Steil 80cm	Galopp	Arbeitsgalopp	mittel	vorwärts	330-400m/min	135 cm
Steil 100cm	Galopp	Arbeitsgalopp	mittel	vorwärts	330-400m/min	165 cm
Steil 120cm	Galopp	Arbeitsgalopp	mittel-hoch	vorwärts	330-400m/min	196 cm

Tabelle 4: Definition der Messsequenz - Typ D

Beim Springreiten geht der Reiter vom Grundsitz in den Springsitz über. Durch das feste Fundament wird die Stabilität des Sitzes ermöglicht. Ziel beim Überwinden von Sprüngen ist es, das Pferd einzurahmen und ihm damit die Sicherheit zu geben in allen Phasen des Sprungablaufes locker im gleichmäßigen Rhythmus weiter galoppieren zu können. Ist der Reiter in der Lage diese Anforderung sicher umzusetzen und gelingt es ihm zusätzlich die richtige Absprungdistanz zu treffen, kann er auch im leichten Sitz und beim Überreiten von Hindernissen locker in der Oberköpermuskulatur mitgehen und der Bewegung des Pferdes im Gleichgewicht folgen. Der Reiter sollte versuchen dabei möglichst nah am Pferderücken zu bleiben um bei der Landung wieder schnell zum Weiterreiten zu kommen. Beim Überwinden von Sprüngen müssen der Bewegungsablauf sowie die damit verbundenen Belastungen in vier Phasen unterteilt werden.

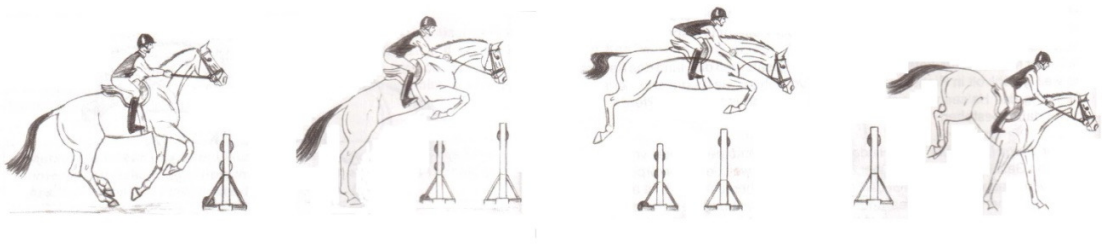


Abbildung 16: Die vier Phasen des Sprungablaufes [2]

Betrachtet man die erste Phase des Sprungablaufes, sind die auftretenden Belastungen vergleichbar mit den in der Messsequenz - Typ A definierten Belastungen beim Reiten im Galopp auf gerader Linie. Werden die einzelnen Phasen des Sprunges näher betrachtet, erkennt man, dass in den Phasen zwei und vier enorme Kräfte auf den Reiter wirken. In der Absprungphase (Phase zwei) folgt der Reiter geschmeidig der Bewegung des Pferdes und geht mit seiner Hand in Richtung Pferdemaul vor. Ist der Reiter nicht in der Lage der Bewegung zu folgen und sitzt am Absprung hinter der Bewegung, wird der freigesetzte Schwung in Form einer starken Stoßbelastung auf das Gesäß und den Rücken des Reiters übertragen. Sitzt der Reiter am Absprung mit stark nach vorne geneigtem Oberkörper, also vor der Bewegung des Pferdes, so wirkt der Stoß auf den Schambereich. In der Flugphase (Phase drei) kommt es bei richtiger Ausführung kurzzeitig zu einer Aufhebung der wirkenden Kräfte. Bei der Landephase (Phase vier), welche den Sprungvorgang abschließt, muss der Reiter in der Bewegung des Pferdes wieder geschmeidig zum Sitzen kommen und den Oberkörper erneut aufrichten. Im korrekt ausgeführten leichten Sitz mit einem sicheren Knieschluss bleibt die Belastung für den Reiter relativ gering. Kommt der Reiter beim Überwinden der Hindernisse komplett aus dem Gleichgewicht, kann dies bei fehlendem Knieschluss durch die auftretenden Stoßbelastungen zu Quetschungen im Scham-, Gesäß-, und Steißbereich führen.

2.4 Anatomische und medizinische Vorüberlegungen

2.4.1 Betrachtete anatomische Unterschiede

Die für unsere Betrachtung maßgeblichen Unterschiede zwischen Mann und Frau liegen in der Anatomie des Beckens. So sind die Beckenschaufeln bei der Frau meist weiter ausgestellt und insgesamt breiter. Um einen ausbalancierten Sitz zu gewährleisten, muss daher eine breitere Fläche zur Sitzunterstützung geboten werden. Außerdem muss laut SCHLEESE auf eine angepasste Konstruktion der kleinen Satteltasche sowie einen günstigen Nahtverlauf Wert gelegt werden [3]. Wird dies nicht berücksichtigt, kann es zu einem unangenehmen Druck, im Bereich des Überganges vom Gesäß in den Oberschenkel kommen.

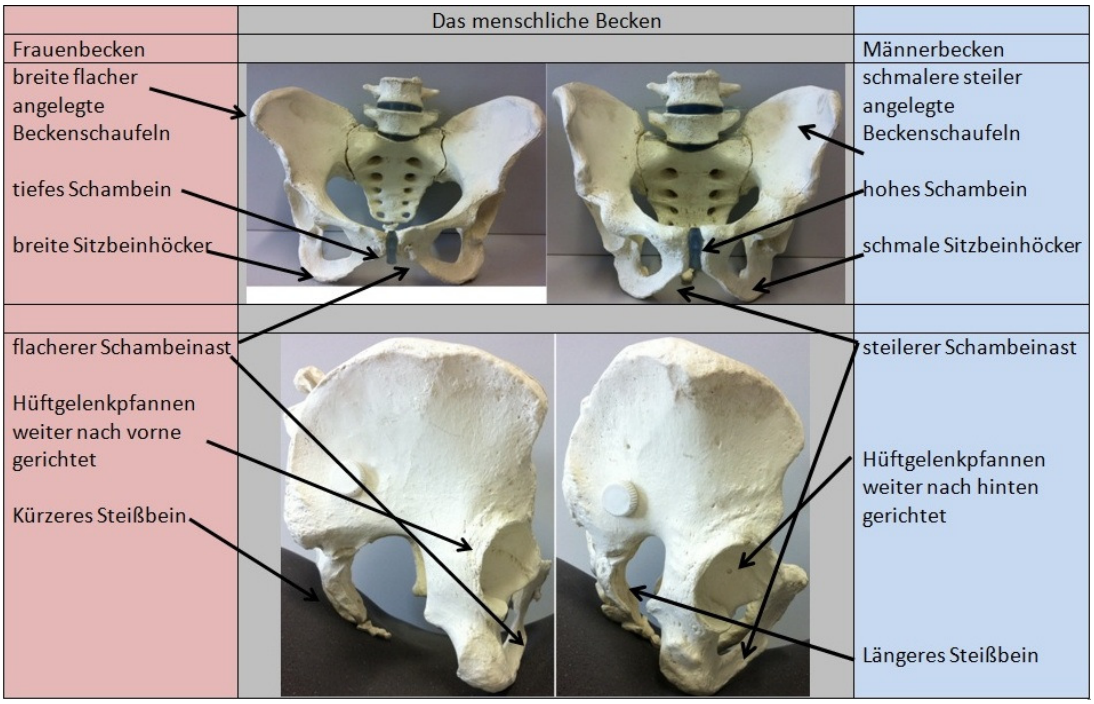


Abbildung 17: Anatomische Unterschiede zwischen dem weiblichen und männlichen Becken [3]

Weiterhin hat das weibliche Becken ein deutlich tiefer angesetztes Schambein. Die Schambeinäste sind flach gewinkelt und die Sitzbeinhöcker breiter als beim Mann. Dieser anatomische Unterschied ist vermutlich die Hauptursache für eine erhöhte Druckbelastung im Bereich des Schambeins und den darüber liegenden Weichteilen. Die Frau stößt also beim Reiten mit diesem Bereich gegen den Vorderzwiesel des Sattels. Dadurch entsteht eine unangenehme Druckbelastung. Druckstellen, wunde Schamlippen, eine erhöhte Druckempfindlichkeit bis hin zu gefährlichen Entzündungen können die Folge sein.

Generell ist bei Frauen das Steißbein kürzer als beim Mann. Da beim Reiten eine aufrechte Haltung für die korrekte Hilfengebung, größtmögliche Harmonie und ein Mitfedern der Wirbelsäule unverzichtbar sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Frau durch eine entsprechende Polsterung der Sitzfläche unterstützt werden muss. Wird dies nicht berücksichtigt, so wird angenommen, dass es bei der Frau zu einer Verlagerung des Gewichtes auf die Sitzbeinhöcker kommt. Diese Verlagerung erfordert deutlich mehr Muskelarbeit im Bauchbereich um eine aufrechte Sitzposition einzunehmen. Ist die Frau nicht in der Lage diese Muskelarbeit zu leisten, kann es darüber hinaus zur weiterführenden Verlagerung des Gewichtes auf den Schambereich kommen. Diese so eingenommene Haltung führt zu Verkrampfungen, erhöhten Druckbelastungen, bis hin zum Wundreiten, die das Zusammenspiel zwischen Reiter und Pferd maßgeblich beeinflussen.

