

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Institut für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin
(Stv. Leitung / Stv. Departmentsprecherin Priv.-Doz. Dr.med.vet. Ulrike Auer)

**PILOT-Studie zur Schmerzerkennung beim Pferd anhand
der Position von Pferden in der Box im Verlauf von 24
Stunden**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Orietta Rother

Wien, im Oktober 2020

Betreuerin:

Priv.-Doz. Dr.med.vet. Ulrike Auer

Abteilung für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin

Veterinärmedizinische Universität Wien

Begutachterin:

Prof. Dr. Jessika-M. Cavalleri

Universitätsklinik für Pferde, Klinische Abteilung für Interne Medizin Pferd

Veterinärmedizinische Universität Wien

Abkürzungsverzeichnis:

IASP: International Association for the Study of Pain

CPS: Composite pain scale

NRS: Numerical rating scale of behavior

CMPS: Composite measure pain scale

PASPAS: Post abdominal surgery pain assessment scale

EPS: Equine pain scale

HGS: Horse Grimace scale

EQUUS-FAP: Equus-Facial Assessment of Pain

CSV: Comma separated values

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturübersicht	2
2.1. Schmerzerkennung beim Pferd.....	2
2.2. Verhalten bei Schmerz	3
2.3. Zusammengesetzte multifaktorielle Schmerzskalen	5
3. Material und Methode	10
3.1. Material	10
3.2. Methode	10
3.3. Statistische Auswertung	14
4. Ergebnisse	15
4.1. Videomaterial.....	15
4.2. Lokalisation des Kopfes	16
4.3. Verteilung in der Box	22
4.4. Verteilung in der Box in Abhängigkeit der Zeitfenster	27
5. Diskussion	30
6. Zusammenfassung	35
6.1. Inhalt der Arbeit	35
6.2. Material und Methode.....	35
6.3. Ergebnisse.....	35
7. Extended Summary	36
7.1. Content of the present study	36
7.2. Material and methods	36
7.3. Results	36
8. Literaturverzeichnis	37
9. Abbildungsverzeichnis	40
10. Tabellenverzeichnis	42
11. Anhang	43

1. Einleitung und Fragestellung

Schmerzerkennung ist ein wichtiger Bestandteil des Tierschutzes und trägt erheblich zum Therapieerfolg bei (Sellon et al. 2004). In den letzten Jahren wurden einige Studien zur Schmerzerkennung beim Pferd durchgeführt. Das Feststellen von Verhaltensveränderungen hat sich als die aussagekräftigste und einfachste Methode zur Schmerzerkennung beim Pferd herausgestellt (Graubner et al. 2011, Price et al. 2003). Dabei sind Bewegung, Interaktion mit der Umgebung, Lokalisation in der Box und Futteraufnahme einige der aussagekräftigsten Parameter (Gleerup und Lindegaard 2016, Graubner et al. 2011, Pritchett et al. 2003). Ein schmerzhaftes Pferd steht vermehrt im hinteren Teil der Box mit dem Kopf zur Wand, zeigt ein vermindertes Interesse an seiner Umgebung, eine verminderte Bewegungslust und eine verminderte Futteraufnahme (Jones et al. 2007, Price et al. 2003, Pritchett et al. 2003).

Die bereits entwickelten Methoden zur Schmerzerkennung beim Pferd beschränken sich auf multifaktorielle zusammengesetzte Schmerzskaleten. Diese liefern gute Ergebnisse, allerdings sind diese von der Wahrnehmung, Präsenz und Zeit des Beobachters abhängig. Dies könnte durch eine Auswertung mittels automatischer Videoanalyse verbessert werden. Das Verhalten des Pferdes könnte dadurch ohne Einfluss des Beobachters über einen längeren Zeitraum ausgewertet werden. Eine videogestützte Detektion der Lokalisation des Kopfes von Pferden in der Box könnte eine optimale Methode für die Schmerzerkennung beim Pferd sein. Wichtig dabei ist Videos über einen längeren Verlauf auszuwerten, um eine quantitative Aussage der Verhaltensveränderungen treffen zu können (Price et al. 2003). Anhand der quantitativen Auswertung der Lokalisation des Pferdes in der Box könnten sich auch Rückschlüsse über die Bewegung, die Futteraufnahme und die Interaktion mit der Umgebung des Pferdes treffen lassen.

Die durchgeführte Studie hat das Ziel zu prüfen, ob die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box aus Videomaterial zu detektieren ist. Des Weiteren, ob gewisse Bewegungsmuster, wie vermehrtes, im vorderen oder im hinteren Teil der Box Stehen zu erkennen sind. Die Ergebnisse aus dieser Pilotstudie werden als Planungsgrundlage für eine spätere geplante Studie dienen, die Aussage darüber treffen wird, in welchem Ausmaß die Lokalisation des Kopfes in der Box zuverlässige Informationen zum Schmerzverlauf des Pferdes liefert. Die Aussage könnte des Weiteren im späteren Verlauf zu einer Entwicklung einer Software zur Schmerzerkennung mittels der untersuchten Methode helfen.

2. Literaturübersicht

2.1. Schmerzerkennung beim Pferd

Schmerz ist nach der Definition der „International Association for the Study of Pain“ (IASP) eine unangenehme Empfindung und ein emotionales Erlebnis, das mit aktuellen oder potentiellen Gewebeschäden einhergeht (Merskey and Bogduk, 1994). Diese Definition wurde von Molony und Kent 1997 für Tiere adaptiert und lautet: „Das Tier empfindet einen Schmerz als ein unangenehmes sensorisches und emotionales Erlebnis, welches das Tier auf eine Verletzung oder eine mögliche Gewebeschädigung aufmerksam macht. Der Schmerz verändert die Physiologie und das Verhalten des Tieres, um die Gewebeschädigung zu verringern oder zu verhindern und um die Wahrscheinlichkeit des Wiederauftretens zu reduzieren und die Heilung zu fördern“. Aus Tierschutz Gründen und für den Erfolg der Therapie ist eine Schmerzerkennung absolut notwendig (Sellon et al. 2004).

Die Schmerzerkennung beim Pferd stellt eine besondere Herausforderung dar. Durch sein Verhalten als Fluchttier und Beutetier liegt es in dessen Natur, den Schmerz für außenstehende zu verbergen (Taylor et al. 2002). Der Ausdruck von Schmerz variiert, abhängig von der Art des Schmerzes (viszeral, somatisch, akut, chronisch), der Rasse, der individuellen Empfindung, der Umgebung und dem Einfluss von Medikamenten (Flecknell und Waterman-Pearson 2000). Eine ideale Methode zur Schmerzerkennung beim Pferd sollte Informationen über Stärke, Frequenz und Typ des Schmerzes liefern und darüber hinaus möglichst unabhängig von der Fähigkeit des Beobachters und dessen Fehleinschätzung sein (Ashley et al. 2005). Zusätzlich sollten die erhaltenen Werte vergleichbar und konstant sein (Bussières et al. 2007). Für die klinische Anwendung ist es wichtig, eine Methode zu finden die sich leicht und mit wenig Aufwand in den Klinikalltag einbringen lässt (Gleerup und Lindegaard 2016). Diese unterschiedlichen Anforderungen stellen eine Schwierigkeit dar, eine übergreifende Methode zu finden.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Studien verwendeten hauptsächlich Veränderungen der physiologische Parameter, des Verhaltens und der Blutparameter zur Schmerzerkennung und bezogen sich auf unterschiedliche Arten von Schmerz. Blutparameter, wie erhöhte Blutcortisolwerte oder Blut- β -Endorphinwerte, liefern zuverlässige Ergebnisse (Pritchett et al. 2003, Raekallio et al. 1997). Die Messung ist aber mit einem vermehrten Aufwand verbunden und liefert nur retrospektiv Informationen über den Schmerzverlauf. In den meisten Fällen liefern physiologische Parameter, wie Herzfrequenz, Atemfrequenz und Körpertemperatur keine zuverlässigen Aussagen über die Schmerzhaftigkeit beim Pferd (Bussières et al. 2007,

Graubner et al. 2011, Price et al. 2003, Raekallio et al. 1997). Bussières et al. 2007 stellte lediglich fest, dass der nicht invasive Blutdruck ein sehr spezifischer und sensitiver Parameter zur Erkennung von orthopädischem Schmerz ist. Somit ist das Feststellen von Verhaltensveränderungen die aussagekräftigste und einfachste Methode. Für die Beurteilung von Schmerzhaftigkeit anhand des Verhaltens ist es fundamental zu wissen, wie sich ein nichtschmerzhaftes Pferd verhält. Ein nicht schmerzhaftes Pferd, welches in Boxenhaltung gehalten wird, ist die meiste Zeit mit Fressen, Trinken, Dösen, Beobachtung und Erkundung seiner Umgebung beschäftigt, dabei steht es vermehrt im vorderen Teil der Box, mit dem Kopf zur Tür (Price et al. 2003, Pritchett et al. 2003). Ein Aufhalten im vorderen Teil der Box ermöglicht dem Pferd die Beobachtung der Aktivitäten im Stall und die Kontaktaufnahme zu Nachbarpferden oder Menschen (Price et al. 2003, Pritchett et al. 2003). Das Heufressen beträgt 50-70 % der Zeit, wenn dieses ad libitum zur Verfügung steht (Sweeting et al. 1985). Bei angehobenem Kopf befindet sich dieser oberhalb des Widerristes, die Ohren zeigen ein aktives Ohrspiel oder sind beim Dösen leicht zurückgelegt, und die Gesichtsmuskulatur ist entspannt (Gleerup und Lindegaard 2016).

2.2. Verhalten bei Schmerz

Verhaltensver nderung bei Schmerz werden oft einer bestimmten Art und Grad von Schmerz zugeordnet, darauf lässt sich in einigen Fällen auch auf die Lokalisation des Schmerzes schließen (Ashley et al. 2005). Orthop adischer Schmerz äußert sich mit einer verminderten Bewegungslust und Entlastung der erkrankten, schmerzhaften Gliedmaße. Schmerz im Verlauf einer Kolik äußert sich in den meisten Fällen mit Scharren, zur Flanke umschauen, gegen das Abdomen treten, Lautäußerungen und Wälzen. Unruhe, Ängstlichkeit und Rastlosigkeit sind Anzeichen für einen akuten Schmerz, hingegen sind Niedergeschlagenheit und ein tiefer hängender Kopf meist Anzeichen für chronischen Schmerz (Ashley et al. 2005). Ein aggressives Verhalten wird auch in Verbindung mit Schmerz gebracht. Die instinktive Reaktion auf Schmerz für das Pferd als Fluchttier ist Flucht, ist dies allerdings nicht möglich, stellt sich aggressives Verhalten gegenüber der Schmerzquelle oder der Bedrohung als die einzige mögliche Reaktion dar (Ashley et al. 2005). Diese Reaktion kann bei der Lokalisation der schmerzhaften Stelle mittels Palpation behilflich sein. Als Schmerzarten übergreifende Verhaltensveränderungen wurden Unruhe oder Depression mit verminderter Bewegungslust, verminderte Fresslust und vermindertes Interesse an der Umgebung beobachtet (Price et al.

2003, Pritchett et al. 2003). Price et al. 2003 stellte postoperativ bei Pferden nach einer Arthroskopie fest, dass schmerzhaftes Pferde vermehrte Unruhe (vermindertes Liegeverhalten), verminderte Bewegungslust, ein vermindertes Erkundungsverhalten zeigen und vermehrt im hinteren Teil der Box mit dem Kopf zur Wand stehen. Jones et al. 2007 belegte ebenfalls in einer Studie bei Pferden mit Hufrehe, dass schmerzhaftes Pferde vermehrt im hinteren Teil der Box stehen. Ein vermindertes Interesse an der Umgebung äußert sich mit einem Zurückziehen des Pferdes in den hinteren Teil der Box. Pritchett et al. 2003 stellte in einer Studie mit Pferden, die einer Laparotomie unterzogen wurden, fest, dass postoperativ die Reaktion auf äußere Einflüsse und die Bewegungslust bei den Pferden deutlich abnimmt. Eine Erklärung für die genannten Verhaltensveränderungen könnte sein, dass Schmerz eine emotionale Erfahrung ist, welche zu Depression und sozialer Isolation führt (Molony und Kent 1997). Veränderungen in der Kopfhalshaltung, Position der Ohren und des Gesichtsausdruckes des Pferdes können ebenfalls Aussagen über den Schmerzzustand liefern. Ein schmerzhaftes Pferd zeigt einen herabgesenkten Kopf und Ohren, einen starren Blick, erweiterte Nüstern, tieferhängende Augenlider, angespannte Lippen und eine insgesamt Anspannung der Gesichtsmuskulatur. Die genannten Veränderungen der Gesichtsmuskulatur wurden von AutorInnen als Schmerzgesicht, sogenanntes „equine pain face“, bezeichnet (Dalla Costa et al. 2016, Gleerup et al. 2015, van Loon und van Dierendonck 2015).

Zusammenfassend sind Vorhandensein eines Schmerzgesichtes („equine pain face“), Lokalisation in der Box, Körperhaltung, Kopfhaltung, Aufmerksamkeit auf die schmerzhaftes Stelle, Interaktion mit der Umgebung und Reaktion auf Futter die aussagekräftigsten Verhaltensveränderungen, um übergreifend Schmerz beim Pferd festzustellen (Gleerup und Lindegaard 2016).

2.3. Zusammengesetzte multifaktorielle Schmerzskalen

In den letzten Jahren haben sich vor allem zusammengesetzte multifaktorielle Schmerzskalen zur Schmerzerkennung beim Pferd etabliert. Diese geben einen umfassenden Eindruck über das Schmerzgeschehen, indem sie verschiedene Komponenten aus Verhaltensveränderungen, physiologischen Parametern und Veränderungen der mimischen Muskulatur kombinieren.

Im Folgenden ist eine Übersicht über die bisher entwickelten zusammengesetzten multifaktoriellen Schmerzskalen der letzten Jahre, die sich vor allem an drei davon orientieren. Die sogenannte „composite pain scale“ (CPS) kombiniert die Beobachtung von Verhaltensveränderungen und das Erfassen von physiologischen Parametern (Bussières et al. 2007). Die „numerical rating scale“ (NRS) nimmt nur Bezug auf Verhaltensveränderungen des Pferdes (Pritchett et al. 2003). Das „equine pain face“ oder das „Horse Grimace Scale“ (HGS) erfassen Veränderungen in der mimischen Muskulatur des Pferdes (Dalla Costa et al. 2014, Glerup et al. 2015).

Die CPS wurde erstmals von Bussières et al 2007 in einer Studie für Pferde mit akuten orthopädischen Schmerzen entworfen. Diese erfasst physiologische Parameter (Herzfrequenz, Atemfrequenz, Körpertemperatur, Darmperistaltik), Ansprechen auf Behandlung (Interaktion mit der Umwelt, Schmerzhaftigkeit bei Palpation der Läsion) und Verhalten (Allgemeinverhalten, Schwitzen, gegen das Abdomen treten, Scharren, Körperhaltung, Kopfbewegung, Futteraufnahme). Die einzelnen Punkte werden in einem Schema im Detail beschrieben und ermöglichen den Beobachtenden eine Graduierung von null bis drei. Die einzelnen Werte werden addiert und ermöglichen so eine Einschätzung der Schmerzhaftigkeit des Pferdes. Der maximal zu erreichende Wert ist 39 und gibt somit die höchste Schmerzstufe an.

Van Loon et al. 2010 stellte fest, dass die von Bussières entwickelte CPS auch für Pferde mit viszeralem Schmerz anwendbar ist und entwickelte auf dessen Grundlage in einer weiteren Studie, eine für akuten Kolikschmerz spezifische CPS, sogenanntes „Equus-Compass“ (van Loon und van Dierendonck 2015). In dem „Equus Compass“ wurden Punkte, die beim akuten Koliker nicht anzuwenden sind, gestrichen und Verhaltenspunkte, die beim akuten Koliker oft beobachtet werden, hinzugefügt (van Loon und van Dierendonck 2015).

Pritchett et al. 2003 entwickelte die „numerical rating scale of behaviour“ (NRS) zur postoperativen Schmerzerkennung beim Pferd nach einer Kolik Operation. NRS bezieht sich

auf Verhaltenspunkte wie Allgemeines Schmerzverhalten (Schwitzen, Scharren etc.), Position des Kopfes und der Ohren, Lokalisation in der Box, Bewegung, Reaktion auf externe Stimuli, Reaktion auf Futter und Toleranz gegenüber Hochheben eines Beines. Die einzelnen Punkte werden im Schema beschrieben und ermöglichen dem Beobachter eine Graduierung von eins bis vier. Die Werte der einzelnen Punkte werden dann addiert und unterteilt in „posture scores“ und „socialization scores“. Verminderte Bewegung ist der aussagekräftigste Parameter der Verhaltenspunkte zum Detektieren postoperativen Schmerzes.

