

Ursachen und Steuerungsmöglichkeiten des
Urinabsatzverhaltens bei Pferden
– Lösungsansätze zum (Problemverhalten) Urinieren
in den Abrufautomaten

von Chiara Natalie Ellerbrock

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

Ursachen und Steuerungsmöglichkeiten des
Urinabsatzverhaltens bei Pferden

- Lösungsansätze zum (Problemverhalten) Urinieren
in den Abrufautomaten

von Chiara Natalie Ellerbrock

aus München

München 2024

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Angefertigt am: Agroscope, Schweizer Nationalgestüt, Forschungsgruppe Equiden,
Avenches, Schweiz

Mentorin: Dr. Miriam Baumgartner

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Anna May

Tag der Promotion: 10.02.2024

Für Angelika und Stephen

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG.....	1
II.	ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT.....	3
1.	Abrufautomaten in Offenlaufställen bei Pferden.....	3
1.1.	Zeitgesteuerte Raufutterabrufautomaten.....	4
1.2.	Transpondergesteuerte Raufutterabrufautomaten.....	5
2.	Urinabsatz von Pferden	7
2.1.	Urinabsatzverhalten des Pferdes	7
2.2.	Pheromone	8
2.3.	Vegetatives Nervensystem und seine Bedeutung für den Urinabsatz.....	8
3.	Sexualzyklus und sexualbedingtes Verhalten	9
3.1.	Sexuelles Verhalten bei weiblichen Pferden.....	9
3.2.	Sexuelles Verhalten bei männlichen Pferden.....	9
4.	Gesundheitliche Risiken durch Urin im Abrufautomaten	10
4.1.	Auswirkungen auf das respiratorische System	10
4.2.	Auswirkungen auf die Hufgesundheit.....	11
5.	Lernverhalten	11
5.1.	Klassische Konditionierung.....	12
5.2.	Operante Konditionierung.....	12
III.	PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE.....	13
1.	Veröffentlichung.....	13
2.	Weitere Publikationen	22
IV.	ERWEITERTE METHODEN, STATISTISCHE ANALYSE.....	23
1.	Methoden-Umfrage	23
2.	Statistische Analyse	24
V.	ERWEITERTE ERGEBNISSE	26
1.	Analyse der Verhaltensweisen.....	26
2.	Umfrage.....	26

VI. ERWEITERTE DISKUSSION	30
VII. ZUSAMMENFASSUNG	38
VIII. SUMMARY	40
IX. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS	42
X. ANHANG.....	49
1. Fragebogen.....	49
XI. DANKSAGUNG	56

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AIC	Akaike information criterion
AIC _w	Akaike information criterion Gewicht (Englisch: <i>Akaike information criterion weight</i>)
BIC	Bayesian information criterion
BIC _w	Bayesian information criterion Gewicht (Englisch: <i>Bayesian information criterion weight</i>)
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
d	Tage (Englisch: <i>days</i>)
Δ	Delta, Differenz zwischen zwei Werten
ER	Beweiskraftverhältnis (Englisch: <i>Evidence Ratio</i>)
Fig.	Abbildung (Englisch: <i>Figure</i>)
Ges.	Gesamt
GLMM	Generalisierte linear gemischte effekte Modell (Englisch: <i>generalised linear mixed effect models</i>)
h	Stunden (Englisch: <i>hours</i>)
M.	Muskel (Latein: <i>Musculus</i>)
MW	Mittelwert
S	Stute
SD	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
W	Wallach
z.B.	zum Beispiel

I. EINLEITUNG

Die Optimierung von Arbeitsprozessen mithilfe von moderner Technik gewinnt auch in der Pferdehaltung immer mehr an Bedeutung. Dabei bietet eine automatisierte Fütterungstechnik nicht nur Vorteile unter arbeitswirtschaftlichen Aspekten, sondern auch bezüglich des Tierwohls, denn die Pferde können sowohl bedarfs- als auch verhaltensgerecht gefüttert werden. So ermöglichen transpondergesteuerte Raufutterabrufautomaten eine individuell angepasste, artgemäße Fressdauer ohne längere Fresspausen sowie ein selbstbestimmtes Verhalten und Wahlmöglichkeiten (Zeitler-Feicht 2015, Kjellberg und Morgan 2021).