2.4.2 Was ist Wundreiten

Als Wundreiten werden wunde Stellen beschrieben, die in erster Linie dadurch entstehen, dass die Haut durch Schweiß aufweicht und dann durch den Druck und das Scheuern aufgerieben wird. Diese aufgeriebenen Stellen sind nicht nur unangenehm und schmerzhaft, sondern können sich auch entzünden. Die dadurch vom Reiter eingenommene Schonhaltung belastet den Pferderücken unnötig und auch beim Reiter kann es zu weiteren medizinisch bedenklichen Problemen kommen.

2.4.3 Bisher angenommene Probleme und Ursachen für erhöhte Druckbelastungen

Bisher bekannt sind anatomische Unterschiede zwischen Mann und Frau, die als eine Problemursache aufgefasst werden. Ein relevanter anatomischer Unterschied ist der bei der Frau meist tiefer angelegte Schambeinbogen. Dies führt vermutlich zu einer erhöhten Druckbelastung im Schambereich. Da jedoch bei jedem Menschen die Anatomie einzigartig ist und auch individuelle Empfindungen und die Haltung beim Reiten Einflussfaktoren darstellen, lassen sich keine allgemeingültigen Aussagen über die auftretende Druckbelastung allein durch die Betrachtung anatomischer Unterschiede treffen. Daher ist es notwendig genaue Messwerte zu erfassen um die auftretende Druckbelastungen zu definieren. Daher soll es möglich werden mit Hilfe der durchgeführten Messungen zu entscheiden, ob es notwendig ist, für Frauen ein eigenes Sattelkonzept zu entwickeln. Andere Ursachen, die erhöhte Druckbelastungen und Scheuern begünstigen, sind falsche Unterwäsche und ungünstig verlaufende Nähte an Reithosen. Jedoch ist hierbei davon auszugehen, dass dies mehr ein Grund für ein Wundscheuern ist, da Reithosen und Unterwäsche nicht in der Lage sind Druckbelastungen wirkungsvoll zu absorbieren. Daher sollte die Bekleidung so gewählt werden, dass ein Scheuern verhindert wird, jedoch kann auch bei passender Reitbekleidung ein Wundreiten eintreten. Daher ist davon auszugehen, dass der Sattel in der Basis für eine günstige Druckverteilung verantwortlich ist. Weiterhin können durch zu hohe Stoßbelastungen Quetschungen im Schambereich entstehen. Durch eingenommene Schonhaltungen kann es zu Muskelverspannungen und Verkrampfungen kommen. Eine verkrampfte Muskulatur führt zu weiterer Bewegungseinschränkung und schließlich dazu, dass der Reiter dauerhaft daran gehindert wird der dreidimensionalen Bewegung des Pferdes zu folgen. Der Reiter ist

dadurch nicht mehr in der Lage den vom Pferd auf ihn übertragenen Schwung durch ein Mitschwingen in der Bewegung abzufedern. Der freigesetzte Schwung wirkt beim reiten in verkrampfter Haltung wie eine immer wiederkehrende Stoßbelastung, die von der Frequenz der Gangart abhängig ist. Werden diese Probleme nicht behoben, führen die dauerhaften Stoßbelastungen auch zu Schmerzen im Lendenwirbelbereich bis hin zu Problemen im gesamten Rückenbereich. Aber auch bei Reitern, die Reitsport über mehrere Jahre als Beruf ausüben und in der Lage sind Ihre Pferde nahe an den Vorstellungen der Reitlehre zu arbeiten, kommt es zu Rückenbeschwerden bis hin zu Bandscheibenvorfällen. Ein passender und optimierter Sattel kann daher als eine wichtige Grundlage angenommen werden um gesundheitlichen Problemen vorzubeugen.

3 Durchführung

3.1 Versuchsablauf

Im ersten Schritt wird der Proband in die Messung eingewiesen. Hierzu gehört ein kurzer Überblick über die Durchführung des Versuches sowie eine Erklärung über die von Ihm zu absolvierenden Sequenzen. Die einzelnen Abschnitte werden mit Hilfe der Hufschlagfiguren, die auf einem Plan abgebildet sind, kurz erläutert. Anschließend erwärmen sich Reiter und Pferd für etwa 20 bis 30 Minuten. Während dieser Phase wird das Pferd in jeder Gangart kurz vorgestellt. Dies ermöglicht den für diesen Probanden bereitgestellten Bewertungsbogen nach den Richtlinien der deutschen Reitlehre auszufüllen. Der Bewertungsbogen (siehe Anhang) ist zur eindeutigen Kennung mit einer Protokollnummer versehen. Ist die Erwärmung abgeschlossen, sitzt der Reiter ab. Jetzt wird die an einem Hosenträger befestigte medilogic Sendeeinheit an der Reithose angebracht. Der Sender befindet sich dann auf dem Rücken des Reiters. Danach wird die Anti-Rutschunterlage auf den Sattel gelegt und die Druckmessmatte mittig darüber platziert. Anschließend kann der Reiter wieder aufsitzen und auf der Druckmessmatte Platz nehmen. Die Messmittel werden überprüft. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass keine Falten oder anderweitige mechanische Spannungen im Messfeld auftreten.

Auftretende Spannungen würden zur Verfälschung der Messergebnisse führen. Der Sender wird mit der Druckmessmatte über ein Datenkabel verbunden. Dabei ist auf genügend Bewegungsfreiheit des Reiters auch beim Überwinden von Hindernissen zu achten.

Abbildung 18: Teilnehmender Reiter während der Druckmessung

Jetzt muss der Reiter alle vordefinierten Sequenzen nach Anweisung absolvieren. Nach jeder Sequenz werden die ermittelten Daten in der entsprechenden Hauptmessgruppe unter der Protokoll- und Sequenznummer abgespeichert. Sind alle Sequenzen abgeschlossen, werden die Messmittel entfernt und der Reiter arbeitet sein Pferd nochmals etwa 15 Minuten nach. Nach dem Absitzen füllt der Proband im vorletzten Schritt einen Fragebogen (siehe Anhang) aus, der eine Klassifizierung und Zuordnung in die Messgruppen nach Leistungsstand ermöglicht. Abschließend bekommt jeder Proband die Möglichkeit, die bei Ihm ermittelten Messdaten einzusehen. Dabei werden am 3D-Modell Fehlbelastungen durch Sitzfehler aufgezeigt, auftretende Druckspitzen nochmals gemeinsam nachvollzogen und über Probleme des Probanden diskutiert. Die Messung eines Probanden dauert mit Vor-und Nachbereitung etwa 70-80 Minuten. Abhängig ist die Dauer auch vom Vertrauen und der Gelassenheit des Pferdes. Aufgeregte Pferde benötigen etwas länger um sich an die Messmatte zu gewöhnen.

3.2 Beobachtungen

Grundsätzlich konnte der Versuch wie in der Vorüberlegung geplant durchgeführt werden. Jedoch mussten die Messungen bei Probanden, die von Ihrem Leistungsstand in der Messgruppe drei einzuordnen sind, bei jedem Versuch abgebrochen werden. Dafür gibt es zwei Gründe. Zum einen war es den Probanden nicht immer möglich, die einzelnen Sequenzen den Anforderungen entsprechend zu absolvieren. Zum anderen ist bei Probanden dieses Leistungsstandes stets die Druckmessmatte verrutscht und der Versuch musste abgebrochen werden. Das Verrutschen der Matte ist auf den verkrampften Sitz und das daraus resultierende Sitzen gegen die Bewegung des Pferdes zurückzuführen. Die Probanden verlassen für längere Zeit den tiefsten Punkt des Sattels und verrutschen dadurch wieder, beim Versuch der Bewegung des Pferdes zu folgen, die Messmatte.

4 Auswertung

4.1 Analyse der Messergebnisse

4.1.1 Konzept zur Auswertung der Messdaten

Zur sinnvollen Auswertung der ermittelten Daten wurde ein Konzept erstellt. Dies bedeutet Frage- und Bewertungsbogen wurden einer Wichtung unterzogen. Die Belastungsmuster werden anhand einer Schablone verglichen und ausgewertet.

4.1.1.1 Wichtung

Die Zuordnung der Probanden in die jeweilige Messgruppe erfolgt nach Auswertung des vom Probanden ausgefüllten Fragebogens und der vom Bewertungskomitee festgesetzten Bewertung. Die Bewertung des Reiters erfolgt nach den Grundpfeilern der Reitlehre, die für die Druckbelastung relevant sind. Hierzu wurden Kriterien festgelegt, anhand derer Sitzfehler, die Losgelassenheit des Reiters sowie physische Voraussetzungen des Reiters und seines Pferdes sinnvoll mit einbezogen werden können. Im Fragebogen hat der Proband die Möglichkeit sich selbst und seine

Verfassung zum Zeitpunkt des Vorreitens einzuschätzen. Diese Selbsteinschätzung findet mit einer festgesetzten Wichtung in der Gesamtwertung ebenfalls Berücksichtigung. Weiterhin macht der Reiter z.B. Angaben zu Handicaps, die eventuell eine Ursache für auftretende Belastungsspitzen oder Probleme beim Reiten sind. Die Wichtung der einzelnen Fragen und Einschätzungen wurde so gewählt, dass der vom Komitee geführte Bewertungsbogen den prozentual größeren Einfluss auf die Einordnung in die Messgruppen hat. Durch dieses Wertungsverfahren werden Fehleinschätzungen durch den Probanden selbst deutlich minimiert. Maximal konnten sich Probanden im Teil des Fragebogens mit 42 Punkten bewerten. Eine Bewertung mit dieser Punktzahl würde jedoch bedeuten, dass die gestellten Anforderungen der Reitlehre entsprechend zu einhundert Prozent richtig umgesetzt werden konnten. Diese Punktzahl hat sich kein Proband selbst vergeben, was auch auf eine realistische und sinnvolle Selbsteinschätzung der Probanden hinweist. Der vom Komitee auszufüllende Bewertungsbogen fiel mit einer zu erreichenden Punktzahl von 137 Punkten ins Gewicht. So ergab sich in der Summe eine mögliche Gesamtpunktzahl von 179 Punkten. Die zu erreichende Gesamtpunktzahl mit den erreichten Punkten ins Verhältnis gesetzt, ergab dann einen Prozentsatz. Dieser wird als Maß für die Qualität der Umsetzung der gestellten Anforderungen gewertet und anhand dessen kann eine klare Einordnung der Probanden in die entsprechende Messgruppe erfolgen. So ergab sich ein Spektrum von 54 – 88 Prozent, welches die einzelnen Probanden erreicht haben. In Folge dessen konnten alle Teilnehmer in die zuvor definierte Messgruppe 1 oder 2 eingeordnet werden.