Die NRS adaptierte Lindegaard et al. 2010 zur „composite measure pain scale“ (CMPS) für Pferde mit Synovitis. Die CMPS besteht aus sechs Verhaltenspunkten, die sich auf Belastung der Gliedmaßen, Position des Kopfes, Lokalisation des Pferdes in der Box, Reaktion auf das Öffnen der Boxentüre und auf die Anwesenheit des Beobachters/der Beobachterin beziehen. Diesen Punkten kann wiederum ein Wert von null bis vier zugeteilt werden. Anhand der Summe lässt sich die Schmerzhaftigkeit einschätzen. Die Schmerzsкала ist einfach und schnell in der Anwendung (ca. eine Minute), allerdings zeigte sie bei milden Schmerzausprägungen eine geringe Sensitivität.

Graubner et al. 2011 entwickelte ebenfalls auf Grundlage von Pritchetts NRS eine „post abdominal surgery pain assesment scale“ (PASPAS) für Pferde, die einer Laparoskopie unterzogen worden waren. PASPAS erfasst sowohl Verhaltensveränderungen als auch physiologische Parameter. Diesen kann ein Wert von null bis drei zugeteilt werden und ergibt bei dem Erreichen von 30 die maximale Schmerzhaftigkeit. Die Studie bestätigte, dass physiologische Parameter keine (Atemfrequenz) oder nur eine schwache (Herzfrequenz) Aussagekraft in Bezug auf Schmerz beim Pferd haben. Hingegen haben Verhaltenspunkte wie allgemeines Verhalten, Körperhaltung und Reaktion auf Futter eine sehr gute Aussagekraft. Auf Grund dessen lässt sich schließen, dass ein Ausschließen von physiologischen Parametern bessere Ergebnisse für die Schmerzerkennung liefern (Graubner et al. 2011).

Gleerup und Lindegaard 2016 stellten in einer „equine pain scale“ (EPS) alle Verhaltenspunkten, die sich in vorherigen Studien als besonders Aussagekräftig ergeben hatten, zusammen. Die Punkte beziehen sich auf das Vorhandensein eines Schmerzgesichtes („equine pain face“), Lokalisation in der Box, Körperhaltung, Kopfhaltung, Aufmerksamkeit auf die schmerzhaftige Stelle, Interaktion mit der Umgebung und Reaktion auf Futter.

In einer weiteren Studie stellte Gleerup nach dem Induzieren von Schmerz bestimmte mimische Veränderungen, wie tiefhängende Augenlider, Winkelung der Augenform;

asymmetrische Ohren; starrer Blick; mediolateral erweiterte Nüstern; angespannte Lippen und Gesichtsmuskulatur bei den Pferden fest (Gleerup et al. 2015). Das festgestellte „equine pain face“ kann ebenfalls der Schmerzerkennung dienen (Gleerup et al. 2015).

Dalla Costa entwickelte in zwei Studien das HGS welches zur Schmerzerkennung Merkmale der mimischen Muskulatur beinhaltet. Die Merkmale beziehen sich auf den Blick, die Stellung der Ohren, die Spannung der Muskulatur um die Augen, der Kaumuskulatur, der Nüstern und der Maulgegend. Der Beobachter/die Beobachterin muss eine Minute lang das Pferd beobachten und stuft die genannten Merkmale in einer Skala von null bis zwei ein, dabei gilt null als „nicht präsent“, eins als moderat präsent“ und zwei als „offensichtlich präsent“. Bei der ersten Studie verwendete die Autorin Pferde nach einer Kastration und bei der zweiten Pferde mit Hufrehe (Dalla Costa et al. 2014, Dalla Costa et al. 2016). In beiden Fällen stimmten die Ergebnisse mit Ergebnissen aus einer anderen Schmerzerkennungsmethode überein.

Van Loon und van Dierendonck verwendeten ebenfalls das Schmerzgesicht zum Nachweis von Schmerzen bei Pferden mit akutem Kolikschmerz. Dafür erstellten die Autorinnen ein Schema mit neun Merkmalen für die mimische Muskulatur, sogenanntes „equus-facial assessment of pain“ (EQUUS-FAB). Die Merkmale beinhalten Kopfbewegung, Form der Augenlider, Aufmerksamkeit gegenüber der Umgebung, Nüster, Lippen, Kopfmuskulatur, Flehmen/Gähnen, Zähneknirschen, Position der Ohren. Diese werden wie beim HGS auch je nach Ausprägung mit null bis zwei eingestuft (van Loon und van Dierendonck 2015). Das EQUUS-FAB ist ebenfalls bei der Erkennung von Schmerzen im Kopfbereich (akut oder postoperativ) anzuwenden (van Loon und van Dierendonck 2017).

Zusammenfassend bieten die Methoden zusammengesetzter multifaktorieller Schmerzskalen eine kostengünstige und einfache Einschätzung. Die Komplexität der Skalen bietet eine Hilfestellung beim Treffen von klinischen Entscheidungen. Die CPS und der Equus Compass sind allerdings mit einem gewissen Zeitaufwand für den Beobachter verbunden. Der Zeitaufwand beträgt ca. acht bis zehn Minuten und es ist fragwürdig, ob die Anwendung in einem hektischen Kliniktag realisierbar ist. Die NRS bietet eine schnellere und einfachere Methode als die der CPS, weil diese sich nur auf Verhaltensveränderungen bezieht. Der Zeitaufwand beträgt dann ca. drei bis vier Minuten. Die Einstufung des Schmerzgesichtes ist einfach und schnell in der Anwendung (Zeitaufwand ca. ein bis zwei Minuten). Allerdings benötigt der Beobachter/die Beobachterin etwas Übung für die richtige Einschätzung der Mimik.

Bei allen genannten Methoden ist das Einschätzen der Schmerzhaftigkeit abhängig von der Fähigkeit des Beobachters. Die Ergebnisse könnten durch die unterschiedliche Wahrnehmung von Beobachtenden zu Beobachtenden variieren, auch wenn in den verschiedenen Studien eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse bei unterschiedlichen BeobachterInnen bewiesen wurde (Bussières et al. 2007, Dalla Costa et al. 2014, Dalla Costa et al. 2016, Graubner et al. 2011, Lindegaard et al. 2010, van Loon und van Dierendonck 2015, 2017). Dennoch kann das Verhalten des Pferdes durch die Anwesenheit des Beobachters in seinem Verhalten beeinflusst werden. Außerdem spiegelt die Beobachtung nur einen kurzen beobachteten Zeitabschnitt im Schmerzverlauf wider.

Tab. 1: Übersicht über die oben genannten zusammengesetzten Schmerzskaleten

Methodel	Referenz	Schmerzart	Kategorien	Zeitaufwand	Ergebnisse
CPS , „composite pain scale“	Bussières et al. 2007	Akuter Orthopädischer Schmerz	4 physiologische Parameter, Therapieerfolg-, Verhaltensparameter	7-8 Minuten	Physiologische Parameter nicht aussagekräftig, am Aussagekräftigsten: Palpation der Läsion, gegen das Abdomen treten, Scharren, Körperhaltung, Kopfbewegung Nach van Loon et al. 2010 auch bei viszeralen Schmerz anwendbar
Equus-Compass (nach Bussières et al. 2007 modifiziert)	van Loon und van Dierendonck 2015	Kolikschmerz (akut), viszeraler Schmerz	4 physiologische Parameter, 10 Verhaltensparameter (in Bezug auf Kolik)	7-8 Minuten	Am Aussagekräftigsten: Peristaltik, Körperhaltung, Schwitzen, Reaktion auf den Beobachter, Palpation der Flanke
NRS , „numerical rating scale“	Pritchett et al. 2003	Post operativer Schmerz nach einer Kolikoperation	8 Verhaltensparameter, 1 Mimikparameter	3-4 Minuten	Am Aussagekräftigsten: verminderte Bewegung
CMPS , „composite measure pain scale“ (nach Pritchett et al. 2003 modifiziert)	Lindegaard et al. 2010	Schmerz bei induzierter Synovitis	7 Verhaltensparameter	1 Minuten	Einfach und schnell in der Anwendung; geringe Sensitivität bei mildem Schmerz
PASPAS , „post abdominal surgery pain assesment scale“ (nach Pritchett et al. 2003 modifiziert)	Graubner et al. 2011	Post operativer Schmerz nach einer Laparoskopie (somatischer und viszeraler Schmerz)	4 physiologische Parameter, Verhaltensparameter		Physiologische Parameter keine/wenig Aussagekraft, am Aussagekräftigsten: allgemeines Verhalten, Körperhaltung und Reaktion auf Futter
EPS , „equine pain scale“	Gleerup und Lindegaard 2016	experimenteller Schmerz (Druckmanschette, Capsicain)	8 Verhaltensparameter, 1 Mimikparameter (Zusammensetzung der am aussagekräftigsten Parameter aus vorherigen Studien)	3-4 Minuten	Physiologische Parameter wurden bewusst ausgeschlossen und sollten nicht Teil der Schmerzerkennung sein
Equine pain face	Gleerup et al. 2015	Induzierter Schmerz	7 Mimikparameter	1-2 Minuten	Typische Veränderungen der mimischen Muskulatur sind ein Ausdruck von Schmerz
HGS , „Horse Grimace scale“	Dalla Costa et al. 2014, Dalla Costa et al. 2016	Postoperativer Kastrationsschmerz Hufreheschmerz	6 Mimikparameter	1 Minuten	Einfach und schnell in der Anwendung
Equus – FAP , „Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain“	van Loon und van Dierendonck 2015, 2017	Kolikschmerz (akut), viszeraler Schmerz, Schmerzen im Kopfbereich	9 Mimikparameter	1-2 Minuten	Hilfreich beim akuten Koliker auch anwendbar bei Pferden mit akuten oder postoperativen Schmerzen im Kopfbereich

3. Material und Methode

3.1. Material

Für die Studie wurden acht in stationärer Behandlung befindliche Pferde an der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von Dezember 2018 bis März 2019, unabhängig von Alter, Rasse, Krankengeschichte, Behandlungsgrund oder Schmerzhaftigkeit, ausgewählt. Jedes Pferd wurde über 24 Stunden in dessen Box gefilmt. Die Aufnahmen erfolgten mittels einer an den oberen Ecken der Box befestigten GoPro Kamera und dessen Zeitrafferaufnahmefunktion („time lapse video recording“). Heu und Futtertrog befanden sich immer in einer der vorderen Ecken der Box, die Tränke war immer in einer der hinteren Ecken der Box platziert (siehe Abb. 3). Eine Bildverarbeitungs- und Tracking-Software (Loopy® Neural Network, Kritzendorf, Österreich) wurde verwendet, um aus den Aufnahmen die Lokalisation des Kopfes des Pferdes zu bestimmen. Die Nachtstunden ohne Licht wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, da eine Analyse mit der Software nicht möglich war (siehe Tab. 2).

3.2. Methode

Für eine umfassende Sicht auf die Box wurde die Kamera an eine der oberen Ecken der Box befestigt (siehe Abb. 1). Die Aufnahmen über einen Verlauf von 24 Stunden erfolgte gestückelt in vier bis fünf Videoaufnahmen pro Pferd. Die Zeitrafferaufnahmefunktion (2 Bilder pro Sekunde) wurde so eingestellt, dass eine Sekunde Zeitraffervideo aus 30 aufgenommenen Bildern besteht. Bei einer Aufnahmelänge von vier Stunden je File entsteht dabei ein Zeitraffervideo von 11,52 Minuten (eine Sekunde Zeitraffervideo entspricht 20 Sekunden in Echtzeit).

Die aufgenommenen Videos wurden in die Loopy® Software hochgeladen. Mit der Funktion „body part tracking“ wurden am Pferdekörper in den Videos automatisiert rechtes Ohr, linkes Ohr und Nase markiert und die Koordinaten für die Punkte, als X und Y angegeben. Die Achsen beginnen dabei mit jeweils $X = 0$ und $Y = 0$ am linken unteren Rand des Bildes (siehe Abb. 1).

Die erhaltenen X und Y Werte für die jeweiligen Punkte wurden als „comma separated values“ (CSV) Datei abgespeichert und mit Excel weiterbearbeitet. Aus den X und Y Werten für rechtes

Ohr, linkes Ohr und Nase wurden der jeweilige Mittelwert berechnet und als x- und y-Kopf zusammengefasst.

In weiterer Folge wurde fortlaufend für 30 x- und y-Kopf Werte jeweils der Mittelwert berechnet. Diese Mittelwerte ergaben eine Zeitperiode von 20 Sekunden in Echtzeit. Anschließend wurden die Koordinaten für den Mittelpunkt der Box ermittelt, indem mit $x_k = 720$, $y_k = 523$ und mit den Formeln „x-Kopf – x_k “ und „y-Kopf – y_k “ die Punkte in Relation zum Mittelpunkt der Box berechnet wurden (siehe Abb. 4).

Der Verlauf der Lokalisation des Kopfes für jede Stunde wurde mit jeweils 180 der ermittelten Koordinaten, welche einer Zeitspanne von 60 Minuten in Echtzeit entsprechen, in Punktdiagrammen dargestellt. Punktdiagramme für den gesamten Zeitverlauf der Lokalisation des Kopfes wurden ebenfalls für jedes Video erstellt (siehe Abb. 5-9 und 10-14). Für die Berechnung der prozentualen Verteilung für den vorderen Teil und hinteren Teil der Box wurde in die Punktdiagramme zusätzliche eine Trennlinie eingefügt (siehe Abb. 10-14).

Aus den Videos wurden die Bereiche für Futter (Heu oder Kübel mit Futter), Tränke und Ruhe (Stellen, wo Pferd vermehrt mit abgesenkten Kopfsteht) entnommen (siehe Abb. 6 und 7). Diese wurden im Punktdiagramm mit jeweiliger Farbkennzeichnung dargestellt (siehe Abb. 5-9). Eine dreidimensionale Form für die Box wurde aus Screenshots von den Videos, als reell getreue Vorlage dienend, gezeichnet und in die Punktdiagramme eingefügt (siehe Abb. 4). Zusätzlich wurde an die dreidimensionale Form für die Box eine gestrichelte Linie zur Darstellung der Boxentüre hinzugefügt (siehe Abb. 5-9). Anschließend erfolgte eine genaue Interpretation des Punktdiagrammes und der Lokalisation des Kopfes im Verhältnis zu der Box.



Abb. 1: Kamerabild auf die Box

Kameraposition oben rechts an der Boxentür; Blickwinkel schrägdiagonal; markierte Körperteile gemäß der „body part tracking“ Funktion von Loopy®; bildlich dargestellte X- und Y- Achsen (weiße Linien), X=0 und Y=0 links unten im Kamerabild



Abb. 2: Lokalisation des Kopfes bei Ruhen des Pferdes

Gekennzeichneter Bereich (orange) mit der am häufigsten aus den Videos beobachteten Lokalisation des Kopfes bei Ruhestellung des Pferdes.



Abb. 3: Futter- und Tränkenstellen in der Box
Gekennzeichnete Futterstelle mit Heu (grün) und Tränkenstelle (schwarz).

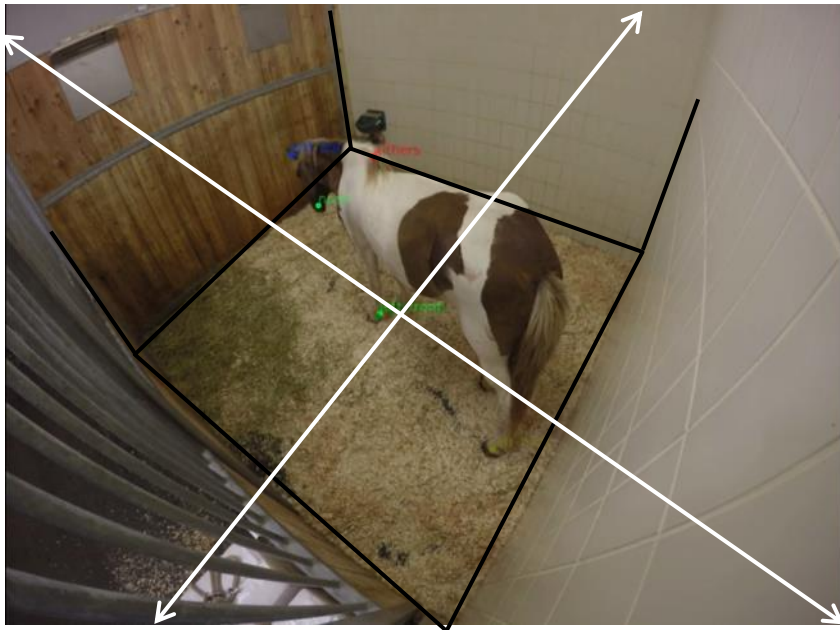


Abb. 4: Dreidimensionale Kontur der Box
Aus dem Kamerabild entnommene dreidimensionale Form zur Darstellung der Box (schwarze Kontur); bildlich dargestellte X- und Y- Achsen, nachdem die X- und Y- Werte in Relation zum Mittelpunkt der Box gesetzt wurden (weiße Linien).