Automatisierte Fütterungssysteme bergen jedoch auch unbekannte Risiken in Bezug auf Einschränkungen des artspezifischen Verhaltens. So tritt bei der Gruppenhaltung in Offenlaufställen mit derartigen Fütterungseinrichtungen ein weitverbreitetes Phänomen auf: Urinabsatz in transpondergesteuerten Raufutterabrufautomaten. Dabei urinieren die Pferde auf den harten Untergrund in den Automaten. Dieses Verhalten ist für Pferde untypisch (Zeitler-Feicht 2015), da sie natürlicherweise einen weichen, saugfähigen Untergrund für den Urinabsatz bevorzugen. Der Urinabsatz im Raufutter-Abrufautomat führt zu einem dazu, dass die Pferde während der gesamten Raufutteraufnahme einer hohen gesundheitsschädlichen Ammoniakkonzentration ausgesetzt sind. Zum anderen steigt das Risiko für Strahlfäule (Brehm et al. 2017) und Atemwegsreizungen (Gerber und Straub 2016). Durch den Urinabsatz in den Automaten bilden sich darüber hinaus zum Teil großflächige Urinstellen im Aufenthaltsbereich der Pferde in und auch vor den Automaten (siehe Abb. 1). Praktische Erfahrungen von betroffenen Betriebsleiter*innen (aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden lediglich das generische Maskulin verwendet) zeigen, dass sich der Ammoniakgeruch auf Dauer festsetzt und über normale Reinigungsmaßnahmen nicht mehr zu beseitigen ist.

Ungeklärt ist bis dato, wodurch das Verhalten „Urinieren auf harten Untergrund“ ausgelöst wird und wieweit dies in den einzelnen Betrieben verbreitet ist. Ziel vorliegender Untersuchung ist es, herauszufinden, welche Ursachen hierfür infrage kommen.

Dabei wurden im Vorfeld folgende Hypothesen aufgestellt:

- Urinabsatz aufgrund einer Übersprunghandlung in der Phase der Futtererwartung
- Abwesenheit von Ausscheideplätzen in unmittelbarer Umgebung der Abrufautomaten
- Ammoniakgeruch als Schlüsselreiz für den Urinabsatz



Abb. 1: Transpondergesteuerte Abrufautomaten, welche vom Urinabsatz betroffen sind (eigene Aufnahme).

II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT

1. Abrufautomaten in Offenlaufställen bei Pferden

In der Pferdehaltung gibt es immer mehr Betriebe mit einer automatisierten Fütterungstechnik. Solche modernen Offenlaufställe fördern die Bewegung der Pferde, indem die Gruppenhaltung in verschiedene Funktionsbereiche unterteilt ist, in denen die Pferde liegen, Rau-/ Kraftfutter oder Wasser aufnehmen können. Es gibt außerdem ein großes Platzangebot und die Pferde müssen sich zu den einzelnen Bereichen ihrer Art entsprechend bewegen (Fader 2002, Baumgartner 2012, Gülden und Büscher 2017). Für die Raufuttergabe wird bei einem erwachsenen Pferd eine Menge von 1,5 kg Heu pro 100 kg Körpergewicht empfohlen. Dies entspricht bei einem 500 kg Pferd rund 7,5 kg Heu pro Tag. Freilebende Pferde nehmen ihre Nahrung in kleinen Portionen über den Tag verteilt auf (6-13 Mahlzeiten; Krull 1984, Ralston 1984, Sweeting et al. 1985, Thein 1992, Pirkelmann et al. 1993, Berger et al. 1999, Davidson und Harris 2002, Zeitler-Feicht 2015, Mills und Redgate 2017). Um die Arbeitserleichterung für die Mitarbeiter eines Betriebes und eine bedarfsgerechte Ernährung für die Pferde in der Pferdehaltung zu ermöglichen, wurden für die Raufuttergabe verschiedene Systeme entwickelt. So gibt es neben den herkömmlichen Fressständern (siehe Abb. 2), in denen das Pferd jederzeit Zugriff auf das Raufutter hat, auch computergesteuerte Systeme.