4.1.1.2 Visualisierung und Vergleich der Druckmessergebnisse

Aus den gewonnenen Druckmessdaten müssen jetzt Vergleichsdarstellungen erzeugt werden. Dazu wird in der medilogic Software die Darstellung der einzelnen Sensoren gewählt. Weiterhin muss der Durchschnittsdruck der einzelnen Sensoren innerhalb einer einzelnen Sequenz ausgewählt und angezeigt werden. Anschließend wird eine dafür entwickelte Schablone mit den einzelnen Bereichen, die für die Druckbelastung relevant sind, eingeblendet. Die zu betrachtenden Bereiche sind der Steißbereich, der Gesäßbereich und der Schambereich mit den Schambeinästen.

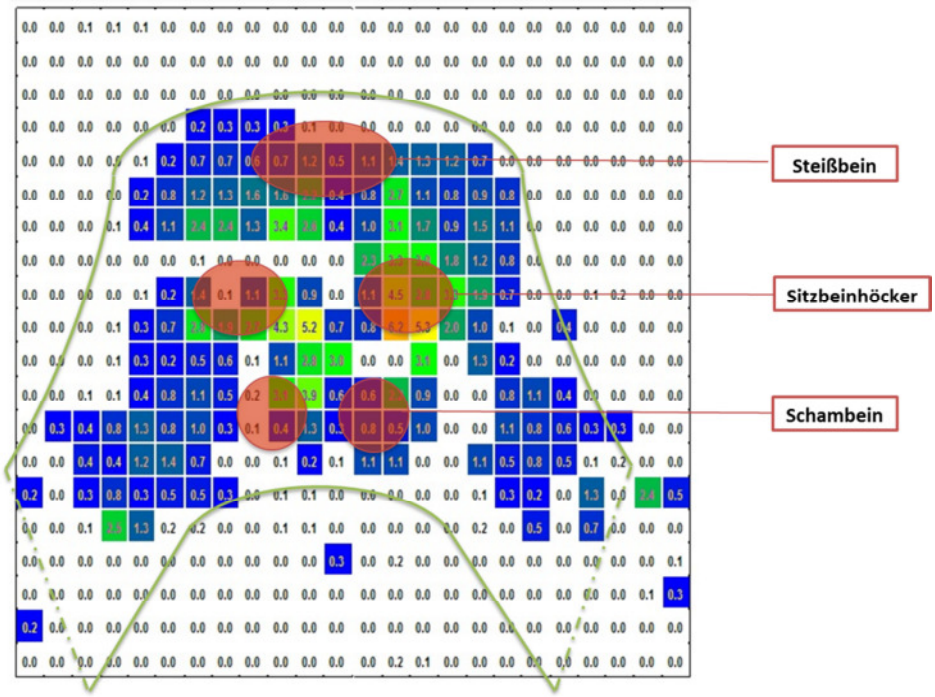


Abbildung 19: Grafik zur Auswertung des belasteten Bereiches

Anhand dieses Vorgehens ist eine Beurteilung der Belastungsverteilung problemlos möglich. Auch die Belastungsmuster der einzelnen Probanden in den entsprechend gleichen Sequenzen wird dadurch möglich und übersichtlich realisierbar.

4.1.2 Umsetzung der Auswertung

4.1.2.1 Ermittlung der Sequenzen mit der höchsten Durchschnittsbelastung

In einem ersten Schritt der Auswertung werden die durchschnittlichen Belastungen in den einzelnen Gangarten untereinander verglichen. Hierbei geht es darum herauszufinden, in welcher Gangart die größte Durchschnittsbelastung auftritt. Dazu

wurden alle 18 einzelnen Sequenzen der ausgewählten Probanden zur Betrachtung herangezogen. Begonnen wird mit den Sequenzen auf gerader Linie (Messsequenz - Typ A), danach folgt der Vergleich in allen Gangarten auf gebogener Linie (Messsequenz - Typ B und C) und abschließend im leichten Sitz und beim Springen Messsequenz - Typ D).

Entgegen der ursprünglichen Annahme, dass im Schritt aufgrund der fehlenden Bewegungsdynamik die geringsten Belastungen auftreten werden, haben sich bei der Messung deutliche Druckspitzen abgezeichnet. So konnten bei weiblichen Probanden in Sequenz 01 (Schritt gerade aus) punktuelle Belastungsspitzen von 7,3 $\frac{N}{cm^2}$ gemessen werden. Durchschnittlich bedeutet hierbei, dass die Messwerte über die gesamte Sequenzzeit gemittelt diesen Druckwert erreichen. Einzelne Druckspitzen liegen demzufolge deutlich über 8 $\frac{N}{cm^2}$. Da sich die Belastungen sehr punktuell darstellen, ist davon auszugehen, dass dies auf eine nicht angespannte Gesäßmuskulatur zurückzuführen ist und sich dadurch die Sitzbeinhöcker deutlich in der Messung abzeichnen. Es ist jedoch nicht von einem Fehlverhalten beim Reiten auszugehen, da ein geschmeidiges Folgen des Bewegungsablaufes von der Reitlehre gefordert wird. Eine lockere Muskulatur und unverkrampfte Haltung ist dafür unabdingbar. Weiterhin sind diese erhöhten und punktuellen Druckbelastungen im Schritt bei nahezu allen betrachteten Probanden aufgetreten. Dies weist ebenfalls darauf hin, dass die sich abzeichnende Druckbelastung als typisches Belastungsmuster im Schritt angenommen werden kann und nicht auf reiterliches Fehlverhalten zurückgeführt werden darf. Es ist also davon auszugehen, dass Verbesserungen des Sattels zu einer Verbesserung der Druckbelastungen im Schritt führen würden.

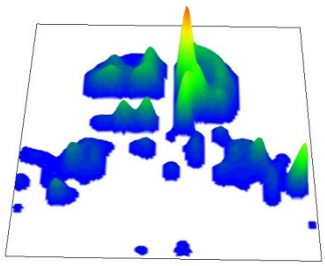


Abbildung 20: Belastungsmuster im Schritt auf gerader Linie

Um die Druckbelastungen in der Gangart Leichttrab transparenter zu machen, wurde zum Vergleich die Sequenz 04 (Leichttrab geradeaus) gewählt. Hier fällt auf, dass die Durchschnittsbelastung über die Reitzeit dieser Sequenz deutlich unter der höchsten durchschnittlichen Belastung des Reiters im Schritt liegt. Werden jedoch die Spitzenwerte verglichen, treten im Trab, wie bereits in den Voreinschätzungen angenommen, deutlich höhere Druckbelastungen auf. Dies ist auf den vom Reiter zurückgelegten Weg beim Einsitzen in den Sattel zurückzuführen. Kommt der Reiter dabei nur gering aus dem Takt oder fehlt ihm die notwendige Muskulatur um geschmeidig der Bewegung des Pferdes wieder in den Sattel zu folgen, kommt es zu erhöhten Druckbelastungen durch die beim falschen Einsitzen auftretende Stoßwirkung. Allgemein lässt sich aus den im Leichttrab ermittelten Ergebnissen ableiten, dass auftretende Spitzenbelastungen auf reiterliches Fehlverhalten zurückgeführt werden können. Ein Abfangen der Druckspitzen durch die Weiterentwicklung des Sattels wäre trotzdem erstrebenswert, da reiterliche Defizite kompensiert werden könnten.

Mit den Sequenzen 07 (Trab Aussitzen geradeaus) wurden die Ergebnisse vom Traben auf gerader Linie verglichen. Auffällig ist eine verhältnismäßig großflächige Druckverteilung über den gesamten Sitzbereich des Reiters, die auf eine sich im Rhythmus an- und abspannende Gesäß- und Rumpfmuskulatur zurückzuführen ist. Das koordinierte Mitschwingen und die an- und abspannende Muskulatur entziehen dem vom Pferd bereitgestellten Impuls aus der Hinterhand die Energie. Dies hat zur Folge, dass die durchschnittliche Dauerbelastung im Trab unter der im Schritt auftretenden punktuell erhöhten Belastung liegt. In diesem Punkt weicht daher das ermittelte Ergebnis auch von der vorweg getroffenen Annahme ab, dass die durchschnittlichen Belastungen im Trab am höchsten sind. Die durch Reibung entstandene Belastung ist aufgrund der Frequenz des Bewegungsablaufes trotzdem am höchsten, wie die Empfindungen der befragten Probanden ergaben.