3.3. Statistische Auswertung

Das Statistikprogramm MedCalc Statistical Software Version 19.3.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2020) wurde verwendet, um die prozentualen Anteile für die Lokalisation des Kopfes im vorderen und hinteren Teil der Box zu bestimmen.

Die Anteile wurden für jedes Video und Pferd ermittelt. Ergänzend wurden die Daten deskriptiv als Mittelwert und Standardabweichung beschrieben. Die Videos wurden nach Aufnahmeuhrzeit in drei Zeitfenster eingeteilt: 1. 5-13 Uhr, 2. 13-21 Uhr, 3. 21-5 Uhr. Für die Zeitfenster wurde die jeweilige Verteilung insgesamt aller Pferde im hinteren und vorderen Teil der Box ermittelt. Ein gepaarter t-test für die Verteilung insgesamt aller Pferde im hinteren und vorderen Teil der Box wurde ebenfalls durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1. Videomaterial

Aus den Aufnahmen über einen Verlauf von 24 Stunden konnten aus 12-19 Stunden Videomaterial pro Pferd die Lokalisation des Kopfes und die dazugehörige prozentuale Verteilung auf den vorderen und hinteren Teil der Box ermittelt werden (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Videomaterial

Übersicht über das ausgewertete Videomaterial in Bezug auf die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box

Pferd	Video	Uhrzeit	Zeitfenster	Ausgewertete Videomateriallänge
1	1	15:36	2	18 h
	2	15:04	2	
	3	07:25	1	
	4	06:35	1	
	5	09:22	1	
2	1	06:33	1	16 h
	2	10:03	1	
	3	14:27	2	
	4	18:24	2	
3	1	17:01	2	12 h
	2	20:59	3	
	3	01:53	3	
	4	05:51	1	
4	1	10:30	1	19 h
	2	14:27	2	
	3	18:24	2	
	4	22:22	3	
	5	09:48	1	
5	1	15:38	2	14 h
	2	19:35	2	
	3	23:32	3	
	4	09:39	1	
6	1	14:42	2	16 h
	2	18:04	2	
	3	22:42	3	
	4	02:44	3	
	5	03:07	3	
7	1	13:46	2	14 h
	2	17:43	2	
	3	21:04	3	
	4	07:25	1	
8	1	17:25	2	16 h 30 min.
	2	21:23	3	
	3	01:20	3	
	4	05:17	1	
	5	09:15	1	

4.2. Lokalisation des Kopfes

Die Detektion der Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box anhand der gewählten Methode ist möglich. In den Videos beobachtete bevorzugte Kopfpositionen sind in den Punktdiagrammen, durch die entsprechende Dichteverteilung wiederzuerkennen. Eine gehäufte Verteilung in den vorher ermittelten Futter-, Ruhe- und Tränkenplätzen wird ersichtlich. Durch die Darstellung der dreidimensionalen Kontur der Box ist die Lokalisation des Kopfes in der Box räumlich vorzustellen (siehe Abb. 5-9).

Durch das Einfügen einer Trennlinie in die Punktdiagramme wurde eine exakte Teilung in einen vorderen und hinteren Teil der Box möglich (siehe Abb. 10-14). Die prozentuale Verteilung für den vorderen und hinteren Teil der Box konnte anschließend durch die Anzahl der Punkte in dem jeweiligen Bereich bestimmt werden.

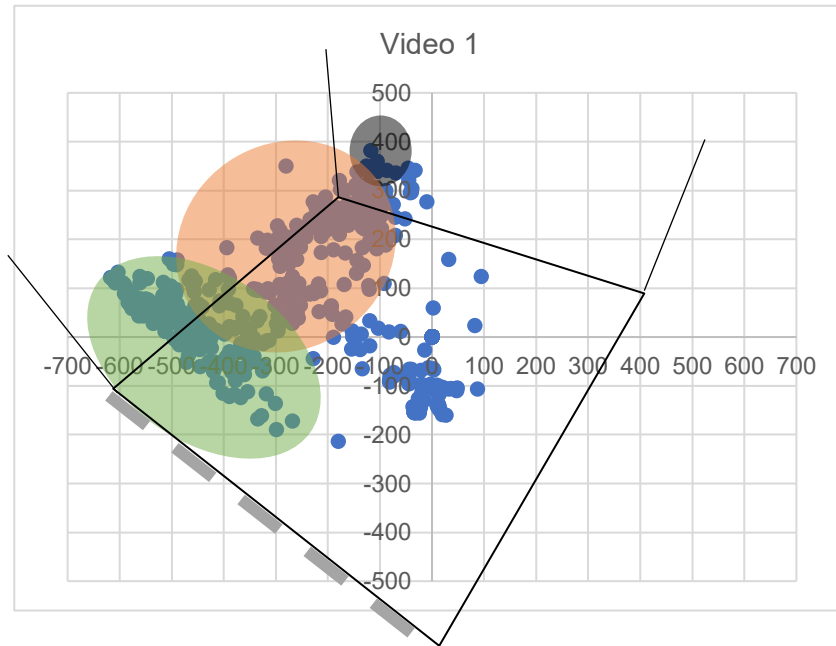


Abb. 5: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 1 von Pferd 6

Punktdiagramm zur Darstellung der Lokalisation des Kopfes von Pferd 6 über den gesamten Zeitverlauf des Videos; dreidimensionale Form zur Darstellung der räumlichen Kontur der Box (schwarze Form) mit eingezeichneter Boxentüre (grau-gestrichelte Linie); farblich gekennzeichnete Lokalisationen des Kopfes bei Ruhestellung (orange), am Futterplatz mit Heu (grün), am Tränkenplatz (schwarz).

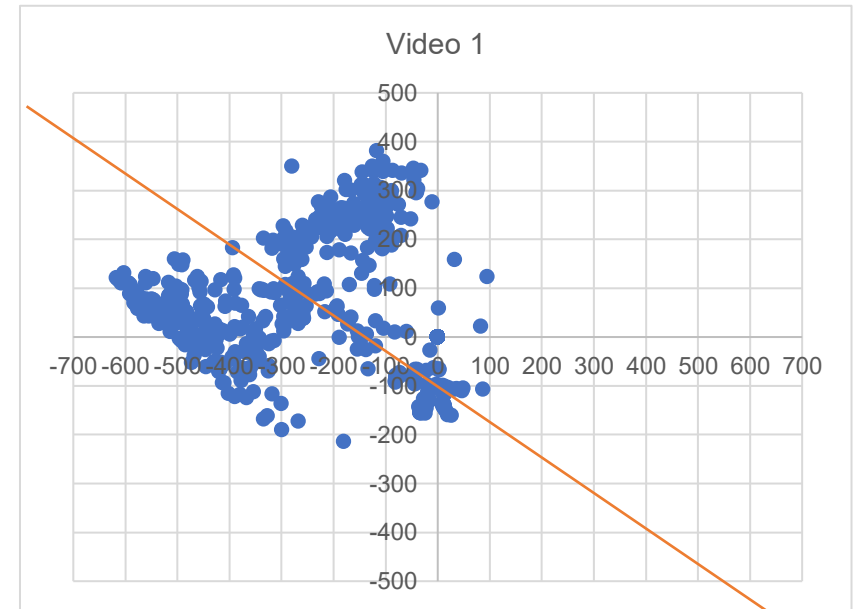


Abb. 10: Punktdiagramm von Video 1 von Pferd 6 mit Trennlinie

Punktdiagramm zeigt den Gesamtverlauf der Lokalisation des Kopfes im Video an; Trennlinie (orange) teilt die Box exakt in einen vorderen und hinteren Teil der Box; Berechnung der prozentualen Verteilung für den vorderen und hinteren Teil der Box anhand der Anzahl der jeweiligen Punkte pro Quadrat bzw. Quadrant.