Diese Fütterungstechnik soll den Pferden eine ernährungsphysiologische Futteraufnahme ermöglichen (Briefer et al. 2014, Baumgartner et al. 2022). Dabei wird zwischen zwei Systemen unterschieden: Bei zeitgesteuerten Heuraufen (siehe Abb. 3) werden zu eingestellten Zeiten allen Pferden in der Gruppe gleichzeitig der Zugang zum Raufutter gewährt. Bei den transpondergesteuerten Raufutterautomaten hingegen erhält jedes Pferd eine individuelle Ration Heu über den Tag verteilt (siehe Abb. 1). Allerdings bergen solche neuen Futtersysteme auch gewisse Risiken. Untersuchungen zu vermehrten Auseinandersetzungen zwischen den Pferden, während der Raufuttergabe, wurden dabei in der Vergangenheit bereits durchgeführt (Zeitler-Feicht et al. 2010, Burla et al. 2016, Baumgartner et al. 2022).



Abb. 2: Konventionelle Fressständer in der Pferdehaltung mit *ad libitum* Heu (© M. Zeitler-Feicht).

1.1. Zeitgesteuerte Raufutterabrufautomaten

Bei zeitgesteuerten Heuraufen wird den Pferden an bestimmten Tageszeiten für einen begrenzten Zeitraum Raufutter angeboten. Um vermehrte Auseinandersetzungen während der Fütterungszeiten zu vermeiden, ist es wichtig, das genaue Tier-Fressplatz-Verhältnis zu kennen. Baumgartner et al. (2022) untersuchten in deren Studie, welches Verhältnis zu weniger aggressiven Verhaltensweisen führt. Dabei erwies sich ein Verhältnis von „ein Pferd auf drei Fressplätze“ (1:3) als positiv. Die zeitliche Begrenzung der Raufutteraufnahme verhindert Luxuskonsum und Übergewicht. Das Ziel dieses Fütterungssystems ist es einerseits bedarfsgerecht zu füttern. Andererseits sollen Fresspausen zwischen den Mahlzeiten möglichst kurzgehalten werden, so dass Pferde ihrer Art entsprechend über den gesamten 24-Stunden-Tag verteilt Raufutter aufnehmen können (Briefner et al. 2014). Es ist jedoch keine individuelle, auf das einzelne Pferd abgestimmte Fütterung möglich, lediglich eine zeitsynchrone Gruppenfütterung.



Abb. 3: Zeitgesteuerte Raufutterautomaten, in denen die Pferde zu bestimmten Tageszeiten Zugang zum Raufutter haben (© M. Baumgartner).

1.2. Transpondergesteuerte Raufutterabrufautomaten

Im Gegensatz zu den zeitgesteuerten Heuraufen kann eine an das Pferd angepasste, individuelle Raufuttergabe durch transpondergesteuerte Raufutterautomaten ermöglicht werden (Gülden und Büscher 2017). Bei diesen Abrufautomaten kann es sich sowohl um Kraft- als auch um Raufutterautomaten oder auch um eine Kombination aus beidem handeln (Zeitler-Feicht 2015). Dabei funktionieren alle Stationen nach einem ähnlichen Prinzip und sind heutzutage in der Regel als sogenannte Durchlaufstationen konzipiert. Dies bedeutet, dass die Pferde einen separaten Ein- und Ausgang haben und somit den Abrufautomaten nicht rückwärts verlassen müssen. Dabei sind die Automaten meist in einer L-Form aufgebaut (Zeitler-Feicht et al. 2010, Kjellberg und Morgan 2021; Abb. 4).