Weiterhin bewahrheitet sich die Annahme, dass hohe Spitzendrücke gemessen werden können, die jedoch gleichmäßiger über die gesamte Fläche verteilt aufgetreten sind. Dies lässt sich wieder auf reiterliche Defizite zurückführen, die den Reiter daran hindern dem anspruchsvollen Bewegungsablauf des Pferdes im Aussitzen zu folgen.

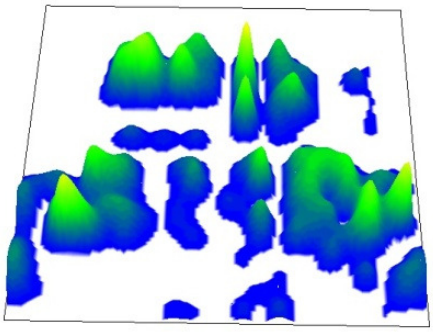


Abbildung 21: Belastungsmuster im Trab Aussitzen auf gerader Linie

Anhand der Sequenz 10 (Galopp geradeaus) wurden die Drücke im Galopp auf gerader Linie verglichen. Auch beim Galopp wird durch das An- und Abspannen der Rumpfmuskulatur eine großflächige Verteilung der Druckbelastung erreicht. Die durchschnittliche Druckbelastung, die auf den Reiter einwirkt, liegt jedoch in dieser Sequenz über der durchschnittlichen Belastung im Trab beim Aussitzen. Dieses Messergebnis weicht also von der Voreinschätzung ab. Vermutet wurde die größte Belastung im Aussitzen.

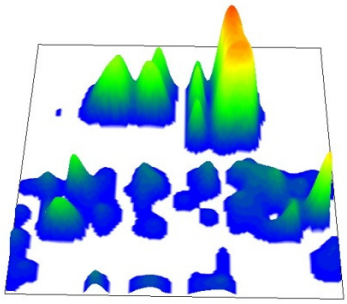


Abbildung 22: Belastungsmuster im Galopp auf gerader Linie

Nachfolgend erfolgt die Betrachtung auf gebogener Linie (Messsequenz - Typ B und C). Hierzu wird als erstes die Sequenz 02 im Schritt in einer Linkswendung betrachtet. Hierbei fällt auf, dass sich die punktuelle Belastung im Gegensatz zur Messung im Schritt auf gerader Linie weiter erhöht. Dies ist auf die Gewichtsverlagerung auf den

inneren Gesäßknochen beim Reiten einer Wendung zurückzuführen. In diesem Fall handelt es sich daher um eine deutliche Druckspitze am linken Gesäßknochen. Die Gewichtsverlagerung nach innen ist von der Reitlehre beschrieben und kann in ihrer Ausführung durch die betrachteten Probanden als korrekt angenommen werden. Für das Pferd ist diese Gewichtshilfe notwendig um die gewünschte Wendung zu beschreiten. Dafür folgt das Pferd der Gewichtsverlagerung und tritt unter den Schwerpunkt des Reiters. Die auftretenden Druckspitzen resultieren also wieder aus der nicht angespannten Muskulatur.

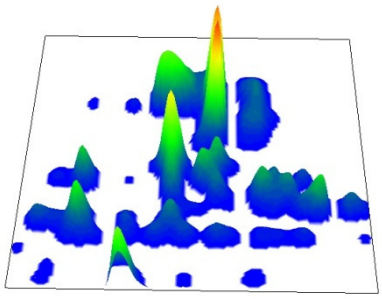


Abbildung 23: Belastungsmuster im Schritt in einer Linkswendung

In der Sequenz 06 (Leichttrab links) wird ebenfalls eine Gewichtsverlagerung auf die Innenseite deutlich. Die durchschnittliche Druckbelastung verteilt sich jedoch über eine größere Fläche. Die bessere Druckverteilung ist wie bereits bei Sequenz 04 beschrieben auf das An- und Abspannen der Rumpfmuskulatur zurückzuführen. Die Druckbelastung im Aussitzen in einer Linkswendung (Sequenz 09) ist wie in der Beschreibung der Sequenz 07 großflächig verteilt. Da es sich bei der Sequenz 09 um das Reiten auf gebogener Linie auf der linken Hand handelt, ist auch hier eine Gewichtsverlagerung korrekterweise nach links zu erkennen.

Um die Druckverteilungen im Galopp zu vergleichen, wurde die Sequenz 07 (Galopp linke Hand) gewählt. Dabei kann man die Aussage treffen, dass sich die Fläche der Verteilung gegenüber dem Trab weiter vergrößert hat und dadurch die Druckspitzen im Mittel geringer ausfallen als im Schritt und Trab. Die Gewichtsverlagerung auf die linke Seite ist genau wie in den anderen Gangarten durch einen erhöhten Druckwert auf dieser Seite zu erkennen.

Allgemein lässt sich beim Reiten auf gebogener Linie erkennen, ob der Proband Rechts- oder Linkshänder ist. Die Seite auf der ein Reiter nicht so gut zurecht kommt, ist auch im Gesäßbereich weniger muskulär ausgeprägt. Dies führt zu einer höheren punktuellen Belastung auf dieser Seite, da sich Stoß- und Druckbelastungen nicht so gut verteilen wie auf der besser ausgeprägten Gesäßhälfte.

Abbildung 24: Belastungsmuster eines Linkshänders (links) und eines Rechtshänders (rechts)

In der nächsten Instanz werden die Sequenzen des leichten Sitzes ausgewertet. Hier wird deutlich, dass bei richtiger Ausführung dieser Sitzart keine Belastungen im Gesäßbereich auftreten. So wird es auch in der Reitlehre beschrieben und kann daher aus reiterlicher Sicht als richtig durchgeführt angenommen werden. Der leichte Sitz entlastet den Pferderücken. Dies kann durch die durchgeführte Druckmessung bestätigt werden. Bei keinem Proband, der in der Lage ist sich über seinen Knieschluss aus dem Sattel zu heben und den vom Pferd übertragenen Schwung durch mitgehen in der Bewegung abzufedern, wurden nennenswerte Druckbelastungen gemessen. Es treten auch keine durchschnittlich erhöhten Belastungen im vorderen Bereich des Messfeldes auf. Daher kann davon ausgegangen werden, dass bei korrekter Ausführung keine Druck- und Stoßbelastung im Gesäß- und Schambereich auftreten.

Als Letztes in der Auswertung der einzelnen Sequenzen muss der Sprungablauf näher betrachtet werden. Hierzu findet die Auswertung an der Sequenz 18 statt: Einen Steilsprung der Höhe von 1,20 m auf gerader Linie. Korrekt ausgeführt liefert diese Sequenz überraschenderweise keine wesentlichen Druckspitzen. Die einzelnen Phasen können genau wie in der Reitlehre beschrieben durch die Daten der Druckmessung untermauert werden. So ist beim Anreiten ein verstärktes Einsitzen mit einer Druckerhöhung am Absprung durch das vermehrte Untertreten sowie das Abdrücken des Pferdes am Sprung deutlich erkennbar.

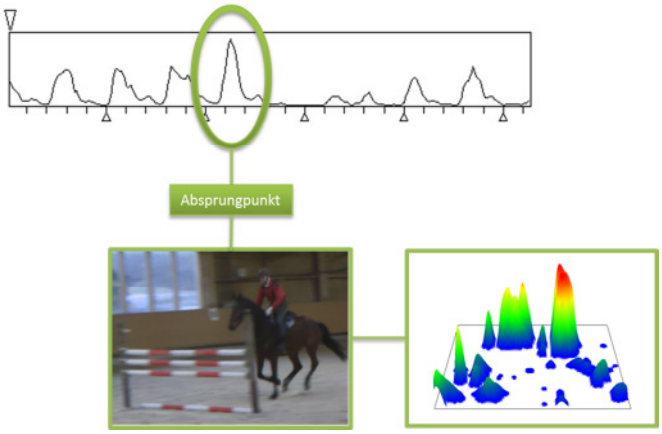


Abbildung 25: Belastungsmuster am Absprung auf gerader Linie

In der Phase des Sprunges entlastet der Reiter durch Mitgehen in der Bewegung und leichtes Vorneigen des Oberkörpers den Rücken des Pferdes. Dadurch wird die Bascule des Pferdes am Sprung zugelassen. Es wird bei der Durchführung dieses Versuches in dieser Phase keine Druckbelastung gemessen. Dies deutet wieder auf eine richtige Umsetzung der Lektion hin.

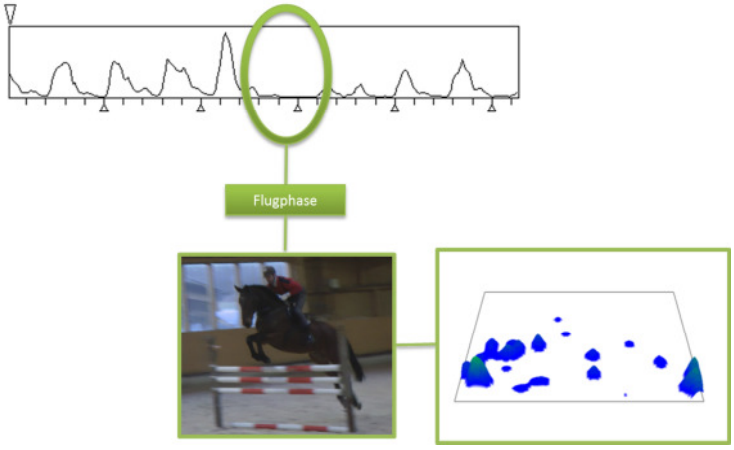


Abbildung 26: Belastungsmuster in der Flugphase

Auch in der Landephase werden beim Wiedereinsitzen des Reiters in den Sattel keine wirklichen Abweichungen zu den im Galopp ermittelten Druckmessdaten festgestellt. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung treffen, dass der durch die Landung auf den Reiter wirkende Impuls durch den richtigen Knieschluss und das durchfedernde Sprunggelenk nach unten in den Bügel abgefedert werden kann, ohne den Reiter größeren Belastungsspitzen auszusetzen.