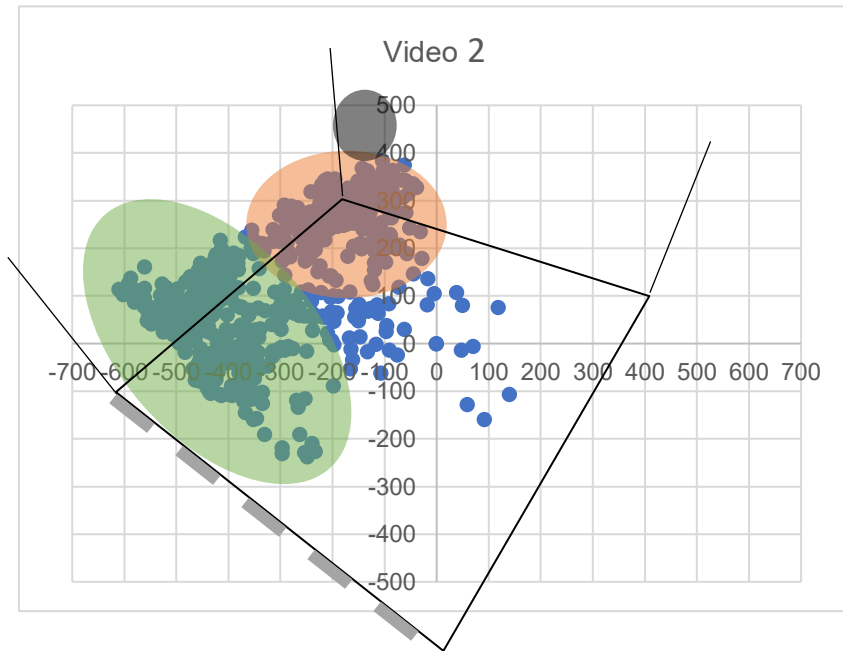


Abb. 6: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 2 für Pferd 6

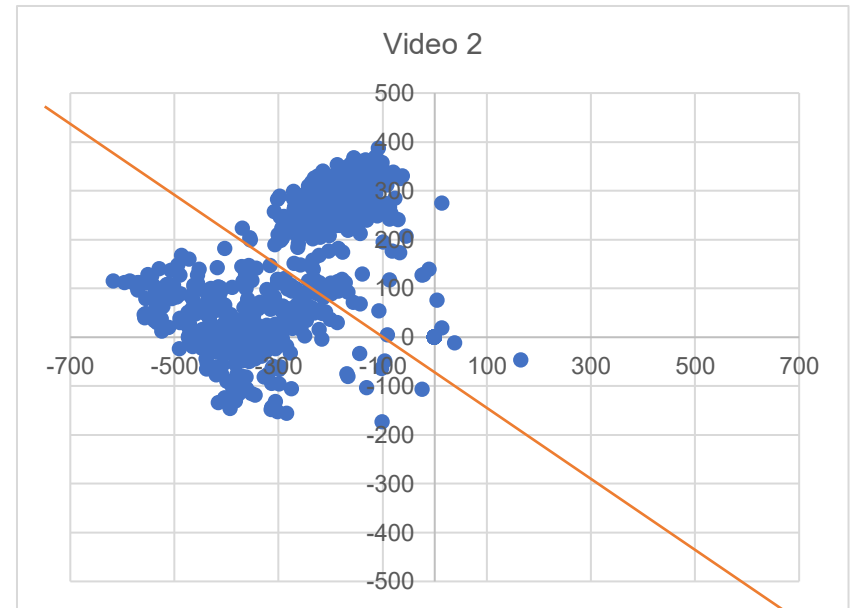


Abb. 11: Punktdiagramm von Video 2 von Pferd 6 mit Trennlinie

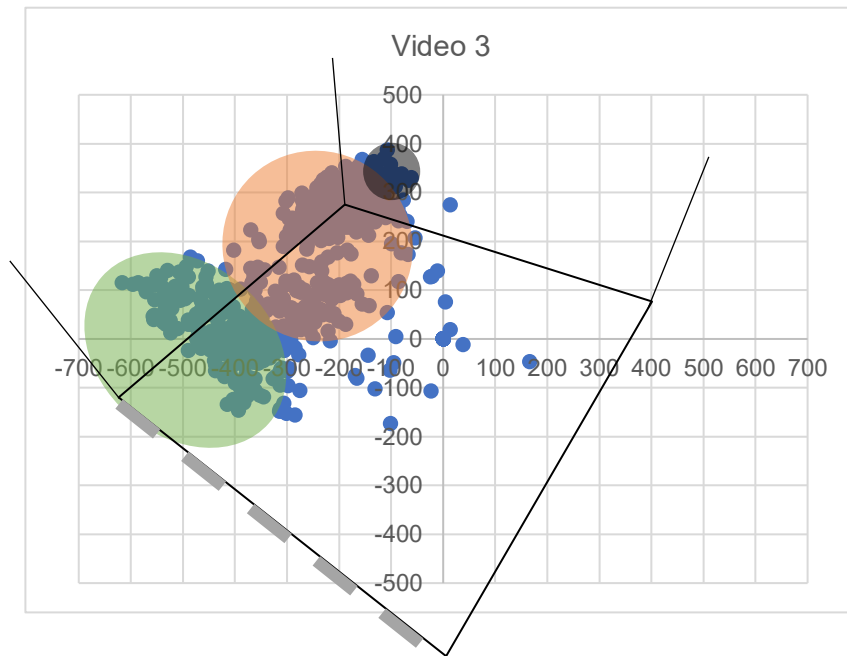


Abb. 7: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 3 für Pferd 6

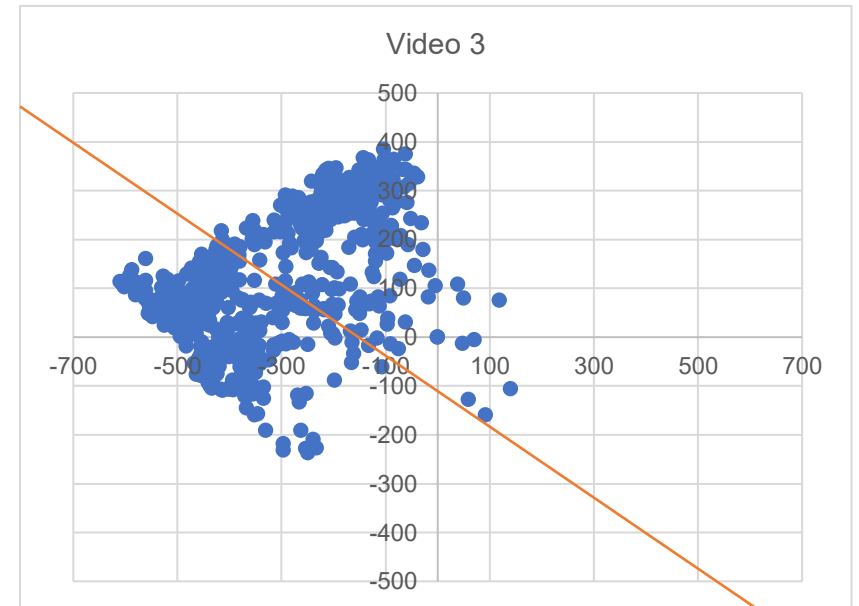


Abb.12: Punktdiagramm von Video 3 von Pferd 6 mit Trennlinie

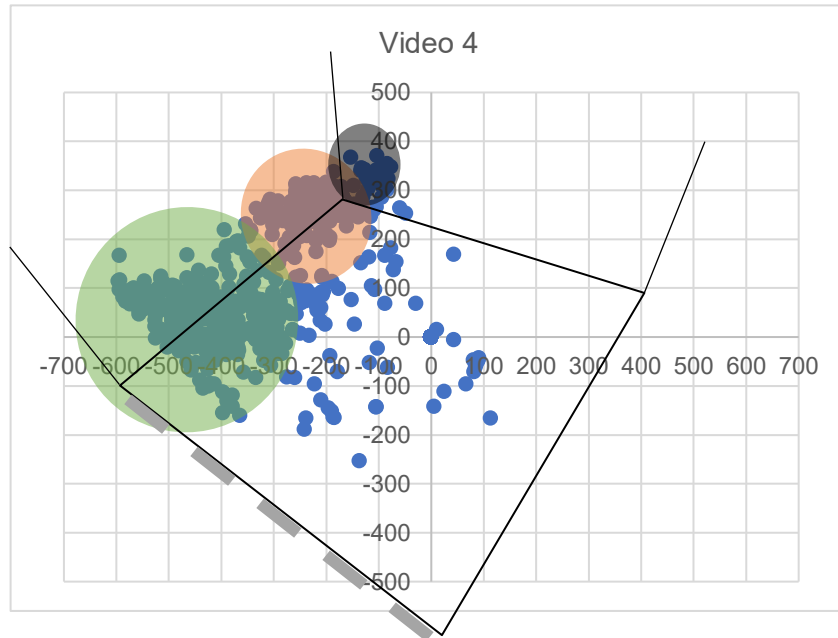


Abb. 8: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 4 für Pferd 6

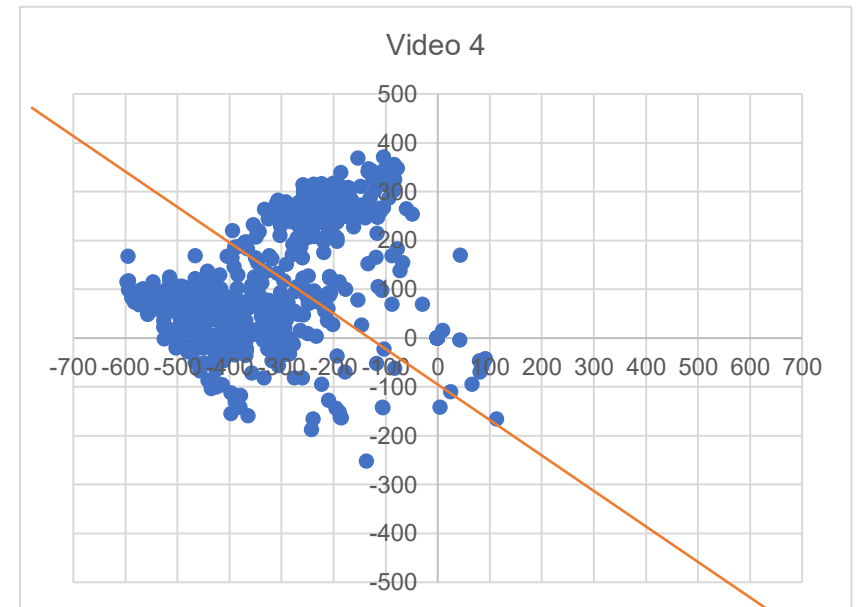


Abb. 13: Punktdiagramm von Video 4 von Pferd 6 mit Trennlinie

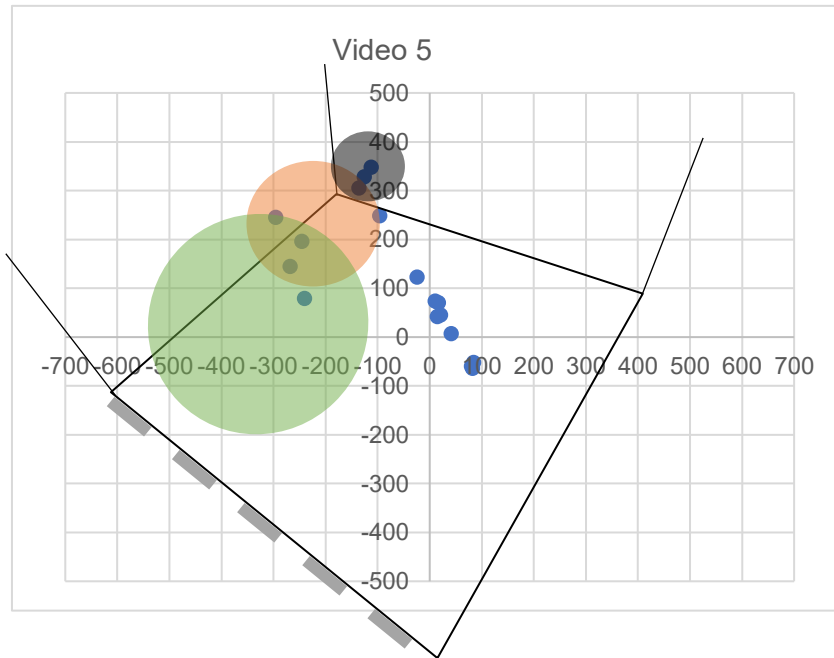


Abb. 9: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 5 für Pferd 6

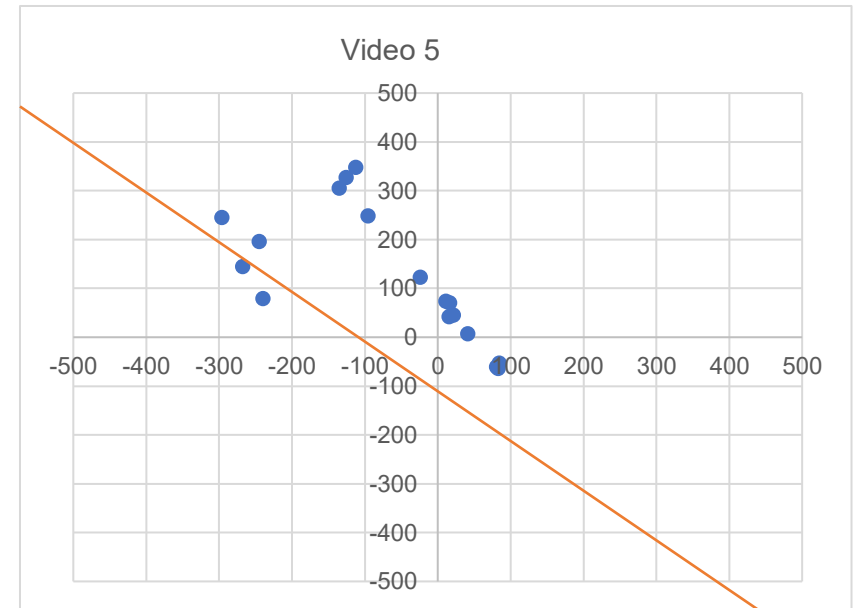


Abb. 14: Punktdiagramm von Video 5 von Pferd 6 mit Trennlinie

4.3. Verteilung in der Box

Die Pferde stehen im Durchschnitt mit dem Kopf vermehrt im vorderen Teil der Box. Der Mittelwert für die Lokalisation des Kopfes im vorderen Teil der Box liegt bei 69,5 % (SD = 26,8) und für den hinteren Teil bei 30,5 % (SD = 26,9). Der *t*-Test ergab, dass die Differenz der durchschnittlichen Lokalisation für den vorderen und hinteren Teil der Box signifikant ist ($t(26,88) = -4.35, p < .0001$).

Unterschiede in der Verteilung sind sowohl innerhalb der Pferde als auch innerhalb der Videos der einzelnen Pferde zu erkennen (siehe Abb. 15-18).

Pferde 3, 7 und 8 stehen insgesamt und in jedem Video deutlich vermehrt im vorderen Teil der Box (siehe Tab. 3). Pferd 1 steht ebenfalls insgesamt vermehrt im vorderen Teil der Box, jedoch ist dies nicht in jedem Video eindeutig. In Video 1 steht Pferd 1 im Vergleich zu den anderen Videos weniger im vorderen Teil der Box.

Pferd 5 und 6 stehen im Vergleich zu den oben genannten Pferden weniger deutlich vermehrt im vorderen Teil der Box. Pferd 5 steht in Video 3 zu 52 % im vorderen Teil, in Video 4 zu 56 % und insgesamt zu 64 % im vorderen Teil der Box. Pferd 6 steht in Video 5 vermehrt im hinteren Teil der Box (78 %), in den übrigen Videos vermehrt im vorderen Teil und insgesamt 62 % im vorderen Teil.

Pferd 2 und 4 stehen vermehrt im hinteren Teil der Box. Dies ist bei Pferd 2 besonders in Video 1 mit 63,5 % und in Video 4 mit 70 % im hinteren Teil der Box stehen deutlich. Pferd 4 steht sehr deutlich mit 72 % vermehrt im hinteren Teil der Box. In Video 4 steht Pferd 4 zu 84 % im hinteren Teil der Box.

In Tab. 3 sind die jeweiligen prozentualen Verteilungen und die Ergebnisse aus der deskriptiven Statistik für alle Pferde und Videos wiedergegeben.

Die unterschiedlichen prozentualen Verteilungen lassen sich durch Beobachtung des Verhaltens der Pferde in den Videos erklären.

Pferde 3, 7 und 8 fressen die meiste Zeit Heu in einer der vorderen Ecken der Box und beobachten mit gespitzten Ohren ihre Umgebung durch die Gitterstäbe der Boxentüre. Pferd 1 verhält sich ähnlich, aber zeigt zusätzlich ein deutliches Explorationsverhalten in der Box. Dies könnte eine geringgradig verminderte prozentuale Verteilung für den vorderen Teil der Box im Vergleich zu den Pferden 3, 7 und 8 erklären.

Pferd 5 und 6 zeigen zwischen Episoden von Heu fressen und mit dem Kopf seitlich der Boxentüre stehendes Ruhen auch Episoden mit dem Kopf der hinteren Wand zugekehrtes Ruhen im hinteren Teil der Box.

Pferd 2 und 6 zeigen in den Videos ein vermehrtes im hinteren Teil der Box stehen mit dem Kopf der linken Ecke oder Seitenwand zugewandt, zwischendurch zeigen sie kurze Episoden von Heufressen in einer der vorderen Ecken der Box. Pferd 2 wird zusätzlich viel beim Trinken an der Tränke beobachtet, welche sich in der hinteren linken Ecke der Box befindet.

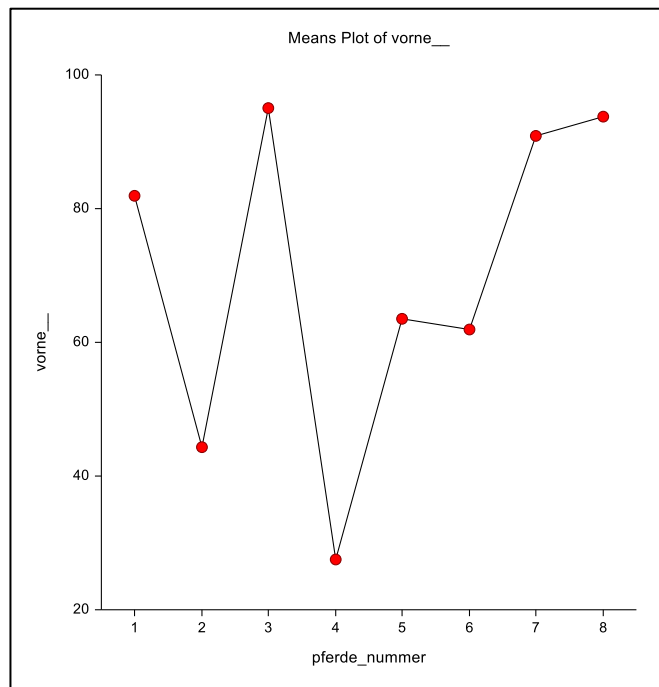


Abb. 15: Prozentuale Verteilung für den vorderen Teil der Box für jedes Pferd
Darstellung der prozentualen Verteilung für den vorderen Teil der Box über den Gesamtverlauf jedes Pferdes; Y-Achse: Darstellung der Prozentanzahl für den vorderen Teil der Box; X-Achse: Darstellung der einzelnen Pferde (1-8)

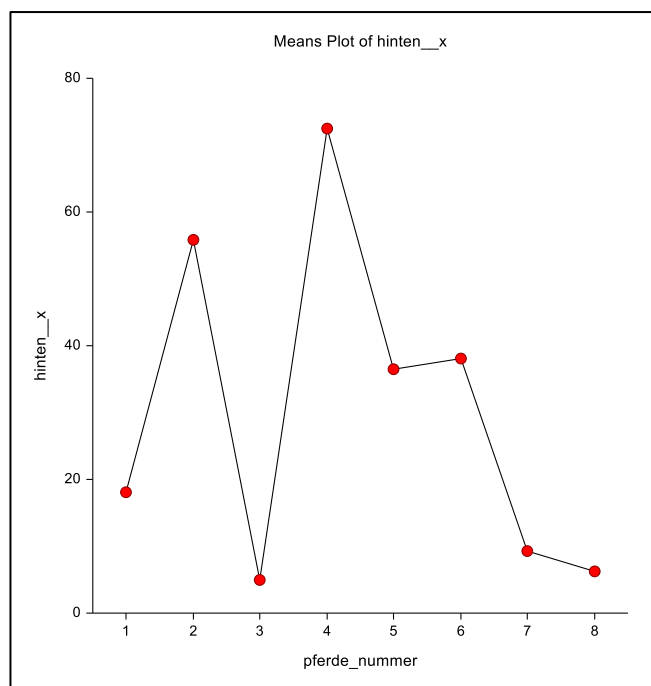


Abb. 16: prozentuale Verteilung für den hinteren Teil der Box für jedes Pferd

Tab. 3: prozentualen Verteilungen für den vorderen und hinteren Teil der Box für jedes Pferd und Video.

Prozentuale Verteilung für den vorderen und hinteren Teil der Box mit Mittelwert und Standardabweichung

Pferd	Video	Vorne %	Hinten %	Mittelwert	
				Vorne %	Hinten %
1	1	54	46	82+/-16,9	18+/-16,9
	2	93	7		
	3	79	21		
	4	88	12		
	5	96	4		
2	1	37,5	63,5	44+/-15,5	56+/-15,7
	2	44	56		
	3	66	34		
	4	30	70		
3	1	97	3	95+/-5,2	5+/-5,2
	2	98	2		
	3	98	2		
	4	87	13		
4	1	45	55	28+/-10,8	72+/-10,8
	2	27	73		
	3	25	75		
	4	16	84		
	5	24	76		
5	1	69	31	64+/-11,7	36+/-11,7
	2	77	23		
	3	52	48		
	4	56	44		
6	1	59	41	62+/-23,7	38+/-23,7
	2	75	25		
	3	82	18		
	4	71	29		
	5	22	78		
7	1	96	4	91+/-7,3	9+/-7,3
	2	80	20		
	3	96	4		
	4	91	9		
8	1	88	12	94+/-5,0	6+/-5,0
	2	89	11		
	3	97	3		
	4	98	2		
	5	97,5	2,5		

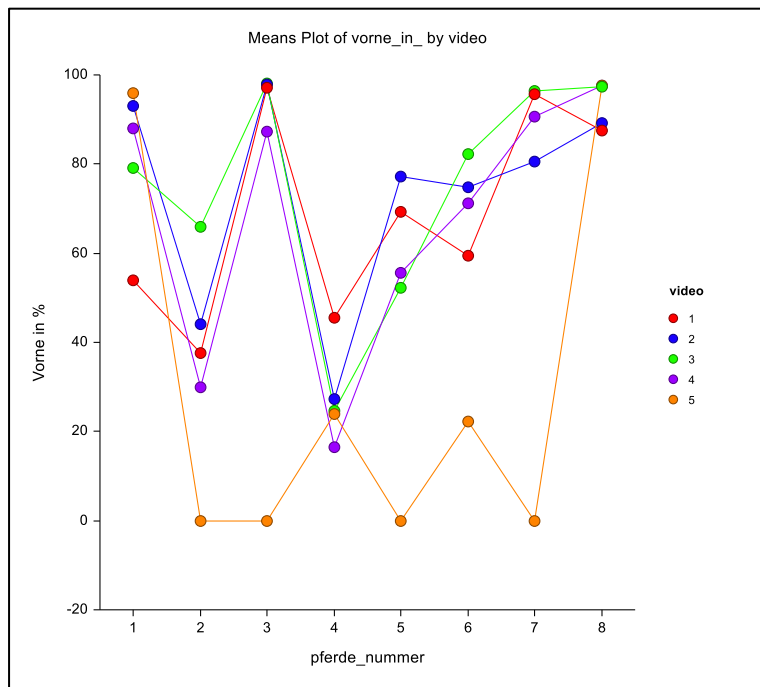


Abb. 17: prozentuale Verteilungen für den vorderen Teil der Box für jedes Video pro Pferd