Den Abrufautomaten können die Pferde unabhängig von einer Fressberechtigung jederzeit betreten und auch verlassen. Durch den Eingang am Ende des Automaten gelangen die Pferde zu dem Sensor, vor welchem die Pferde ihren Transponder platzieren müssen. Dieser ist an der rechten Halsseite angebracht (in der Mähne eingeflochten, implantiert oder als Halsband getragen). Hat das Pferd eine Fressberechtigung, so schließt am Eingang eine Eingangssperre, damit ein nachfolgendes Pferd den Abrufautomaten nicht betreten kann und somit dem im Automaten befindlichen Pferd eine ungestörte Futteraufnahme ermöglicht wird. Zeitgleich öffnet sich bei den Raufutterautomaten ein Heuschieber, um den Zugang zum Heu zu gewähren (Kjellberg und Morgan 2021). Da sich der Heuschieber langsam nach unten bewegt und so den Zugang zum Raufutter gestattet, dauert es

einige Zeit (ca. 30s), bis das Pferd einen vollständigen Zugang erhält. Über einen zentralen Computer kann für jedes Pferd eine individuelle Raufutteranzahl an Fressminuten für den gesamten Tag eingestellt werden. Hieraus berechnet sich die Dauer der Fresszeiten und die Dauer der Pausen zwischen den Fresszeiten. Ein Infrarotsensor, welcher oberhalb des Abrufautomaten installiert ist und in Widerristhöhe auf das Pferd gerichtet ist, erfasst, ob sich das Pferd noch im Abrufautomaten befindet. Kann der Sensor zwei Minuten lang keine Bewegung erfassen, da das Pferd den Automaten vorzeitig verlassen hat oder die eingestellten Fressminuten aufgebraucht sind, so schließt sich der Heuschieber langsam wieder. Bei den Kraftfutterautomaten erhalten die Pferde das Kraftfutter in einem Futtertrog unmittelbar nach dem Abrufen, vorausgesetzt sie haben eine Berechtigung dafür (Kjellberg und Morgan 2021).

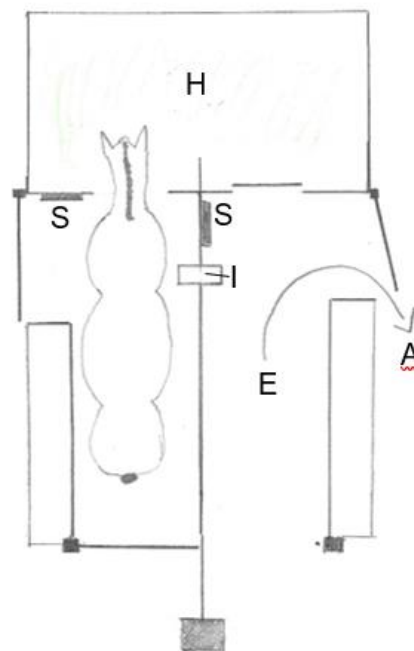


Abb. 4: Aufbau eines transpondergesteuerten Abrufautomaten mit zwei Fressplätzen im Einbahnstraßenprinzip; H = Heuraum, S = Sensor, E = Eingang, A = Ausgang, I = Infrarotsensor (eigene Zeichnung).

Empirische Beobachtungen in Praxisbetrieben ergaben, dass in transpondergesteuerten Raufutterabrufautomaten ein Phänomen auftritt, welches ein für Pferde ungewöhnliches, nicht der Art entsprechendes Verhalten beinhaltet. Dabei handelt es sich um einen „Urinabsatz in transpondergesteuerten Raufutterabrufautomaten“: Die Pferde urinieren hier auf einen harten Untergrund, was für sie untypisch ist, da Pferde für den Urinabsatz einen saugfähigen Untergrund bevorzugen (Zeitler-Feicht 2015).

2. Urinabsatz von Pferden

Urin wird in der rechten und linken Niere gebildet und dient dem Körper zur Ausscheidung von Flüssigkeiten sowie Abbauprodukten aus dem Körper. Darüber hinaus enthält der Urin von Pferden auch Pheromone (Engelhardt et al. 2015). Der Urin gelangt von der rechten und linken Niere über die beiden *Uretheren* zur Harnblase (*Vesica urinaria*). Hier wird der Urin gespeichert und über den *Urethra* gesammelt an die Außenwelt abgegeben. Der *Musculus urethralis* zusammen mit elastischen Elementen der Blasenschleimhaut und dem *M. detrusor vesicae* sorgen für die Kontinenz des Tieres (König und Liebich 2015).