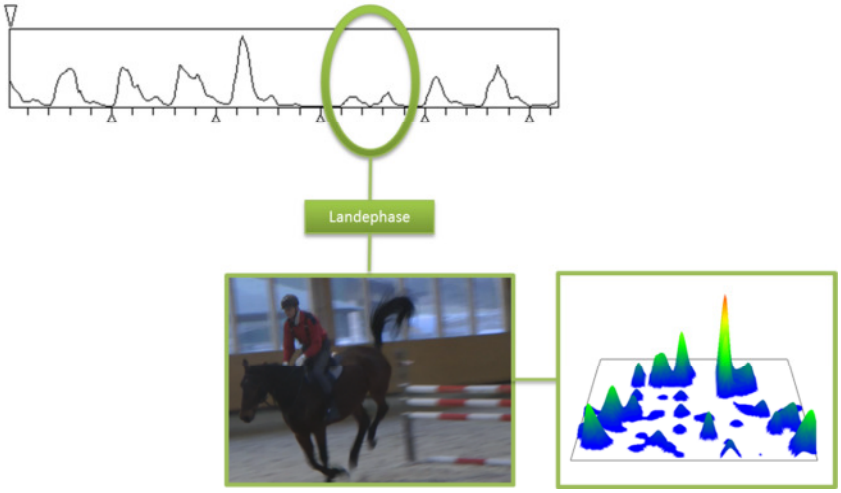


Abbildung 27: Belastungsmuster in der Landephase auf gerader Linie

Jedoch ist beim Reiten von Sprüngen zu beachten, dass enorme Kräfte wirken. Ist der Reiter daher aufgrund seines Ausbildungsstandes nicht in der Lage den Bewegungen des Pferdes in den einzelnen Phasen des Sprungablaufes zu folgen, kann es zu enormen Stoßbelastungen führen, die auf den Reiter einwirken. Quetschungen und Prellungen können die Folge sein. Daher ist auch wie die Reitlehre es fordert und die Messergebnisse es belegen, eine gute Dressurausbildung für einen festen Grundsitz und ein ausgeprägtes Bewegungsgefühl die notwendige Voraussetzung für eine Springausbildung ohne gesundheitsschädliche Folgen.

4.1.2.2 Auswertung aller Probanden in den Sequenzen der höchsten Belastungen

Im zweiten Schritt der Auswertung werden alle Probanden in den Sequenzen mit den höchsten auftretenden Druckbelastungen untereinander verglichen. Anhand dieses Auswertungsschrittes lassen sich Aussagen über die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der auftretenden Druckbelastungen in den Sitzarten Dressur- und Springsitz, den geschlechtsspezifischen Voraussetzungen und den Abhängigkeiten bezüglich des Ausbildungsstandes treffen.

Die Messung von Probanden in Dressur- und Springsätteln ergab bei der Dressurarbeit keine erkennbaren Belastungsunterschiede, die den Satteltypen zugeordnet werden könnten. Diese Erkenntnis lässt sich auf das Reiten im sogenannten Grundsitz zurückführen, der durch die Bügellänge sowie Geometrie und Art des Sattels nicht wesentlich beeinflusst werden darf. Deshalb kann allgemein in dieser Instanz die

Aussage getroffen werden, dass ein Sattel unabhängig von der Disziplin den Grundsitz des Probanden möglichst positiv unterstützen sollte ohne diesen in der Bewegung einzuengen.

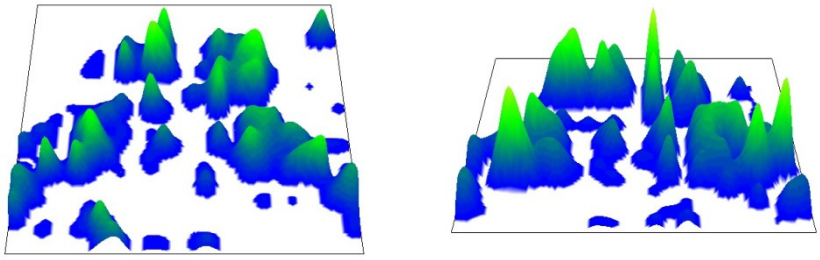


Abbildung 28: Belastungsmuster im Dressursattel (links) und im Springsattel (rechts)

Vergleicht man die Belastungsmuster zwischen Frauen und Männern wird deutlich, dass Frauen die Druckbelastung gleichmäßiger über die gesamte Messfläche verteilen. Dies bedeutet auch eine durchschnittlich höhere Belastung im Bereich des Schambeines und der Schambeinäste. Dieser Bereich ist auf Reibung, Druck- und Stoßbelastungen besonders empfindlich und führt auch vermehrt bei Frauen zu den Problemen des verstärkten Druckempfindens bis hin zum Wundreiten. Jedoch ist im Vergleich aller weiblicher Probanden auch festzustellen, dass Frauen die sich relativ am Optimum der Umsetzung der Reitlehre bewegen (Messgruppe 1), die Belastung genau wie Männer vermehrt auf den Gesäßbereich verlagern können. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass es für Frauen schwieriger ist eine optimale Sitzhaltung einzunehmen, die die Belastung mehr auf das Steißbein und die Sitzbeinhöcker überträgt.

Es ist erkennbar, dass es aufgrund der weiblichen Anatomie den entsprechenden Probanden schwerer fällt sich im Sattel aufzurichten. Dies liegt vermutlich an dem vermehrten Muskeleinsatz, der zur richtigen Positionierung des Beckens bei Frauen aufgebracht werden muss. Trotzdem wäre hier eine Entlastung des Schambereiches durch den Sattel positiv.

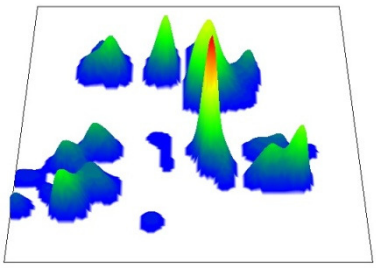


Abbildung 29: Deutliche Druckbelastung des linken Schambeinastes

Allgemein muss aber nochmals darauf hingewiesen werden, dass sich herausgestellt hat, das die richtige Lastverteilung beim Reiten vom Ausbildungsstand abhängt. Es hat sich gezeigt das es auch vielen Frauen mit entsprechender Ausbildung gelingt die Gewichtsverteilung auf den Gesäßbereich zu verlagern. Es sind dann keine Unterschiede zwischen Mann und Frau bei der Druckmessung erkennbar.

Die größten Belastungsunterschiede werden anhand der unterschiedlichen Ausbildungsstände deutlich. Es lassen sich spezifische Druckmuster den einzelnen Stufen der Ausbildung zuordnen. So zeigt sich bei vielen Reitern der zweiten Messgruppe ein deutlich unsicherer Sitz und damit häufig auftretende Druckspitzen in allen Sequenzen. Damit verbunden ist zumeist das Einrollen des Oberkörpers und die Verlagerung des Gewichtes nach vorne auf den Schambereich. Eine Unterstützung zur Aufrichtung des Rumpfes sowie mehr Sicherheit durch bestimmte Eigenschaften des Sattels wären hier hilfreich, um dem Ziel des richtigen Sitzens und somit der Harmonie zwischen Pferd und Reiter ein Stück näher zu kommen.

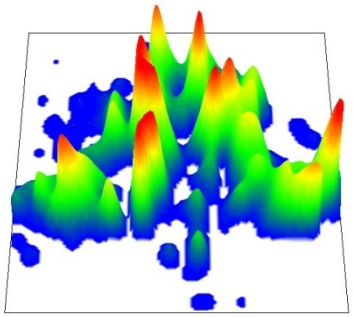


Abbildung 30: Belastungsmuster einer Frau mit deutlichen reiterlichen Defiziten

Die erste Messgruppe mit den Probanden, die Ihre Aufgabe als Reiter und die Arbeit mit dem Pferd nahezu optimal erfüllen, zeigen im Vergleich untereinander ebenfalls sehr ähnliche Grundmuster bei der Messung der Druckbelastungen. So ist zu erkennen, dass bei diesen Probanden in allen gerittenen Sequenzen eine vermehrte Belastung im Gesäßbereich auftritt. Ermittelt wurden durchschnittliche Druckwerte in einzelnen Bereichen von mehr als 7 $\frac{N}{cm^2}$. Diese Belastung kann in Form einer Dauerbelastung durchaus schädigend auf den menschlichen Körper wirken. Derartige Belastungen bei Rollstuhlfahreren werden als bedenklich eingestuft. Da viele dieser Probanden mehrmals täglich im Sattel ihrer Pferde Platz nehmen, wäre ein Sattel, der die Drücke in diesem Bereich besser auf eine größere Fläche verteilt, der Gesundheit dienlich. Die Zusammenarbeit zwischen Reiter und Pferd würde unterstützt.