Y-Achse: Darstellung der Prozentanzahl für den vorderen Teil der Box, Y = 0 kein Video vorhanden; X-Achse: Darstellung der einzelnen Pferde (1-8)

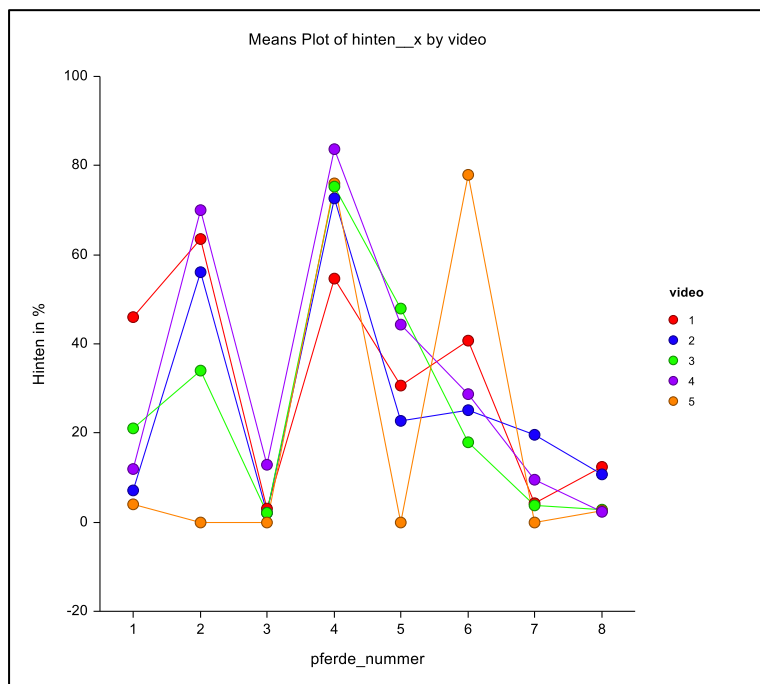


Abb. 18: prozentuale Verteilungen für den hinteren Teil der Box für jedes Video pro Pferd

4.4. Verteilung in der Box in Abhängigkeit der Zeitfenster

Im Zeitfenster 1 (5-13 Uhr) wurden 12 Videos aufgenommen, im 2. (13-21 Uhr) 14 Videos und im 3. (21-5 Uhr) 10 der Videos. In Abhängigkeit zu den Zeitfenstern ergab der Mittelwert für das Zeitfenster 1 für die Lokalisation im vorderen Teil 71 % und für den hinteren Teil der Box 29 %, für das Zeitfenster 2 für die Lokalisation im vorderen Teil 66 % und für den hinteren Teil der Box 34 %, für das Zeitfenster 3 für die Lokalisation im vorderen Teil 72 % und für den hinteren Teil der Box 28 % (siehe Abb. 19). Die Verteilung in Abhängigkeit der Zeitfenster ergab keine statistische Signifikanz (p vorne % = 0,844; p hinten % = 0,845). Die prozentualen Verteilungen für jedes Video, den jeweiligen Zeitfenstern zugeordnet, sind in Tab. 5 und Abb. 16 dargestellt.

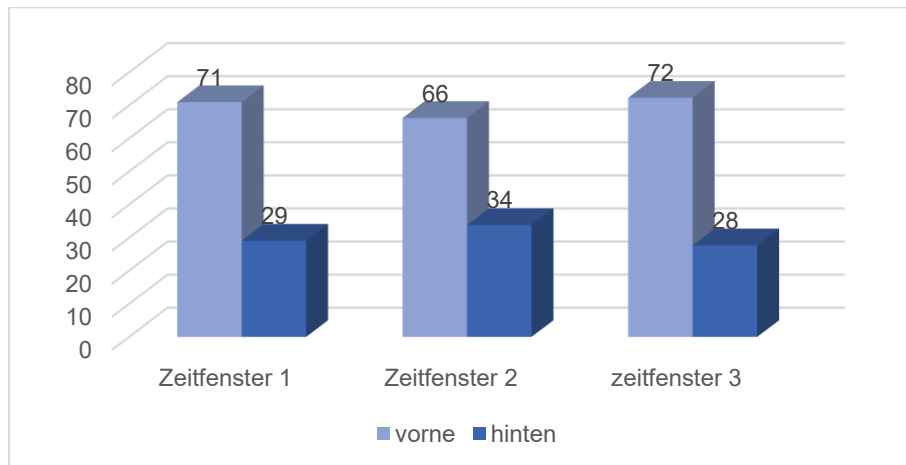


Abb. 19: prozentuale Verteilungen für den vorderen und hinteren Teil der Box in Abhängigkeit der Zeitfenster

Y-Achse: Darstellung der Prozentanzahl für den vorderen und hinteren Teil der Box; X-Achse: Darstellung der Zeitfenster; vorderer Teil (vorne) und hinterer Teil (hinten) der Box farblich dargestellt

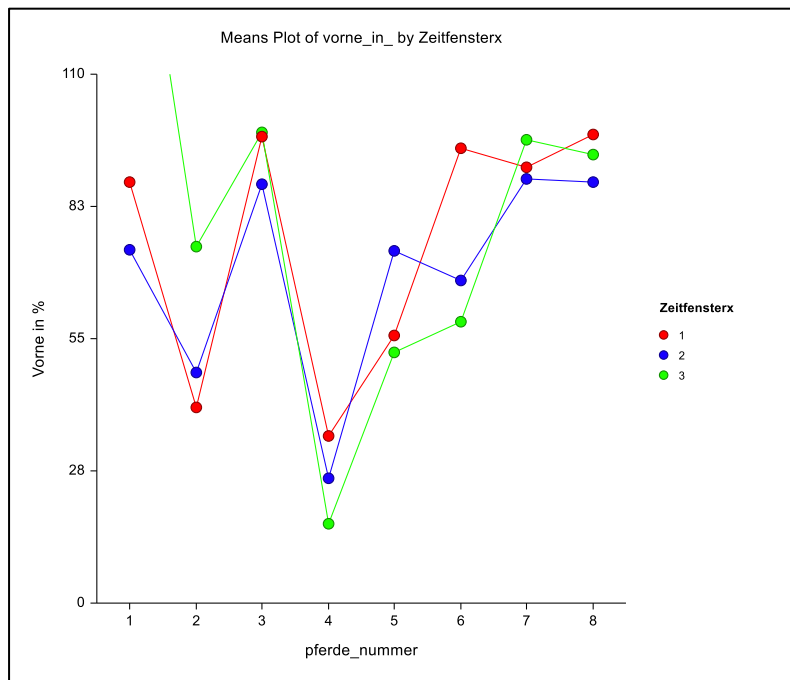


Abb. 20: Prozentuale Verteilungen für den vorderen Teil der Box für jedes Pferd pro Zeitfenster

Y-Achse: Darstellung der Prozentanzahl für den vorderen Teil der Box; X-Achse: Darstellung

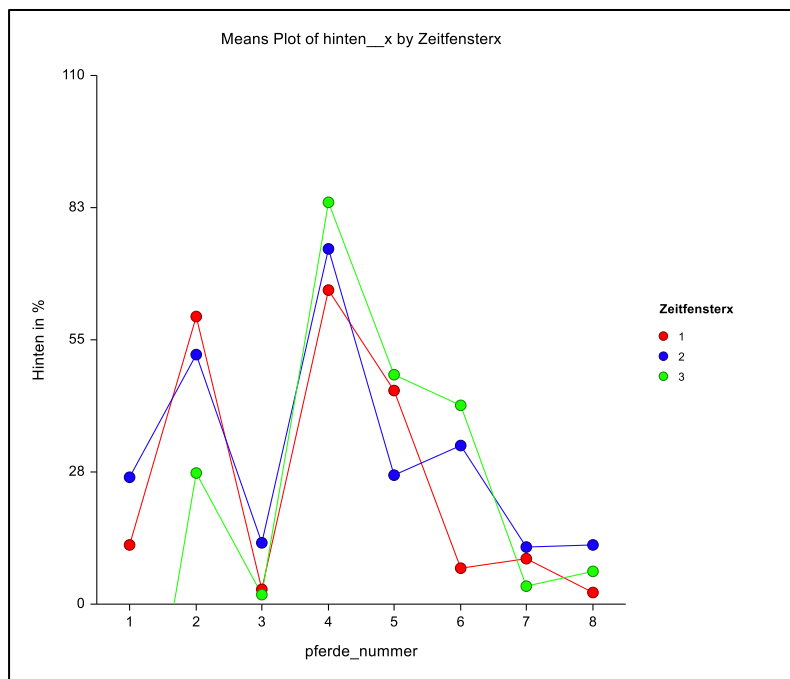


Abb. 21: Prozentuale Verteilungen für den hinteren Teil der Box für jedes Pferd pro Zeitfenster

Tab.4: Prozentuale Verteilung für den vorderen und hinteren Teil der Box für jedes Pferd und Zeitfenster

Zeitfenster	Vorne %	Hinten %	Pferd
1	79	21	3
	88	12	4
	96	4	5
	37,5	63,5	1
	44	56	2
	97	3	1
	45	55	1
	24	76	5
	56	44	4
	91	9	4
	98	2	4
	97,5	2,5	5
2	54	46	1
	93	7	2
	66	34	3
	30	70	4
	87	13	4
	27	73	2
	25	75	3
	69	31	1
	77	23	2
	59	41	1
	75	25	2
	96	4	1
	81	19	2
	88	12	1
3	98	2	2
	98	2	3
	16	84	4
	52	48	3
	82	18	3
	71	29	4
	22	78	5
	96	4	3
	89	11	2
	97	3	3

5. Diskussion

In der vorliegenden Pilotstudie wurden acht stationäre Pferde an der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien über einen Verlauf von 24 Stunden in der Box gefilmt. Aus den Aufnahmen konnte mit Hilfe einer Bildverarbeitungs- und Tracking-Software die Lokalisation des Kopfes der Pferde ermittelt werden. Aus den daraus generierten Punktdiagrammen konnte die prozentuale Verteilung für die Lokalisation im vorderen und hinteren Teil der Box ermittelt werden. In den Punktdiagrammen wurden zur besseren Darstellung der räumlichen Verhältnisse eine dreidimensionale Kontur der Box und markierte Bereiche für Futter, Ruhe und Tränke integriert.

Die in den Videos beobachteten bevorzugten Kopfpositionen sind in den Punktdiagrammen durch die entsprechende Dichteverteilung der Punkte wiederzuerkennen. Die dreidimensionale Kontur mit den entsprechend markierten Bereichen ermöglicht eine räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes der Pferde. Insgesamt standen die untersuchten Pferde mit dem Kopf vermehrt im vorderen Teil der Box. Die prozentuale Verteilung spiegelt das in den Videos beobachtete Verhalten ebenfalls wider.

Wichtig ist zu erwähnen, dass bei dieser Studie die Schmerzhaftigkeit der Pferde nicht berücksichtigt wurde. Die Pferde wurden unabhängig von dessen Krankengeschichte und Aufnahmegrund beobachtet. Die Studie liefert somit keine Aussage über die Schmerzhaftigkeit der Pferde in Bezug auf die Lokalisation des Kopfes der Pferde in der Box. Für die Zukunft lässt sich aber mithilfe der automatisierten Markierung des Kopfes in Videos die Position auch über lange Zeiträume rasch und zuverlässig bestimmen und die Bedeutung des Parameters Position des Kopfes in Relation zur Box als Hinweis für die Schmerzhaftigkeit besser beurteilen.

Zuvor durchgeführte Studien belegen, dass schmerzhaftige Pferde vermehrt im hinteren Teil der Box mit dem Kopf zur Wand stehen. In der Studie von Price et al. 2003 standen Pferde mit einer orthopädischen Erkrankung 24 Stunden vor bis 48 Stunden nach einer Arthroskopie vermehrt im hinteren Teil der Box im Vergleich zu einer schmerzfreien Kontrollgruppe. Durchschnittlich standen die schmerzhaften Pferde präoperativ 52 %, innerhalb der ersten 24 Stunden postoperativ 45 % und im Zeitraum von 24 Stunden bis 48 Stunden postoperativ 36 % im vorderen Teil der Box. Pferde der schmerzfreien Kontrollgruppe standen 24 Stunden nach der Anästhesie durchschnittlich 77 % im vorderen Teil der Box. Das vermehrte im hinteren Teil der Box Stehen erwies sich allerdings als nicht statistisch signifikant; die Autorin ließ dies auf

die kleine Gruppengröße von sechs Pferden zurückführen. In der vorliegenden Studie bei einer Gruppengröße von acht Pferden erwies sich die Verteilung in der Box hingegen als statistisch signifikant. Die untersuchten Pferde standen durchschnittlich 69,5 % im vorderen Teil der Box. Deutliche Unterschiede konnten innerhalb der jeweiligen Pferde erkannt werden: vier der untersuchten Pferde standen durchschnittlich >80 %, zwei Pferde <70 % und andere zwei Pferde <50 % im vorderen Teil der Box. Bei den genannten Pferden, die seltener im vorderen Teil der Box standen, könnte dieses Verhalten auf eine vermehrte Schmerzbelastung hinweisen.

Jones et al. 2007 belegte ebenfalls, dass schmerzhafte Pferde mit Hufrehe im Vergleich zu einer schmerzfreien Kontrollgruppe signifikant vermehrt im hinteren Teil der Box standen. Das im hinteren Teil der Box Stehen variierte zeitlich und könnte von der Applikation von Schmerzmitteln abhängen. Auch in der vorliegenden Studie sind Schwankungen im zeitlichen Verlauf bei den einzelnen Pferden zu erkennen. Bei vier Pferden sind Schwankungen in der prozentualen Verteilung für den vorderen Teil der Box von 15-35 % zu erkennen. Dies könnte ebenfalls mit der Applikation von Schmerzmittel, durchgeführten Behandlungen oder chirurgischen Eingriffen zusammenhängen. Die zeitlichen Variationen waren unabhängig von der Uhrzeit, die Verteilung in Abhängigkeit der Zeitfenster Tag zu Nacht ist in der vorliegenden Studie statistisch nicht signifikant.

Die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box ist auch Bestandteil verschiedener zusammengesetzter Schmerzskaleten (Gleerup et al. 2015, Gleerup und Lindegaard 2016, Pritchett et al. 2003). Die aktuell zur Schmerzerkennung beim Pferd verwendeten zusammengesetzten Schmerzskaleten liefern zufriedenstellende und zuverlässige Ergebnisse, allerdings sind diese stark von der Fähigkeit und Zeit des Beobachters abhängig, außerdem stellen sie keine schmerzartenübergreifende Methode zu Schmerzerkennung dar.

Die in der vorliegenden Studie aufgeführte Methode könnte die Schmerzerkennung in Bezug auf die genannten Kriterien verbessern. Die Videoanalyse stellt eine vom Beobachter und dessen Fehlinterpretationen unabhängige Methode dar. Die erhaltenen Werte sind konstant und vergleichbar. Einst automatisiert entwickelt, wäre diese leicht in den Klinikalltag integrierbar. Die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box stellt darüber hinaus eine schmerzartenübergreifende Methode zur Schmerzerkennung dar.

Durch die Videoaufnahmen wird eine Analyse des Verhaltens über den gesamten Zeitverlauf möglich, hingegen bei der direkten Beobachtung durch eine Person nur kurze Ausschnitte des

gesamten Zeitverlaufes ausgewertet werden. In der Studie von Price et al. 2003 wurden Veränderungen im Verhalten und Körperhaltung sensitiver durch die Auswertung der Aktivitätsbudgets aus den Videoaufnahmen erkannt als durch die direkte Beobachtung. Bei der direkten Beobachtung fielen einige in den Videos erkennbare Verhaltensveränderungen nicht in den Beobachtungszeitraum und konnten somit nicht berücksichtigt werden.