Die Häufigkeit und Menge des abgesetzten Urins sind unter anderem abhängig von der aufgenommenen Flüssigkeit. Im Schnitt setzen Pferde alle 4 Stunden Urin ab (Zeitler-Feicht 2015). Der frisch abgesetzte Urin ist dabei zunächst geruchlos, ausgenommen von den enthaltenen Pheromonen. Durch das ubiquitär vorkommende Enzym Urease wird der Harnstoff in Ammoniak gespalten und die „urintypischen“ Ammoniakgase entstehen (Leinker 2007). Außerdem wird der Geruch über verschiedenste im Urin vorkommenden Bakterien gebildet (Troccaz et al. 2013).

2.1. Urinabsatzverhalten des Pferdes

Pferde bevorzugen für den Urinabsatz einen weichen, saugfähigen Untergrund, da vermutet wird, dass sie es vermeiden, eigene Körperteile zu bespritzen. Anatomisch bedingt bespritzen Wallache und Hengste bei einem Urinabsatz ihren Bauch und die Beine. Daher halten Sie den Urin über mehrere Stunden zurück, wenn kein passender Bodenbelag verfügbar ist (Sweeting et al. 1985, Zeeb 1992, Fader 2002, Zeitler-Feicht 2015).

Für den Urinabsatz nehmen sowohl männliche als auch weibliche Pferde eine für sie typische Haltung ein. Bei beiden Geschlechtern werden die Vorderbeine etwas weiter vorne platziert. Männliche Pferde nehmen bei gestreckten Hinterbeinen eine „Streckhaltung“ ein, wobei weibliche Pferde die Hinterbeine spreizen und beugen, sie nehmen somit eine „Spreizhaltung“ ein. In der Regel wird für den Urinabsatz die gerade ausgeführte Verhaltensweise (beispielsweise Futteraufnahme) unterbrochen, in einzelnen Fällen ist dies nicht der Fall (Zeitler-Feicht 2015).

Nach dem Urinabsatz kann bei weiblichen Pferden anschließend ein vermehrtes „Blitzen“ beobachtet werden. Als „Blitzen“ werden Kontraktionen der Klitoris bezeichnet (Engelhardt et al. 2015).

2.2. Pheromone

Als Pheromone werden chemische Komponenten beschrieben, welche zur innerartlichen Kommunikation dienen. Sie werden von Drüsen sezerniert und mit Urin, aber auch Speichel oder Tränenflüssigkeit, freigesetzt. Um die Pheromone wahrnehmen zu können, verfügen die Pferde über das Vomeronasal-Organ, welches blind in der Nase endet. Durch das Flehmen wird es über einen Saugpumpmechanismus ermöglicht, dass die dünnwandigen Gefäße in dem vomeronasalen Organ vermehrt durchblutet werden und so die Pheromone wahrgenommen werden können. Die Informationen werden anschließend im Hippocampus und Hypothalamus im Gehirn verarbeitet und wirken somit unmittelbar auf das Sexualverhalten (Grauvogl 1989, Engelhardt et al. 2015, Zeitler-Feicht 2015).

2.3. Vegetatives Nervensystem und seine Bedeutung für den Urinabsatz

Das vegetative Nervensystem besteht aus dem Sympathikus und dem Parasympathikus sowie dem enterischen Nervensystem. Dabei wirken der Sympathikus und der Parasympathikus in gewisser Weise entgegengesetzt. Der Sympathikus wird bei Belastung des Körpers aktiviert und führt u.a. zu einer Steigerung der Herzfrequenz. Im Urogenitaltrakt wirkt der Sympathikus kontrahierend auf den *M. sphincter vesicae interna* sowie erschlaffend auf den *M. detrusor vesicae*. Somit ist es bei einer Aktivität des Sympathikus nicht möglich, die Harnblase zu entleeren, wohingegen der Parasympathikus zu einer Kontraktion des *M. detrusor vesicae* führt und somit den Harndrang auslöst (Engelhardt et al. 2015). Dies bedeutet, dass es lediglich in einer entspannten Situation möglich ist,

die Harnblase zu entleeren, nicht aber in einer Stresssituation.