4.1.2.3 Aufgetretene Ausnahmen

Aufgetreten sind maximale Belastungsspitzen von mehr als 8 $\frac{N}{cm^2}$im Leichttraben und beim Springen. Jedoch war jeweils die Zuordnung eines reiterlichen Fehlverhaltens durch die Videoanalyse möglich. Diese Erkenntnis macht es möglich solche Ausnahmen gesondert zu betrachten. Beim Leichttraben ist in den betreffenden Sequenzen deutlich zu erkennen, dass die hiervon betroffenen Probanden aufgrund ihrer unzureichenden Ausbildung nicht immer in der Lage sind beim Einsitzen in den Sattel der Bewegung des Pferdes geschmeidig zu folgen. Die Probleme und Gefahren, die beim Springreiten auftreten können wurden bereits oben erläutert. Betrachtet man diese Fälle, wäre ein Sattel, der in der Lage ist solche enormen Stoßbelastungen zu absorbieren, ein großer technischer Fortschritt.

4.2 Vergleich der Voreinschätzung mit den Messergebnissen

Um die Auswertung sinnvoll abzuschließen ist es notwendig die aufgetretenen Probleme mit den Voreinschätzungen zu vergleichen, um daraus medizinische und technische Rückschlüsse treffen zu können.

4.2.1 Medizinisches Resümee

Das Gespräch mit Interessenten, Teilnehmern und Trainern sowie die Befragung der Probanden hat ergeben, dass Probleme durch Druckbelastungen und Scheuern beim Reiten tatsächlich auftreten. Bei nahezu allen Probanden hat sich herausgestellt, dass im Laufe ihrer Karriere Probleme aufgetreten sind oder die Teilnehmer noch dauerhaft begleiten. Erstaunlich ist, dass die Messungen keine wesentlichen Unterschiede bei der Druckverteilung nach Geschlecht ergaben. Ebenso ist im Grundsitz kein Einfluss durch die unterschiedlichen Disziplinen Dressur und Springen in den jeweiligen Sätteln zu erkennen. Es lassen sich im wesentlichen Belastungsmuster lediglich nach den unterschiedlichen Ausbildungsständen unterscheiden. Druckspitzen treten jedoch in jedem Grad der Ausbildung auf. Auch Probleme können bei Reitern, bei denen keine offensichtlichen Sitzfehler erkennbar sind, vorkommen. Druckbelastungen werden unterschiedlich empfunden, auch wenn diese aus Sicht der Messung bei bestimmten Probanden durchaus vergleichbar waren. Zwar reduzieren sich mit zunehmendem Ausbildungstand die auftretenden Probleme, sie lassen sich jedoch nicht vollständig ausschließen Gute Reiter haben eine höhere Belastung im Gesäßbereich. Dieses Belastungsmuster war bei Frauen und Männern gleichermaßen zu erkennen. Es hat sich jedoch, wie in den Voreinschätzungen vermutet, bewahrheitet, dass Frauen dafür mehr muskuläre Anstrengungen aufbringen müssen um die Last entsprechend auf das Gesäß zu verlagern. Die Befragung hat ergeben, dass Probleme im Schambereich hauptsächlich im Trab beim Aussitzen auftreten. Da auch bei geübten Reitern Druckspitzen im Gesäßbereich auftreten und diese beim Reiten mehrerer Pferde ebenfalls zu unangenehmen Belastungen führen, wäre eine bessere Entlastung durch den Sattel in jedem Fall wünschenswert. Anhand der Messergebnisse lässt sich der Schluss ziehen, dass es abweichend von den Voreinschätzungen möglich sein müsste eine Lösung auf der Basis eines Sattelkonzeptes zu finden, der den entsprechenden Problemen entgegenwirkt. Eine bessere Druckabsorption und Verteilung wäre im

Gesäß- und Schambereich vorteilhaft. Eine komplette Entlastung im Schambereich wäre erstrebenswert, vermutlich aber technisch nicht umsetzbar. Weiterhin müsste im Schambereich die häufig entstehende Reibung durch die Wahl einer reibungsarmen Oberfläche reduziert werden. Eine glatte Oberfläche über die gesamte Sitzfläche wäre nicht erstrebenswert, da dadurch ein sicherer Sitz gefährdet würde.

4.2.2 Technisches Resümee

Technisch wird durch die Druckmessmatte und die Software eine gute Erfassung und Darstellung der Daten ermöglicht. Die eingesetzten Sensoren reagieren hauptsächlich auf senkrecht einfallende Kräfte mit einer ausreichenden Genauigkeit von ± 5% FSO. Die Auflösung durch die Anzahl der Sensoren und die zeitliche Abtastung ist für die Anwendung optimal zugeschnitten. Mit der zur Verfügung gestellten Technik war daher eine Durchführung der zu Beginn dieser Arbeit geplanten Messungen gut möglich. Die erhaltenen Messergebnisse ermöglichten eine sinnvolle Auswertung und erste Verbesserungsansätze. Abweichend von der Planung hat sich eine geringere Anzahl der zur Verfügung stehenden Probanden ergeben. An der Messung haben 22 Probanden teilgenommen, die anschließend ausgewertet werden konnten. 242 Einzelsequenzen konnten davon zur Auswertung betrachtet werden. Dies lag jedoch nicht an mangelnder Bereitschaft der Probanden zur Teilnahme an den Messungen, sondern an dem vorab zeitlich und organisatorisch deutlich zu gering eingeschätzten Aufwand, der für die Messungen betrieben werden musste. So war im Voraus geplant Messungen auch an Probanden mit einem niedrigen reiterlichen Ausbildungsstand durchzuführen (Messgruppe 3). Dies erwies sich in der praktischen Umsetzung jedoch als technisch nicht durchführbar, da eine Fixierung der Messmatte in dem erforderlichen Maße nicht möglich war. Weiterhin stellte sich heraus, dass Probanden der Messgruppe 3 nicht in der Lage waren die zuvor definierten Sequenzen den Anforderungen entsprechend nachzureiten. Daraus folgt, dass alle Messungen bei Probanden der Messgruppe 3 vorzeitig abgebrochen werden mussten.

Weiterhin lässt sich derzeit die Einwirkungsrichtung der auf einzelne Sensoren auftreffenden Kräfte nicht bestimmen. Eine technische Verbesserung in Bezug auf das eingesetzte Messmittel wäre daher die Möglichkeit Kräfte vektoriell zu erfassen und darzustellen. Diese Möglichkeit könnte eventuell dazu beitragen teilweise

aufgetretene Unstimmigkeiten zwischen Aussagen der Probanden und den ermittelten Messwerten besser zu beleuchten. Zurzeit lassen sich Druckeinwirkungen, die durch einen falschen Bewegungsablauf entstehen anhand der mitgeführten Videoaufzeichnung zuordnen. Die Darstellung der Messwerte durch Kraftvektoren würde die Analysemöglichkeiten verbessern und das Anwendungsgebiet ausdehnen. Des Weiteren würde diese Darstellungs- und Analysemöglichkeit eine eindeutigere Vorhersage ermöglichen, wie sich Veränderungen der Körperhaltung beim Reiter auf die entstehende Druckbelastung auswirken.

5 Anwendungsausblicke und technische Verbesserungsvorschläge

Anhand dieser Studie und den gewonnenen Daten, sowie den Gesprächen mit den Probanden werden einige Anwendungsbereiche und Verbesserungen abgesteckt. So wäre, wenn häufiger Messungen zwischen Reiter und Sattel durchgeführt werden sollten, die Entwicklung einer Messmatte mit verbesserter Flexibilität und Passform von Vorteil. Dadurch würden die Anwendung erleichtert und Vorbereitungszeiten einer Messung deutlich dezimiert. Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit wäre die Erfassung und Darstellung der Wirkungsrichtung einfallender Kräfte. Allgemein würden sich mit der guten Handhabbarkeit einer dafür spezialisierten Messmatte zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten eröffnen. Durch intensive Forschung könnte auch im Bereich der Reitlehre das Reiten verschiedener Lektionen technisch überprüft und unterlegt werden. Einer der Hauptanwendungsbereiche wäre die Messung von Reitschülern in Form von Schulungen. Reitlehrer und Trainer hätten die Möglichkeit in Lehrgängen die Druckmessung mit einzubinden. Dadurch wäre es Ihnen möglich anhand der gewonnenen Daten und den gut visualisierten 3D-Abbildungen den Reitschülern Sitzfehler und auftretende Probleme transparent darzustellen. Außerdem würde durch die Verbreitung eines solchen Verfahrens zur Unterrichtsverbesserung eine Sensibilisierung auch im Bezug auf die Qualität und Passgenauigkeit des Sattels stattfinden.

Reiter und Pferd verändern ihre physischen Voraussetzungen im Laufe ihres Lebens und im Fortschreiten ihrer Ausbildung. Die Ausbildung von Pferd und Reiter ist ein stetiger Entwicklungsprozess. Leider nehmen diese Tatsache viel zu wenig Reiter aber auch Trainer wahr. So werden häufig aufgrund unzureichenden Fachwissens schlechte Entwicklungen, die auf die Passgenauigkeit des Sattels zurückzuführen sind, übersehen. Würden beim Training oder bei der Schulung auf Lehrgängen Druckwerte ermittelt, würden fehlerhafte Belastungen frühzeitiger festgestellt werden. Ist der Trainer im Fall einer auffälligen Belastung der Meinung, dass kein reiterliches Fehlverhalten die Ursache für die ermittelten Druckdaten ist, kann ein Sattler zur Beratung herangezogen werden. Durch eine gewisse Sensibilisierung auf diesem Gebiet könnte in vielen Fällen die Kommunikation zwischen Reiter und Pferd maßgeblich verbessert werden und in einigen Fällen wäre es sogar möglich teure Behandlungen von Pferden aufgrund langer fehlerhafter Einwirkung durch den Reiter einzusparen. Reiter würden frühzeitig auf mögliche Fehlbelastungen aufmerksam und könnten negativen gesundheitlichen Folgen entgegenwirken. Dies wäre ein bedeutender Schritt im Bezug auf die gesundheitliche Vorsorge im Sport.