Die Durchführung der Videoaufnahmen hat sich als einfach dargestellt. Die Installation der Kamera an einer der oberen Ecken der Box erfolgt ähnlich wie in Price et al. 2003 beschrieben. Der repräsentative Zeitverlauf der Videoaufnahmen erstreckt sich über 24 Stunden. Aus den Videoaufnahmen während der Nachtstunden und den Stunden, in denen sich die Pferde für Behandlungen nicht in der Box befanden, kann keine Lokalisation des Kopfes erfolgen und sie müssen aus dem Videomaterial ausgeschlossen werden. Für eine vollständige Auswertung der Software über den gesamten Aufnahmezeitraum wäre eine genügende Beleuchtung, auch während der Nachtstunden, sinnvoll und notwendig oder eine entsprechende technische Ausstattung, die auch bei schwachem Licht auswertbare Filmaufnahmen gewährleistet. Der gewählte Blickwinkel aus einer der oberen Ecken der Box ermöglicht eine umfassende Sicht auf die Box, stellte sich aber als etwas umständlich bei der Erstellung der dreidimensionalen Kontur der Box dar. Die dreidimensionale Kontur der Box ist keine symmetrische geometrische Figur, sondern anhand der Screenshots aus den Videos nachgezeichnet. Für die Erstellung einer einheitlichen und/oder standardisierten geometrischen, symmetrischen dreidimensionalen Boxenkantur wäre ein Kamerawinkel möglichst aus Vogelperspektive im symmetrischen Mittelpunkt der Boxendecke sinnvoll.

Über die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box können Rückschlüsse auf die in der Literatur als schmerzartenübergreifend beschriebenen Verhaltensveränderungen, wie Unruhe oder Depression mit verminderter Bewegungslust, verminderter Fresslust und verminderten Interesse an der Umgebung gezogen werden (Price et al. 2003, Pritchett et al. 2003).

Nur ist zu hinterfragen, ob die Lokalisation des Kopfes des Pferdes als gemessener Parameter zur Schmerzerkennung geeignet ist. Mittels der getesteten Methode lässt sich diese Annahmen für die Zukunft validieren und dem Parameter potentiell eine höhere Gewichtung in der Schmerzbeurteilung zukommen zu lassen.

Ein vermehrtes im hinteren Teil der Box resultiert daraus, dass Schmerz eine emotionale Erfahrung ist, welche zu Depression führt, welche wiederum zu einer Selbstisolation des Pferdes im hinteren Teil der Box führt (Molony und Kent 1997, Ashley et al. 2005).

Depression kann allerdings nicht nur durch Schmerz, sondern auch durch äußere Faktoren, welche ein allgemeines Unwohlsein hervorrufen, ausgelöst werden. Restriktive Haltungsbedingungen können bei Pferden ein vermindertes und zurückgezogenes Verhalten verursachen (Hall et al. 2008). In einer Schulpferdepopulation zeigten über verringerte Plasmacortisolwerte nachgewiesene „depressive“ Pferde ein zurückgezogenes Verhalten mit abgesenkter Kopfhaltung, vermehrtes im hinteren Teil der Box Stehen und vermindertes Interesse an der Umgebung (Fureix et al. 2012).

Durch das Vorfinden in der ungewohnten Klinikumgebung ist nicht ausgeschlossen, dass sich Pferde aus Angst und Unwohlsein im hinteren Teil der Box schützend isolieren.

Ein solches Verhalten könnte fälschlicher Weise als ein Anzeichen für Schmerz klassifiziert werden. Als einziger gemessener Parameter könnte somit die Lokalisation des Kopfes in der Box unzureichend für die Schmerzerkennung sein und zu Fehlinterpretationen führen. Für die Schmerzerkennung ist es daher wichtig, auf eine Mehrzahl von Parametern aufzubauen, um den Schmerzzustand richtig einzuschätzen. Weitere Parameter wie Verhaltensveränderungen und/oder physiologische Parameter sollten für ein umfassenderes Bild und zur Differenzierung der Ursachen einfließen.

In der Literatur ist die Anwendung von physiologischen Parametern zur Schmerzerkennung umstritten bzw. wird diesen eine geringe Aussagekraft zugewiesen (Price et al. 2003, Bussières et al. 2007, Graubner et al. 2011, Raekallio et al. 1997, Glerup und Lindegaard 2016). Dennoch könnte für eine richtige Einordnung der Verhaltensveränderung in den klinischen Kontext die regelmäßige Erhebung und Miteinbeziehung trotz der umstrittenen Aussagekraft von klinischen Parametern relevant sein. Die Herzfrequenz würde sich mit Berücksichtigung der nachgewiesenen positiven Signifikanz bei postoperativem Schmerz als aussagekr aftigster Parameter anbieten (Pritchett et al. 2003).

Die in der EPS zusammengefassten besonders bedeutenden Verhaltenspunkte (Vorhandensein eines Schmerzgesichtes, Lokalisation in der Box, Körperhaltung, Kopfhaltung, Aufmerksamkeit auf die schmerzhafteste Stelle, Interaktion mit der Umgebung, Reaktion auf Futter) könnten als Richtwert für die zu verwendenden Verhaltensparameter für eine optimale Schmerzerkennung dienen (Glerup und Lindegaard 2016). Die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box erlaubt bereits Rückschlüsse auf einige dieser Verhaltensparameter, wie Interaktion mit der Umgebung und Reaktion auf Futter. Durch Ergänzung technischer Elemente zu der gewählten Methode könnte auch Bezug auf einige der weiteren genannten Parameter genommen werden. Informationen über die Kopfhaltung des Pferdes könnten dadurch gewonnen werden, in dem zusätzlich die Koordinaten des

Wiederrisses und der Winkel zwischen Kopf und Wiederrisses ermittelt werden würden. Schmerzhaftige Pferde zeigen in einer Ruheposition eine tiefere Kopfhaltung, die je nach Schmerzhaftigkeit sich in einem Kopf auf Wiederristhöhe oder unterhalb der Wiederristhöhe einfindet. Bei einem gemessenen Winkel zwischen Wiederrist und Kopf von 180° wird der Kopf auf Höhe des Wiederrisses, bei einem gemessenen Winkel von über 180° wird dieser unterhalb des Wiederrisses gehalten (Hausberger et al. 2016). Ebenso ist die Körperhaltung in Bezug auf die Gliedmaßenstellung und das Einnehmen von Entlastungshaltungen zu erfassen. Dazu müssten zusätzlich die Koordinaten der Gliedmaßen ermittelt werden. Aus den Koordinaten der Gliedmaßen könnten Rückschlüsse über Veränderungen der Belastung gezogen werden.

Zusammenfassend konnten mittels Videoanalyse in der vorliegenden Pilotstudie die Lokalisation des Kopfes der Pferde in der Box und deren prozentuale Verteilung auf den vorderen und hinteren Teil der Box über einen repräsentativen Zeitverlauf ermittelt werden. Mit der Literatur ist anzunehmen, dass die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box schmerzübergreifende und verlässliche Informationen über den Schmerzzustand von Pferden liefert. Weitere Studien sind notwendig, um die Aussagekraft der Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box in Bezug auf die Schmerzhaftigkeit zu verifizieren. Zurzeit liefert die gewählte Methode nur retrospektiv Informationen und wäre zur Schmerzerkennung noch nicht anwendbar. Für die Anwendung ist die Entwicklung einer automatisierten Methode notwendig. Eine automatisierte Ermittlung über einen kontinuierlichen Verlauf würde eine innovative Methode zur Verhaltens- bzw. Schmerzerkennung beim Pferd darstellen.

6. Zusammenfassung

6.1. Inhalt der Arbeit

Die Position des Pferdes in der Box, vor allem die Lokalisation des Kopfes werden als Parameter zur Schmerzerkennung beim Pferd verwendet. Schmerzhaftes Pferd stehen vermehrt mit dem Kopf im hinteren Teil der Box. Die durchgeführte Pilotstudie hat das Ziel zu prüfen, ob die Lokalisation des Kopfes des Pferdes in der Box aus Videomaterial über 24 Stunden zu detektieren ist. Des Weiteren, ob die prozentuale Verteilung für die Lokalisation im vorderen und hinteren Teil der Box zu berechnen ist. Die Ergebnisse könnten im späteren Verlauf zu der Entwicklung einer Software zur Schmerzerkennung mittels automatischer Videoanalyse helfen.

6.2. Material und Methode

Für die Studie wurden acht in stationärer Behandlung befindliche Pferde an der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien über 24 Stunden in der Box gefilmt. Mittels einer automatischen Bildbearbeitungs- und Trackingsoftware (Loopy® Neural Network, Kritzendorf, Österreich) wurden aus dem Videomaterial die Koordinaten für die Lokalisation des Kopfes in der Box ermittelt. Die Lokalisation des Kopfes wurde in Punktdiagrammen dargestellt. Zur Veranschaulichung der räumlichen Verhältnisse wurde in diese eine dreidimensionale Kontur der Box und markierte Bereiche für Futter -, Ruhe- und Tränke eingefügt. Die prozentuale Verteilung für die Lokalisation des Kopfes im vorderen und hinteren Teil der Box wurde mittels eines Statistikprogramms (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium) berechnet. Einer Abhängigkeit zwischen der prozentualen Verteilung und der Aufnahmezeiten wurde nachgegangen.

6.3. Ergebnisse

Aus dem Videomaterial konnten anhand der gewählten Methode für insgesamt 12-19 Stunden pro Pferd die Lokalisation des Kopfes ermittelt werden. Aus den Videos beobachtete bevorzugte Kopfpositionen werden durch die entsprechende Dichte in den Punktdiagrammen ersichtlich und eine gehäufte Verteilung in den vorher ermittelten Futter-, Ruhe- und Tränkenplätzen ist zu erkennen. Die Pferde stehen insgesamt signifikant mit dem Kopf vermehrt im vorderen Teil der Box. Unterschiede in der Verteilung sind sowohl innerhalb der Pferde als auch innerhalb des zeitlichen Verlaufes der einzelnen Pferde zu erkennen. Die Verteilung ist unabhängig von den Aufnahmezeiten der Videos.

7. Extended Summary

7.1. Content of the present study

The position of the horse in the stall, especially the localization of the head, are used as parameters for pain recognition in horses. Painful horses tend to spend more time with their head at the back of the stall. The aim of this pilot study is to test whether the localization of the horse's head in the box can be determined from video material over a period of 24 hours. Furthermore, whether the percentage distribution for standing in the front and back part of the box can be calculated. The results could help to develop a software for pain recognition by means of automatic video analysis.

7.2. Material and methods

For the study, eight horses undergoing inpatient treatment at the equine clinic of the University of Veterinary Medicine Vienna were filmed in the stall over a period of 24 hours. Using an image processing and tracking software (Loopy® Neural Network, Kritzendorf, Austria) the coordinates for the localization of the head in the box were determined from the video material. The localization of the head was illustrated in scatter plots. For spatial representation a three-dimensional contour of the box and marked areas for feeding, resting and drinking were inserted into the scatter plots. The percentage distribution for the localization of the head in the front and back part of the box was calculated by a statistics program (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium). A dependency between the percentage distribution and the recording time of the videos was investigated.

7.3. Results

It was possible to determine the localization of the head from the video material over a total amount of 12-19 hours per horse. Movement patterns observed from the videos are shown by the corresponding density in the scatter plots. Higher densities in the previously determined feeding, resting and watering places can be seen. The representation of the three-dimensional contour of the box allows a spatial idea of the localization of the head in relation to the box. On average, the horses stand significantly more with their head in the front of the box. Differences in the distribution can be seen within the horses as well as within the temporal course of the individual horses. The distribution is independent of the recording times of the videos.

8. Literaturverzeichnis

- Ashley FH, Waterman-Pearson AE, Whay HR. 2005. Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine veterinary journal*, 37 (6): 565–575. DOI 10.2746/042516405775314826.
- Bussières G, Jacques C, Lainay O, Beauchamp G, Leblond A, Cador e J-L, Desmaizi eres L-M, Cuvelliez SG, Troncy E. Development of a composite orthopaedic pain scale in horses. *Research in veterinary science*, 85 (2): 294–306. DOI 10.1016/j.rvsc.2007.10.011.
- Dalla Costa E, Minero M, Lebelt D, Stucke D, Canali E, Leach MC. 2014. Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PloS one*, 9 (3): e92281. DOI 10.1371/journal.pone.0092281.
- Dalla Costa E, Stucke D, Dai F, Minero M, Leach MC, Lebelt D. 2016. Using the Horse Grimace Scale (HGS) to Assess Pain Associated with Acute Laminitis in Horses (*Equus caballus*). *Animals : an open access journal from MDPI*, 6 (8). DOI 10.3390/ani6080047.
- Flecknell PA, Waterman-Pearson A. 2000. *Pain management in animals*. London, New York: W.B. Saunders, 184.
- Fureix C, Jego P, Henry S, Lansade L, Hausberger M. 2012. Towards an ethological animal model of depression? A study on horses. *PloS one*, 7 (6): e39280. DOI 10.1371/journal.pone.0039280.
- Gleerup KB, Forkman B, Lindegaard C, Andersen PH. 2015. An equine pain face. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 42 (1): 103–114. DOI 10.1111/vaa.12212.
- Gleerup KB, Lindegaard C. 2016. Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education*, 28 (1): 47–57. DOI 10.1111/eve.12383.
- Graubner C, Gerber V, Doherr M, Spadavecchia C. 2011. Clinical application and reliability of a post abdominal surgery pain assessment scale (PASPAS) in horses. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 188 (2): 178–183. DOI 10.1016/j.tvjl.2010.04.029.
- Grauw JC de, van Loon JPAM. 2016. Systematic pain assessment in horses. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 209: 14–22. DOI 10.1016/j.tvjl.2015.07.030.
- Hall C, Goodwin D, Heleski C, Randle H, Waran N. 2008. Is there evidence of learned helplessness in horses? *Journal of applied animal welfare science : JAAWS*, 11 (3): 249–266. DOI 10.1080/10888700802101130.

- Hausberger M, Fureix C, Lesimple C. 2016. Detecting horses' sickness: In search of visible signs. *Applied Animal Behaviour Science*, 175: 41–49. DOI 10.1016/j.applanim.2015.09.005.
- Jones E, Viñuela-Fernandez I, Eager RA, Delaney A, Anderson H, Patel A, Robertson DC, Allchorne A, Sirinathsinghji EC, Milne EM, MacIntyre N, Shaw DJ, Waran NK, Mayhew J, Fleetwood-Walker SM. 2007. Neuropathic changes in equine laminitis pain. *Pain*, 132 (3): 321–331. DOI 10.1016/j.pain.2007.08.035.
- Lindegaard C, Thomsen MH, Larsen S, Andersen PH. 2010. Analgesic efficacy of intra-articular morphine in experimentally induced radiocarpal synovitis in horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 37 (2): 171–185. DOI 10.1111/j.1467-2995.2009.00521.x.
- Molony V, Kent JE. 1997. Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *Journal of animal science*, 75 (1): 266–272. DOI 10.2527/1997.751266x.
- Price J, Catriona S, Welsh EM, Waran NK. 2003. Preliminary evaluation of a behaviour-based system for assessment of post-operative pain in horses following arthroscopic surgery. *Veterinary anaesthesia and analgesia*, 30 (3): 124–137. DOI 10.1046/j.1467-2995.2003.00139.x.
- Pritchett LC, Ulibarri C, Roberts MC, Schneider RK, Sellon DC. 2003. Identification of potential physiological and behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic. *Applied Animal Behaviour Science*, 80 (1): 31–43. DOI 10.1016/S0168-1591(02)00205-8.
- Raekallio M, Taylor PM, Bloomfield M. 1997. A comparison of methods for evaluation of pain and distress after orthopaedic surgery in horses. *Journal of Veterinary Anaesthesia*, 24 (2): 17–20. DOI 10.1111/j.1467-2995.1997.tb00150.x.
- Sellon DC, Roberts MC, Blikslager AT, Ulibarri C, Papich MG. 2004. Effects of Continuous Rate Intravenous Infusion of Butorphanol on Physiologic and Outcome Variables in Horses after Celiotomy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18 (4): 555–563. DOI 10.1111/j.1939-1676.2004.tb02585.x.
- Sweeting MP, Houpt CE, Houpt KA. 1985. Social facilitation of feeding and time budgets in stabled ponies. *Journal of Animal Science*, 60 (2): 369–374. DOI 10.2527/jas1985.602369x.
- Taylor PM, Pascoe PJ, Mama KR. 2002. Diagnosing and treating pain in the horse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 18 (1): 1–19. DOI 10.1016/S0749-0739(02)00009-3.

van Loon JPAM, Back W, Hellebrekers LJ, van Weeren PR. 2010. Application of a Composite Pain Scale to Objectively Monitor Horses with Somatic and Visceral Pain under Hospital Conditions. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (11): 641–649.

DOI 10.1016/j.jevs.2010.09.011.

van Loon JPAM, van Dierendonck MC. 2015. Monitoring acute equine visceral pain with the Equine Utrecht University Scale for Composite Pain Assessment (EQUUS-COMPASS) and the Equine Utrecht University Scale for Facial Assessment of Pain (EQUUS-FAP): A scale-construction study. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 206 (3): 356–364.

DOI 10.1016/j.tvjl.2015.08.023.

van Loon JPAM, van Dierendonck MC. 2017. Monitoring equine head-related pain with the Equine Utrecht University scale for facial assessment of pain (EQUUS-FAP). *Veterinary journal (London, England, 1997)*, 220: 88–90. DOI 10.1016/j.tvjl.2017.01.006.

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kamerabild auf die Box	12
Abb. 2: Lokalisation des Kopfes bei Ruhen des Pferdes	12
Abb. 3: Futter- und Träkenstellen in der Box	13
Abb. 4: Dreidimensionale Kontur der Box	13
Abb. 5: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 1 von Pferd 6	17
Abb. 6: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 2 für Pferd 6	18
Abb. 7: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 3 für Pferd 6	19
Abb. 8: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 4 für Pferd 6	20
Abb. 9: räumliche Darstellung der Lokalisation des Kopfes in Video 5 für Pferd 6	21
Abb. 10: Punktdiagramm von Video 1 von Pferd 6 mit Trennlinie	17
Abb. 11: Punktdiagramm von Video 2 von Pferd 6 mit Trennlinie	18
Abb. 12: Punktdiagramm von Video 3 von Pferd 6 mit Trennlinie	19
Abb. 13: Punktdiagramm von Video 4 von Pferd 6 mit Trennlinie	20
Abb. 14: Punktdiagramm von Video 5 von Pferd 6 mit Trennlinie	21
Abb. 15: Prozentuale Verteilung für den vorderen Teil der Box für jedes Pferd	24
Abb. 16: prozentuale Verteilung für den hinteren Teil der Box für jedes Pferd	24
Abb. 17: prozentuale Verteilungen für den vorderen Teil der Box für jedes Video pro Pferd	26
Abb. 18: prozentuale Verteilungen für den hinteren Teil der Box für jedes Video pro Pferd	26
Abb. 19: prozentuale Verteilungen für den vorderen und hinteren Teil der Box in Abhängigkeit der Zeitfenster	27
Abb. 20: Prozentuale Verteilungen für den vorderen Teil der Box für jedes Pferd pro Zeitfenster	28
Abb. 21: Prozentuale Verteilungen für den hinteren Teil der Box für jedes Pferd pro Zeitfenster	28
Abb. 22: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 1 von Pferd 6	43
Abb. 23: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 1 von Pferd 6	43
Abb. 24: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 1 von Pferd 6	44
Abb. 25: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 1 von Pferd 6	44
Abb. 26: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 2 von Pferd 6	45
Abb. 27: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 2 von Pferd 6	45
Abb. 28: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 2 von Pferd 6	46
Abb. 29: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 2 von Pferd 6	46

Abb. 30: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 3 von Pferd 6	47
Abb. 31: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 3 von Pferd 6	47
Abb. 32: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 3 von Pferd 6	48
Abb. 33: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 3 von Pferd 6	48
Abb. 34: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 4 von Pferd 6	49
Abb. 35: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 4 von Pferd 6	49
Abb. 36: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 4 von Pferd 6	50
Abb. 37: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 4 von Pferd 6	50

10. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht über zusammengesetzte Schmerzskalen	9
Tab. 2: Videomaterial	15
Tab. 3: prozentualen Verteilungen für den vorderen und hinteren Teil der Box für jedes Pferd und Video.	25
Tab. 4: Prozentuale Verteilung für den vorderen und hinteren Teil der Box für jedes Pferd und Zeitfenster	29