Weiterhin wäre es denkbar Sättel zu entwickeln, die auftretende Belastungsspitzen reduzieren und gleichmäßig verteilen. So hat sich bei den bis jetzt durchgeführten Messungen herausgestellt, dass bei Probanden die in der Lage sind, die Reitlehre relativ nah am Optimum umzusetzen, die größten Belastungen im Gesäßbereich auftreten. Es ist davon auszugehen, dass hier keine nennenswerte Verbesserung der Druckverteilung durch Weiterbildung stattfinden wird. Also kann in diesem Fall nur durch die Änderung von Satteleigenschaften Einfluss auf dieses Problem genommen werden. Der Einsatz von neuen Materialien im Gesäßbereich könnte eventuell eine Verbesserung herbeiführen. Denkbar wären Versuche mit dem in der Dekubitusprävention eingesetzten Material Tempur. Dieses Material wurde im ursprünglichen Sinne für die Raumfahrt entwickelt, um die beim Start entstehenden Druckbelastungen gleichmäßiger zu verteilen und zu absorbieren. Im Schambereich, der bei richtiger Ausführung nur wenig belastet werden soll, wäre eine Entlastung ebenfalls hilfreich. Hier könnte eventuell auch eine eingearbeitete Gelzone angedacht werden. Da gerade dieser Bereich auf die beim Reiten entstehende Reibung empfindlich ist, wäre eventuell eine Oberfläche mit geringer Rauheit von Vorteil. Auch

wäre die Änderung der Geometrie eines Sattels näher zu untersuchen. Außerdem könnte eine verbreiterte und flachere Sitzfläche angedacht werden. Eine Vergrößerung der Sitzfläche würde ebenfalls zur Verbesserung der Druckverteilung beitragen. Um sinnvolle Lösungen zu finden, müssten noch mehr Druckmessdaten bei unterschiedlichen Probanden erfasst werden. Desweiteren wäre es nötig verschiedene Materialien möglichst praxisnah auf ihre Eigenschaften bezüglich der Druck- und Stoßabsorption zu prüfen. Geprüft werden müssen auch andere Eigenschaften wie zum Beispiel die Temperaturabhängigkeit und die Flexibilität der möglichen Materialien. Die Fortführung dieser Betrachtungen in einer weiteren Ausarbeitung wäre notwendig um einer technischen Lösung näher zu kommen. Eine Verbesserung der bei den vermessenen Probanden aufgetretenen Probleme wäre dadurch denkbar.

6 Schlusswort

In Deutschland gibt es über eine Million Pferde, mindestens genauso viele aktive Reiter und noch viel mehr Pferdefreunde. Geschätzt wird die Zahl derer, die sich für Pferde interessieren, auf knapp 12 Millionen [4]. Das bedeutet mehr als jeder 10. deutsche Bürger hat direkt oder indirekt, als Hobbyreiter oder im Beruf mit Pferden zu tun. Daraus resultiert im Pferdesport ein jährlicher Umsatz von gut fünf Milliarden Euro [4]. Das ergibt einen durchschnittlichen Umsatz pro interessierten Bürger von mehr als 400 Euro im Jahr, wobei der wesentlich höhere Anteil auf die aktiven Reiter entfällt. Wird also von monatlichen Aufwendungen von 350 Euro pro Pferd ausgegangen, dann kommt man bei einer Million Pferden auf 4,2 Milliarden Euro, die auf die aktiven Reiter und Pferdehalter entfallen. An diesen Zahlen wird deutlich: Pferde kosten Geld. Diese Menschen sind auch bereit das erforderliche Geld für sich und Ihre geliebten Vierbeiner auszugeben - leider nur häufig an der falschen Stelle. So werden häufig Investitionen in Behandlung und Nachsorge bei Pferd und Reiter notwendig, die durch frühzeitige Wahl der richtigen Ausrüstung hätten eingespart werden können. Die Entwicklung eines Sattels, der bisher auftretenden Druckbelastungen und daraus resultierenden gesundheitlichen Problemen vorbeugt, sowie die Sensibilisierung der entsprechenden Zielgruppe für dieses Thema, kann zu der Erschließung eines interessanten Marktes beitragen.

Quellenverzeichnis

[1] http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/hegewald-guenther-2000-05-17/HTML/hegewald-ch5.html

[2] Michael Putz, S. M. (2005). *Richtlinien für Reiten und Fahren, Bd.1, Grundausbildung für Reiter und Pferd.* Fn-Verlag.

Vereinigung, D. R. (2008). *Richtlinien für Reiten und Fahren, Bd.2, Ausbildung für Fortgeschrittene.* Fn-Verlag.

[3] Schleese GmbH. (28.03.2012). *Schleese GmbH*. Von http://www.schleese-gmbh.de/saettelfrauen.html

(FN), D. R. (2010). *Die Reitabzeichen der Deutschen Reiterlichen Vereinigung.* Fn-Verlag.

Vereinigung, D. R. (2008). *Richtlinien für Reiten und Fahren, Bd.2, Ausbildung für Fortgeschrittene.* Fn-Verlag.

T&T medilogic Medizintechnik GmbH. (kein Datum). *T&T medilogic Medizintechnik GmbH*. Von http://www.medilogic.de/ abgerufen

[4] Vechta, H. (2006). „Erste Bundesliga an Referenten gewonnen“ . *Pressemitteilung 188/2006* .

Verzeichnisse der Tabellen, Abbildungen und Anlagen

Abbildung 1: Schema zur Verdeutlichung des Prozesses vom richtigen Sitz bis z. guten Reiten . 6
Abbildung 2: Grafik zur Positionierung der Messmatte..... 7
Abbildung 3: Datenerfassung und Übertragung..... 8
Abbildung 4: Startbildschirm der Software..... 9
Abbildung 5: Isobaren-Darstellung , Sensordarstellung, 3D-Darstellung 9
Abbildung 6: Druckskala..... 9
Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Druckbelastung..... 10
Abbildung 8: Übersicht festgelegter und zu absolvierender Messsequenz-Typen 15
Abbildung 9: Reiten im Grundsitz auf gerader Linie im Schritt [2] 16
Abbildung 10: Krafteinwirkung beim Reiten im Schritt auf gerader Linie 16
Abbildung 11: Krafteinwirkung beim Reiten im Trab auf gerader Linie 17
Abbildung 12: Aufstehen und Wiedereinsitzen beim Leichttraben auf gerader Linie 18
Abbildung 13: Krafteinwirkung beim Reiten im Galopp auf gerader Linie 19
Abbildung 14: Gewichtsverlagerung beim Reiten auf gebogener Linie auf der rechten Hand . 20
Abbildung 15: Wirkende Fliehkraft beim Reiten einer Rechtswendung 21
Abbildung 16: Die vier Phasen des Sprungablaufes [2] 22
Abbildung 17: Anatomische Unterschiede zwischen dem weiblichen und männlichen Becken 24
Abbildung 18: Teilnehmender Reiter während der Druckmessung 27
Abbildung 19: Grafik zur Auswertung des belasteten Bereiches..... 30
Abbildung 20: Belastungsmuster im Schritt auf gerader Linie 31
Abbildung 21: Belastungsmuster im Trab Aussitzen auf gerader Linie 33
Abbildung 22: Belastungsmuster im Galopp auf gerader Linie 33
Abbildung 23: Belastungsmuster im Schritt in einer Linkswendung 34
Abbildung 24: Belastungsmuster eines Linkshänders (links) und eines Rechtshänders (rechts) 35
Abbildung 25: Belastungsmuster am Absprung auf gerader Linie 36
Abbildung 26: Belastungsmuster in der Flugphase 36
Abbildung 27: Belastungsmuster in der Landephase auf gerader Linie 37
Abbildung 28: Belastungsmuster im Dressursattel (links) und im Springsattel (rechts) 38
Abbildung 29: Deutliche Druckbelastung des linken Schambeinastes 39
Abbildung 30: Belastungsmuster einer Frau mit deutlichen reiterlichen Defiziten 40

Tabelle 2: Definition der Messsequenz - Typ A..... 15
Tabelle 3: Definition der Messsequenz - Typ B..... 20
Tabelle 4: Definition der Messsequenz - Typ C..... 21
Tabelle 5: Definition der Messsequenz - Typ D 22

Anlage 1: Definition der Messsequenzen 48
Anlage 2: Fragebogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“ 52
Anlage 3: Bewertungsbogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“..... 55
Anlage 4: Persönliche Angaben zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“ 56

Definition der Messsequenzen			
Messsequenz- Typ	**Messsequenz**	**Gangart**	**Sitzart**
Messsequenz- Typ A	1	Schritt	Grundsitz
Messsequenz- Typ B	2	Schritt	Grundsitz
Messsequenz- Typ C	3	Schritt	Grundsitz
Messsequenz- Typ A	4	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ B	5	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ C	6	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ A	7	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ B	8	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ C	9	Trab	Grundsitz
Messsequenz- Typ A	10	Galopp	Grundsitz
Messsequenz- Typ B	11	Galopp	Grundsitz
Messsequenz- Typ C	12	Galopp	Grundsitz
Messsequenz- Typ A	13	Galopp	Entlastungssitz
Messsequenz- Typ B	14	Galopp	Entlastungssitz
Messsequenz- Typ C	15	Galopp	Entlastungssitz
Messsequenz- Typ D	16	Sprung	Entlastungssitz
Messsequenz- Typ D	17	Sprung	Entlastungssitz
Messsequenz- Typ D	18	Sprung	Entlastungssitz