11. Anhang

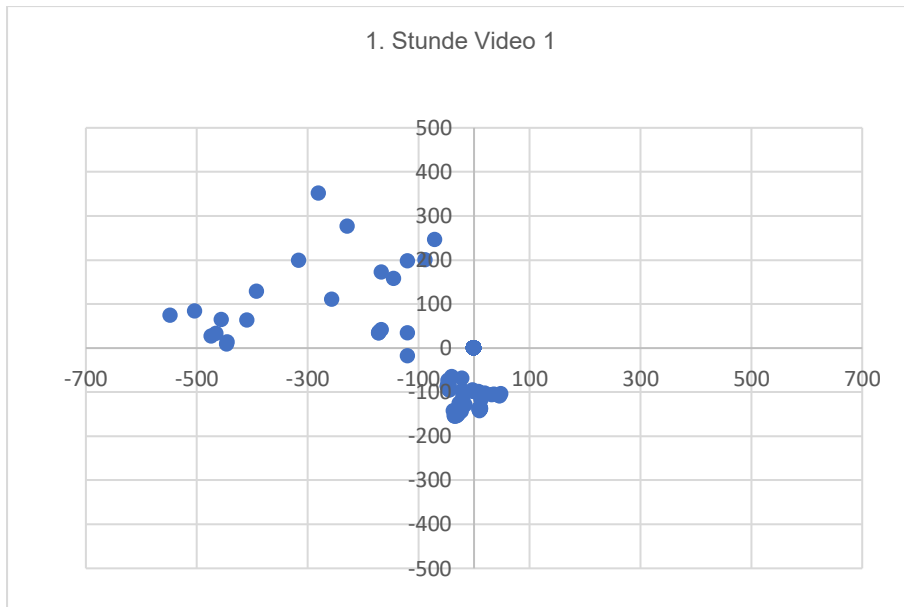


Abb. 22: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 1 von Pferd 6

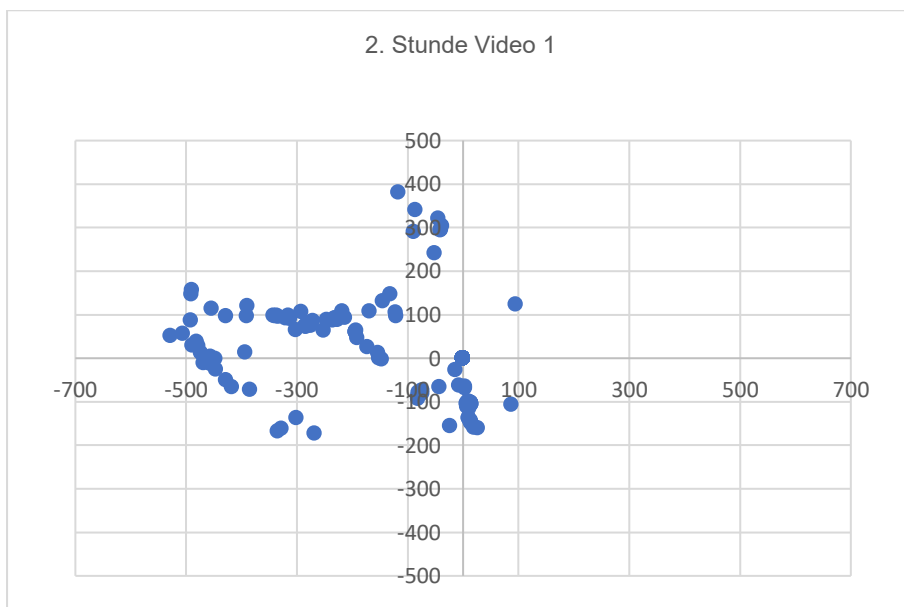


Abb. 23: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 1 von Pferd 6

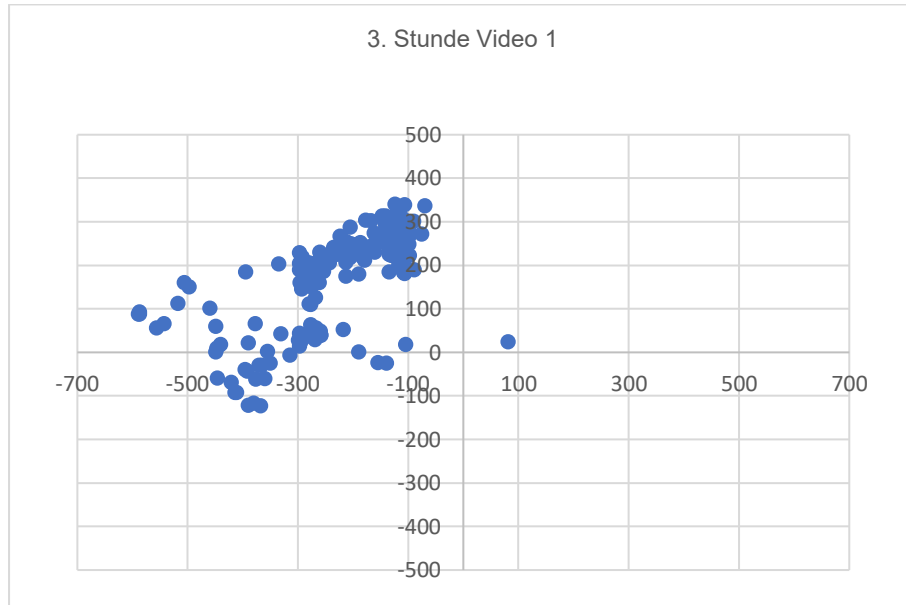


Abb. 24: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 1 von Pferd 6

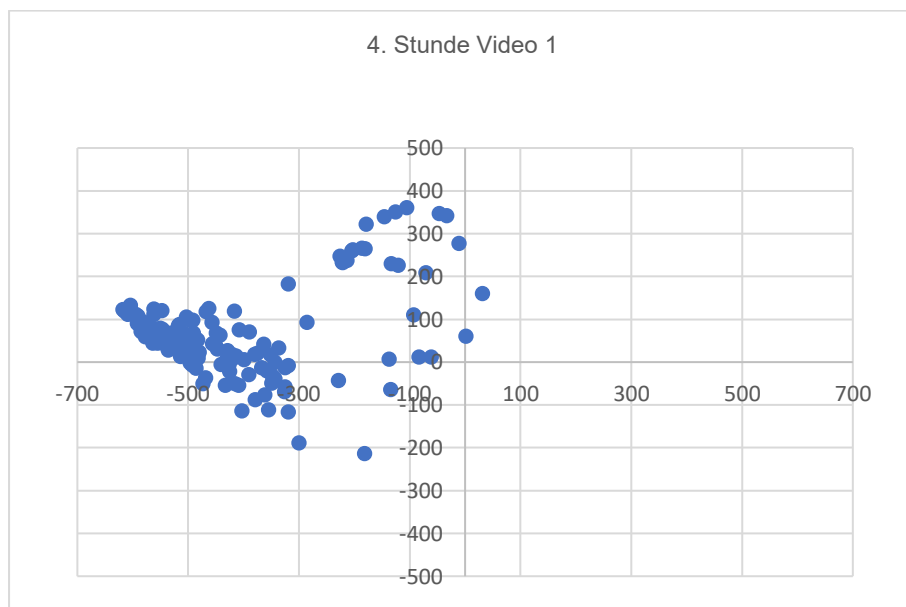


Abb. 25: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 1 von Pferd 6

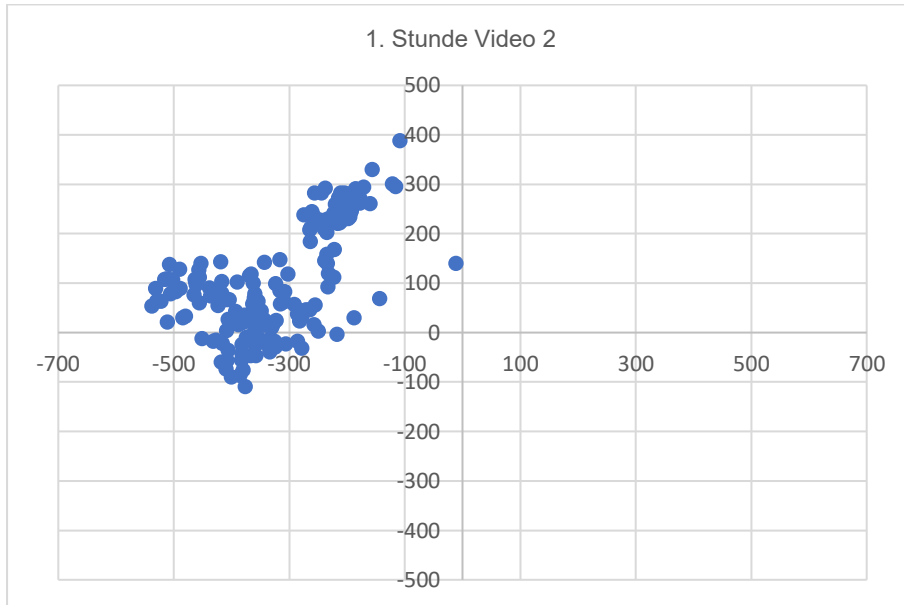


Abb. 26: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 2 von Pferd 6

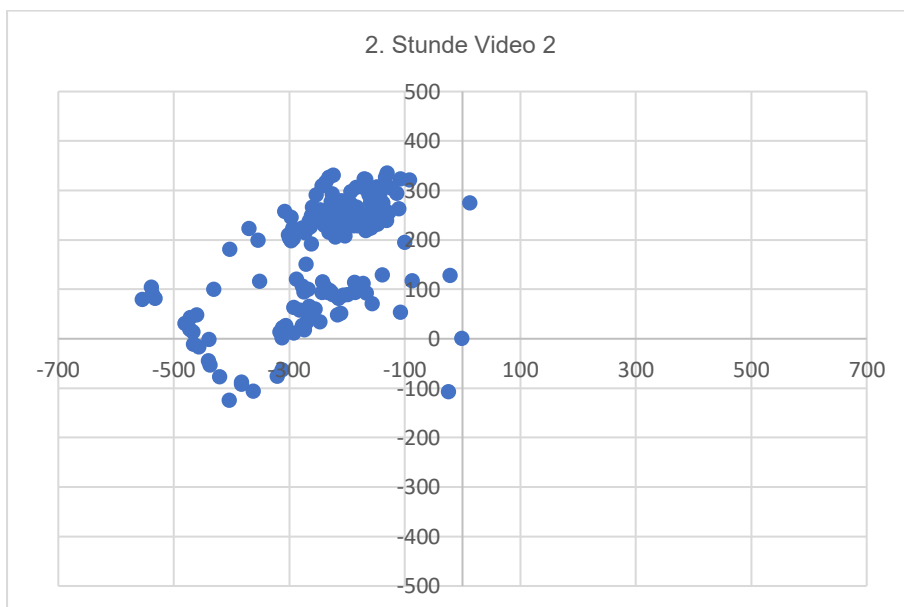


Abb. 27: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 2 von Pferd 6

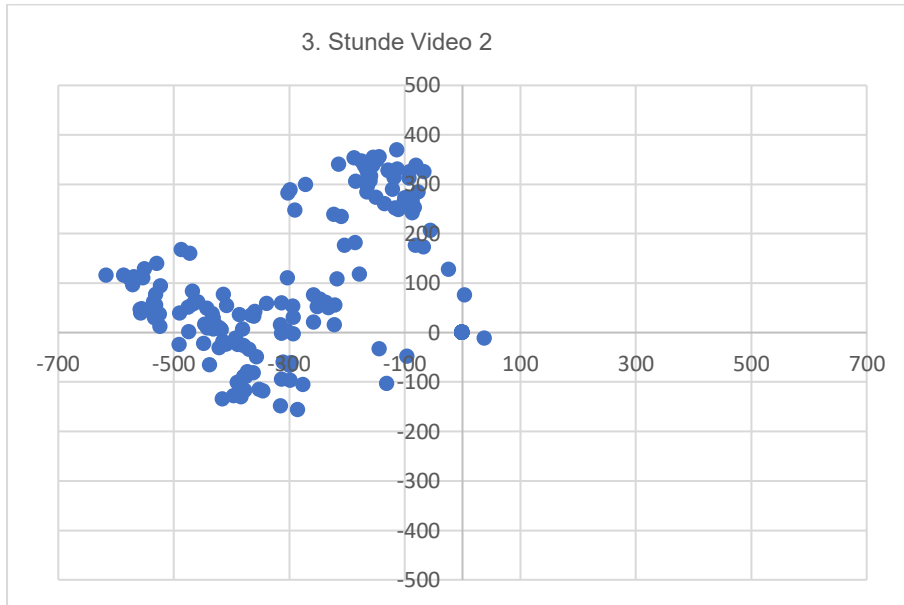


Abb. 28: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 2 von Pferd 6

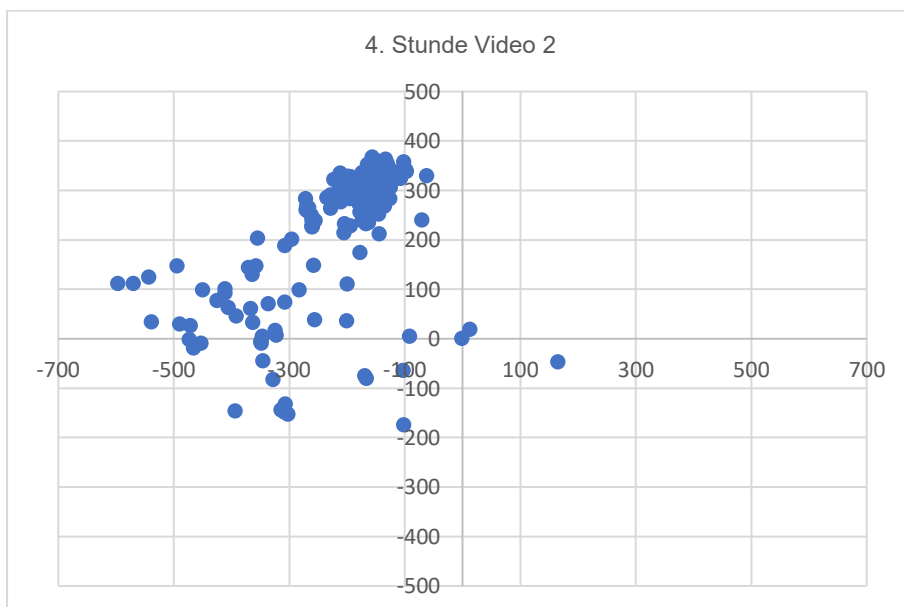


Abb. 29: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 2 von Pferd 6

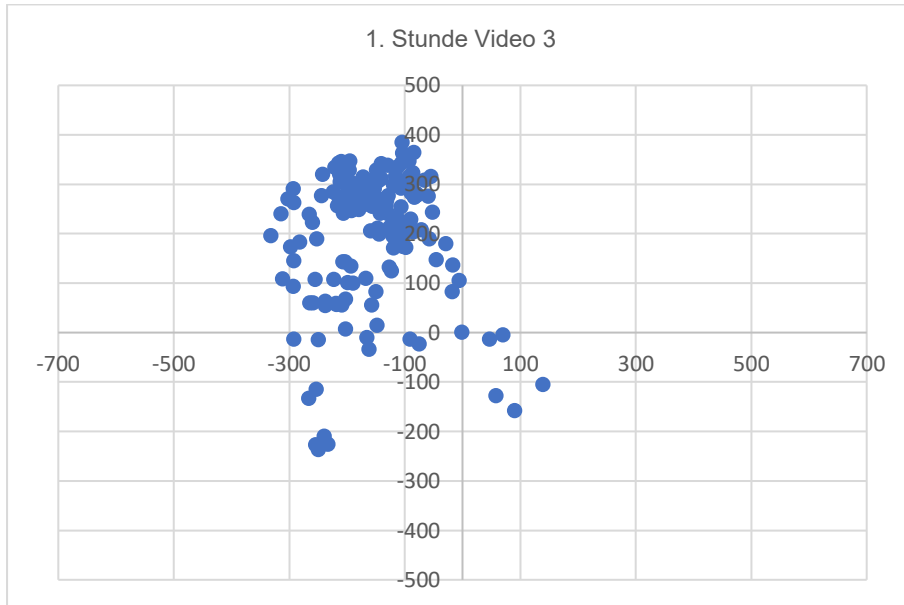


Abb. 30: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 3 von Pferd 6

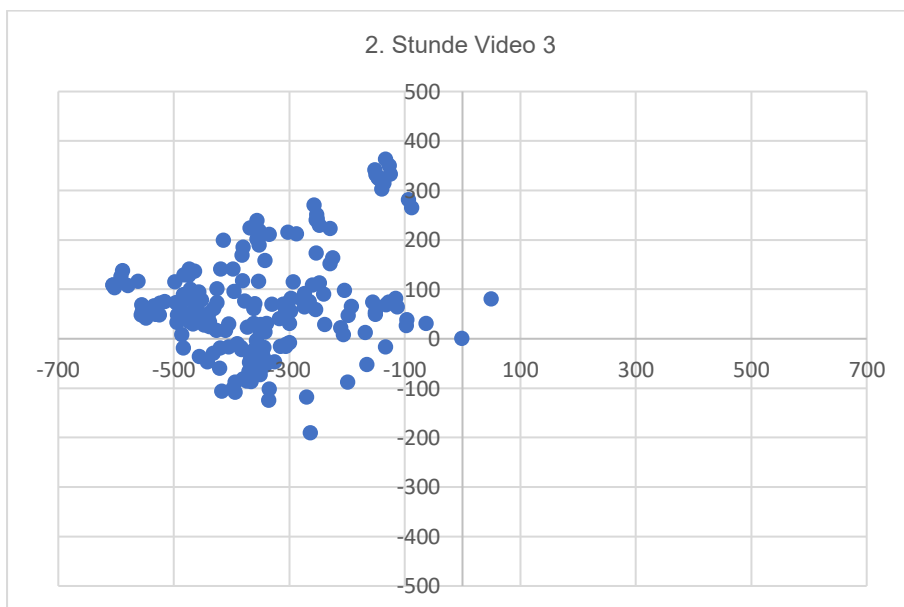


Abb. 31: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 3 von Pferd 6

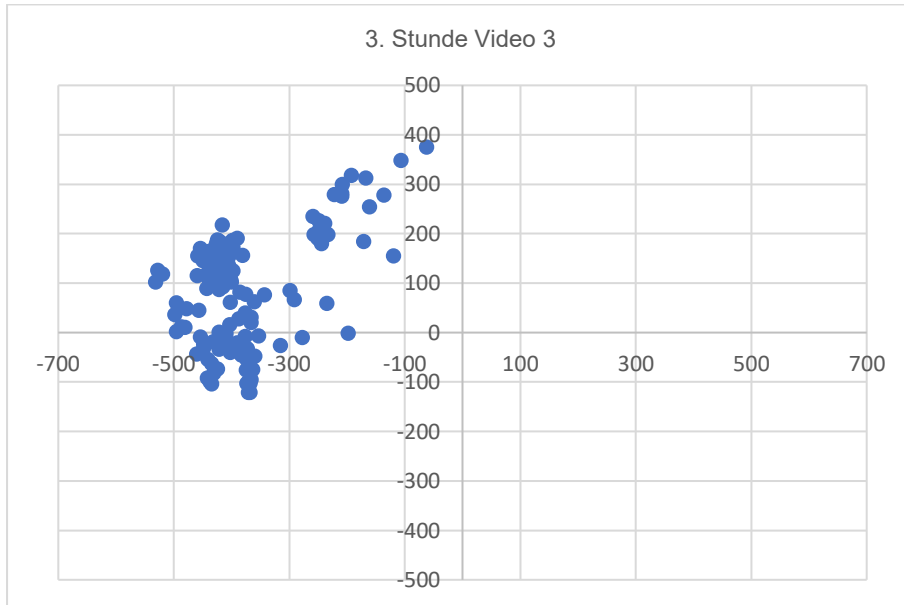


Abb. 32: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 3 von Pferd 6

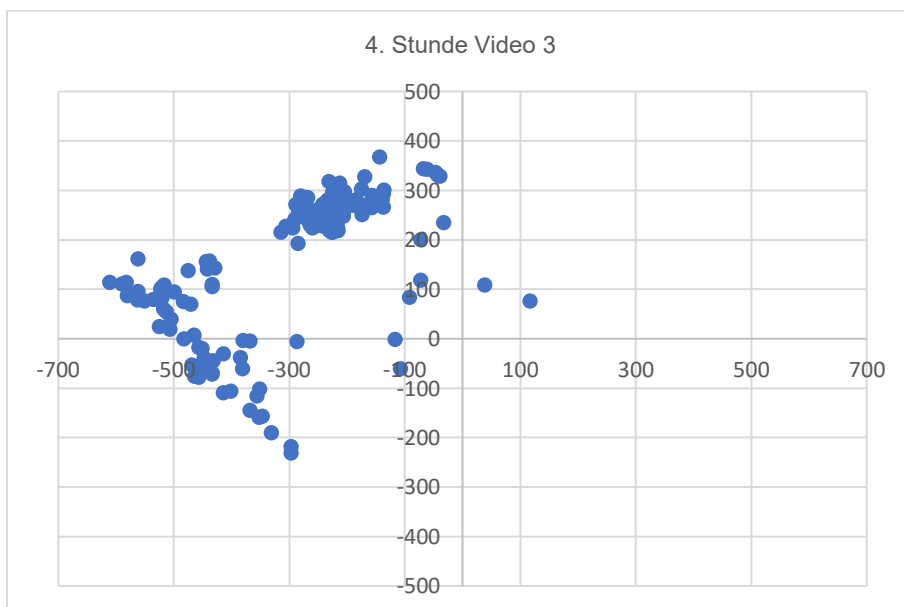


Abb. 33: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 3 von Pferd 6

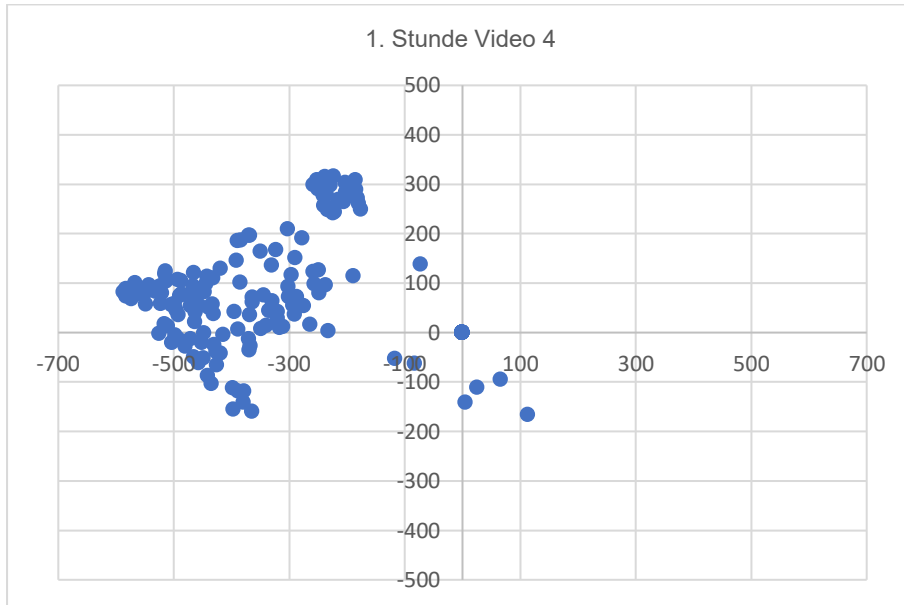


Abb. 34: Lokalisation des Kopfes in der ersten Stunde von Video 4 von Pferd 6

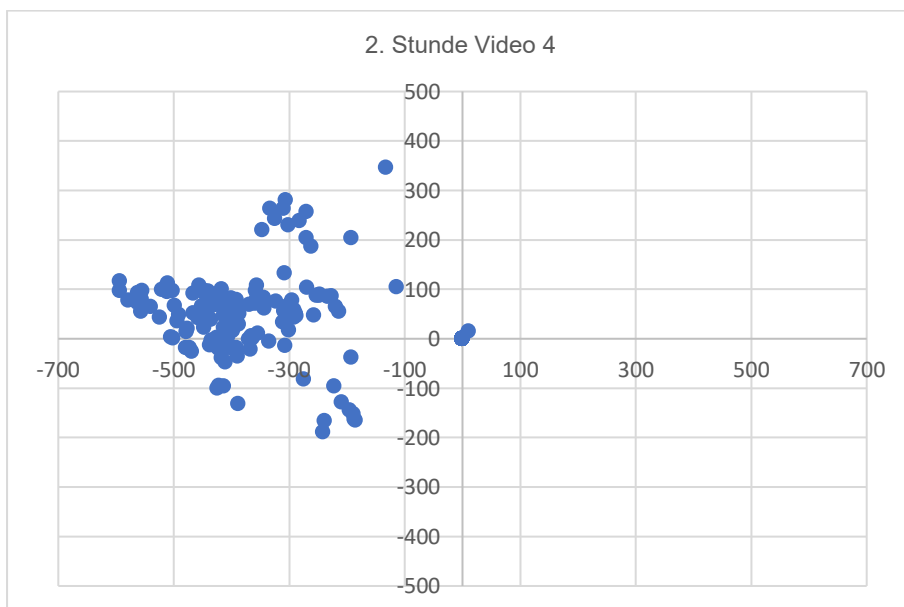


Abb. 35: Lokalisation des Kopfes in der zweiten Stunde von Video 4 von Pferd 6

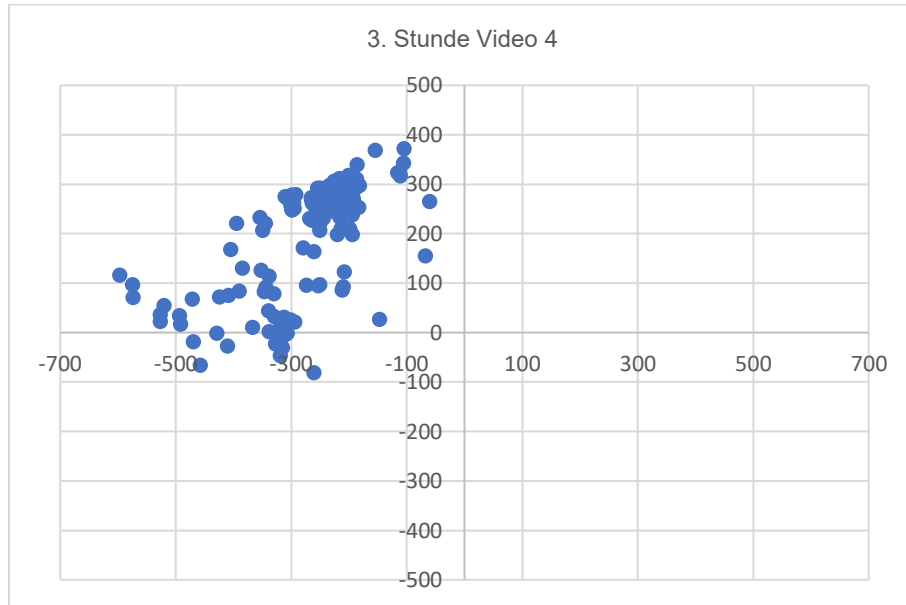


Abb. 36: Lokalisation des Kopfes in der dritten Stunde von Video 4 von Pferd 6

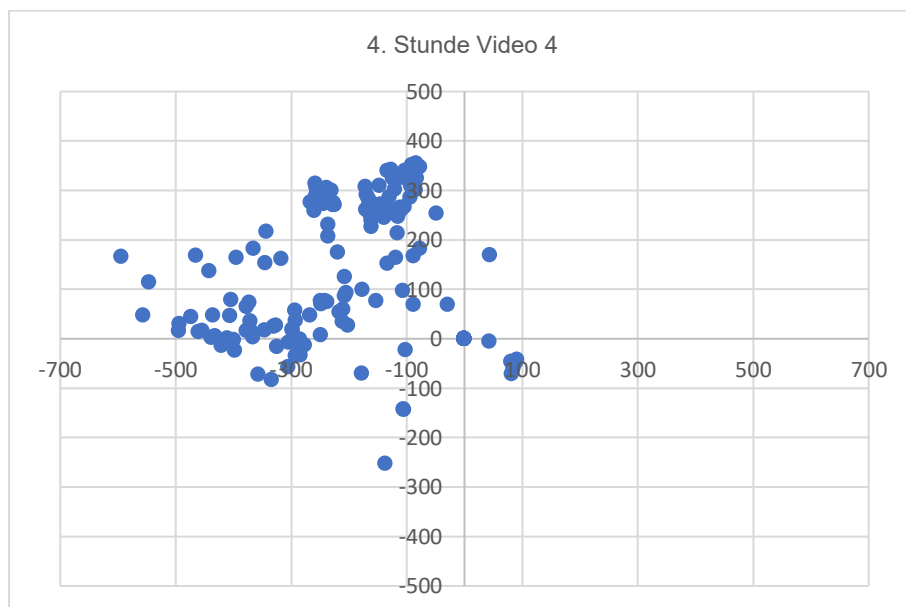


Abb. 37: Lokalisation des Kopfes in der vierten Stunde von Video 4 von Pferd 6