Anlage 1: Definition der Messsequenzen

Protokoll-Nr.:

Fragebogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“

1.	**Angaben zu Ihrer Person**				
a)	Allgemeine Angaben				
1)	Geschlecht:	männlich	□	weiblich	□
2)	Sind Sie:	Rechtshänder	□	Linkshänder	□
3)	Körpergröße:		cm		
4)	Körpergewicht:		kg		
5)	Geburtsjahr:				
6)	Handicaps:				
b)	Wie würden Sie den Umgang mit ihrem Pferd selbst einschätzen (Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= wenig bis 6= sehr)				
1)	Wie sehr vertrauen Sie ihrem Pferd	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □			
2)	Wie sicher sind Sie sich im Umgang mit Pferden	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □			
3)	Wie autoritär sind sie beim Umgang mit Pferden	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □			
c)	Wie würden Sie ihren Leistungsstand selbst einschätzen:				
1)	Welche Disziplin reiten Sie vorrangig: Dressur □ Springen □ Vielseitigkeit □ Freizeit □ Andere □				
2)	Wie oft reiten Sie pro Woche: < 1* □ 1* □ 2-3* □ 3-5* □ täglich □				
3)	Anfänger		□		
4)	Fortgeschrittener		□		
5)	Ambitionierter Freizeitreiter		□		
6)	Turnierreiter der LK	6 □ 5 □ 4 □ 3 □ 2 □ 1 □			

2. Fragen zum Pferd:
a) Ich reite auf/ habe ein/e: 1) Schulpferd □ 2) Reitbeteiligung □ 3) eigenes Pferd/ Berittpferd □
b) Exterieur des betrachteten Pferdes:
1) Körpergröße des Pferdes: MP □ GP □ WB bis 160cm □ WB bis 170cm □ WB über 170cm □
2) Bitte bewerten Sie den Körperbau ihres Pferdes 1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □ (Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= schlecht bis 6= optimal)
3) Bitte bewerten Sie die Rückenlinie ihres Pferdes 1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □ (Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= schlecht bis 6= optimal)
4) Bitte bewerten Sie die Bemuskelung ihres Pferdes 1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □ (Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= schlecht bis 6= optimal)
c) Ausbildungsstand des betrachteten Pferdes: 1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □ (Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= angeritten bis 6= optimal)
d) Bemerkungen zum betrachteten Pferd:
3. Fragen zu Ihrem Sattel
a) Marke und Modell:
1) Handelt es sich hierbei um einen: Dressursattel □ Springsattel □ Vielseitigkeitssattel Springen □ Westernsattel □ anderen Sattel □ Vielseitigkeitssattel Dressur □
2) Marke:
3) Modell:
b) Zustand des Sattels:
1) Seit wann haben Sie ca. ihren Sattel in Gebrauch (Angaben in Jahren): < 1 □ 1-3 □ 4-6 □ 7-10 □ > 10 □
2) Bemerkungen zum Zustand:

4. Fragen zu Ihrem Wohlbefinden und Ihrer Gesundheit

a) Symptome

1) Welche Belastungen/ Probleme sind aufgetreten:

erhöhtes Druckempfinden im Gesäßbereich ◻
erhöhtes Druckempfinden im Steißbereich ◻
erhöhtes Druckempfinden im Schambereich ◻
erhöhtes Druckempfinden an der innenseitigen Oberschenkelmuskulatur ◻
wundreiten im Schambereich/ an den Schambeinen ◻
wundreiten im Steißbereich/ am Steißbein ◻
Entzündungen ◻
Rückenschmerzen und Verspannungen ◻
Andere ◻
Keine ◻

2) Beschreibung/ Ergänzungen:

b) Ursachen

1) Bitte geben Sie an nach welcher Reitzeit/ Belastung Probleme auftreten/ aufgetreten sind:

nach wenigen Minuten ◻
immer beim Reiten ◻
bei ungewohnter Belastung ◻
beim Reiten mehrerer Pferde hintereinander ◻
beim Reiten auf einem ungewohnten Sattel ◻
am Anfang meiner Ausbildung ◻

2) Was sehen Sie als Hauptproblem für erhöhte Druckbelastungen beim Reiten:

Ausbildungsstand ◻
falscher Sitz ◻
ungewohnte Belastung ◻
Qualität des verwendeten Sattels ◻
Passgenauigkeit des Sattels ◻
zu harte Sitzfläche ◻
zu schmale Sitzfläche im Gesäßbereich ◻
zu breite Taille des Sattels ◻
anatomische Unterschiede zwischen Mann und Frau ◻
(Form des Beckens sowie Beeinträchtigung des Schambeins durch den Vorderzwiesel)
ungünstig verlaufende Nähte und Übergänge am Sattel ◻
ungünstige Nähte an Reithosen ◻
ungeeignete Unterwäsche ◻

5. Auswertung
a) Was wünschen Sie sich von einem Sattel in der Zukunft?/ Allgemeine Verbesserungsvorschläge:
b) Möchten Sie über die Ergebnisse unserer Umfrage, sowie bei neuen Studienerfolgen per E-Mail informiert werden: ja □ nein □

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anlage 2: Fragebogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“

Protokoll-Nr.:

Bild-Nr.:

Bewertungsbogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“

Messsequenzen

Grundsitz

Sequenz	Gangart	Linie	Gemessen	Sequenz-Nr.
seq. 1	Schritt	gerade aus		
seq. 2	Schritt	Wendung links		
seq. 3	Schritt	Wendung rechts		
seq. 4	Leichttrab	gerade aus		
seq. 5	Leichttrab	Wendung links		
seq. 6	Leichttrab	Wendung rechts		
seq. 7	Trab	gerade aus		
seq. 8	Trab	Wendung links		
seq. 9	Trab	Wendung rechts		
seq. 10	Galopp	gerade aus		
seq. 11	Galopp	Wendung links		
seq. 12	Galopp	Wendung rechts		

Entlastungssitz

seq. 13	Galopp	gerade aus		
seq. 14	Galopp	Wendung links		
seq. 15	Galopp	Wendung rechts		

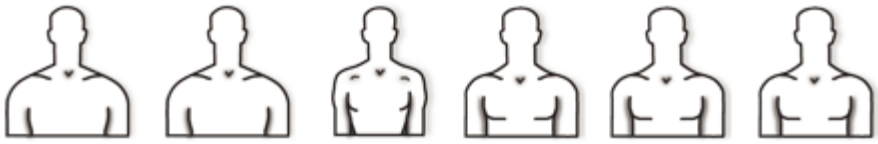
Springen

seq. 16	Steilsprung 80cm	gerade aus		
seq. 17	Steilsprung 100cm	gerade aus		
seq. 18	Steilsprung 120cm	gerade aus		

2. Einschätzungen zur Person

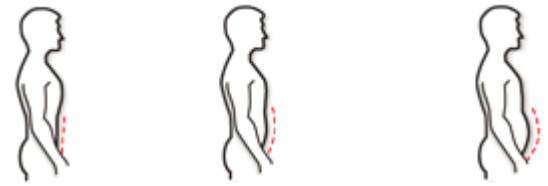
b) Allgemeine Angaben

1) Körperform



Korpulent	Leicht Korpulent	Schlank	Normal	Muskulös	Schlank Muskulös
☐	☐	☐	☐	☐	☐

2) Bauchform



Schlank	Normal	Flache Brust starker Bauch
☐	☐	☐

3) Rückenform

Gerade	Normal	Abfallend
☐	☐	☐

b) Wie würden Sie den Umgang mit ihrem Pferd selbst einschätzen

(Bitte Wählen Sie die Passende Antwort von 1= wenig bis 6= sehr)

1) Vertrauen zum Pferd	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐
2) Sicherheit im Umgang mit Pferden	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐
3) Autorität gegenüber dem Pferd	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐

d) <u>Leistungseinschätzung:</u>	
1) Losgelassener Sitz	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
2) Mitgehen in der Bewegung	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
3) Gleichgewicht	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
4) Schulter- Gesäß- Absatz	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
5) Ellenbogen- Handgelenk- Pferdemaul	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
6) Rückenlinie	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
7) Festes Fundament*	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
8) Mitgehen am Sprung*	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
2. <u>Einschätzungen zum Pferd:</u>	
a) Ausbildungsstand des betrachteten Pferdes:	
1) Erfüllung der gestellten Anforderungen:	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
2) Bemerkungen zum betrachteten Pferd:	
3. <u>Einschätzungen zum Sattel</u>	
1) Bügellänge	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
2) Unterstützung des Reiters durch den Sattel	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
3) Übereinstimmung des Schwerpunktes	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
4) Polsterung der Sitzfläche	1 □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 □ 6 □
5) Bemerkungen	

Anlage 3: Bewertungsbogen zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“

Protokoll-Nr.:

Persönliche Angaben zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“

3.	**Angaben zu Ihrer Person**	
c)	Allgemeine Angaben	
1)	Anrede: Frau □	Herr □
2)	Name:	Vorname:
3)	Anschrift:	
4)	E-Mail:	
5)	Telefon.:	

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anlage 4: Persönliche Angaben zum Projekt „Gemeinsam zum besseren Sattel“