3. Sexualzyklus und sexualbedingtes Verhalten

Vermehrter Urinabsatz bei Pferden kann im Zusammenhang mit dem sexuell bedingten Verhalten von weiblichen und männlichen Tieren stehen. So kann es dabei auch zu einem vermehrten Harnabsatz auf einem harten Untergrund kommen (Engelhardt et al. 2015, Zeitler-Feicht 2015).

3.1. Sexuelles Verhalten bei weiblichen Pferden

Pferde sind saisonal polyöstrisch, genau wie Schafe und Ziegen (Schnorr und Kressin 2006, Aurich 2009, Engelhardt et al. 2015, Loeffler und Gäbel 2015, Brehm et al. 2017). Die Phase im Östrus wird bei den Pferden „Rosse“ genannt. Dabei gehören Pferde zu den „long-day breeders“, dies bedeutet, dass sie bei zunehmender Tageslichtlänge verstärkt „Rossesymptome“ zeigen. In den Herbst- und Wintermonaten zeigen die Stuten keine Rossesymptome, wobei die zyklusaussetzende Zeit wenige Wochen bis mehrere Monate betragen kann (Engelhardt et al. 2015). Die mittlere Zykluslänge beträgt beim Pferd in etwa 21-22 Tage, wobei die Dauer der Rosse zwischen zwei und zwölf Tagen variieren kann (Aurich 2009). In der Rosse kann es beim Pferd zu den rossetypischen Verhaltensweisen kommen. Dazu zählt, dass eine Stute im Fall von Empfängnisbereitschaft bei einem Kontakt mit einem Hengst die Hinterbeine breit stellt, den Schweif zur Seite anhebt und die Klitoris kontrahiert („Blitzen“). Weiterhin setzt die Stute kleinere Harnmengen vermischt mit Schleim ab (Aurich 2009).

3.2. Sexuelles Verhalten bei männlichen Pferden

Der Absatz kleinerer Harnmengen kann auch bei Hengsten beobachtet werden. Dies steht allerdings im Zusammenhang mit einem Markierverhalten. Hierbei setzen die Hengste kleinere Mengen Harn als chemisches Signal auf den Kot und Harn von anderen Hengsten oder Stuten ab (Kleiman 1966, Goldschmidt-Rothschild und Tschanz 1978, Lamoot et al. 2004). Dieses Verhalten wird von den Säugetieren gezeigt, wenn sie andere Mitglieder der gleichen Art nicht tolerieren und diese dominieren wollen (Ralls 1971). King und Gurnell (2007) untersuchten das Markierverhalten an Przewalski Pferden und konnten beobachten, dass die Hengste ein unterschiedliches Verhalten zeigten. Vor allem bei dem Markieren von

Exkrementen von Stuten wurden diese lediglich vor einem Markieren berechnet, nicht jedoch danach. Auch konnten sie beobachten, dass dieses Verhalten vorrangig in der Zuchtsaison auftrat, was mit dem Sexualzyklus von Stuten im Zusammenhang stehen kann.

4. Gesundheitliche Risiken durch Urin im Abrufautomaten

In den Abrufautomaten befindet sich ein planbefestigter Boden. In Abrufautomaten, in denen ein Urinabsatz stattfindet, sammelt sich folglich darin der Urin, da es keinen vorhergesehenen Abfluss für die Flüssigkeit gibt. Demzufolge sind die Pferde während des Automatenbesuches einer dauerhaften Belastung durch die entstehenden Schadgase in der Luft ausgesetzt. Die Hufe werden außerdem durch die Flüssigkeit am Boden aufgeweicht und vermehrt belastet. Aus verschiedenen Untersuchungen sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin ist bekannt, dass Ammoniak einen Einfluss auf die Gesundheit hat. Gerade im Hinblick auf den Klimawandel gilt es seit Jahren, die Schadstoffemission vor allem in der Tierhaltung zu reduzieren. Ein sehr großer Teil des Luftschadstoffes Ammoniak wird in Deutschland in der Landwirtschaft produziert (Varel et al. 2007, Mon et al. 2021). Ammoniak ist ein Reizgas, welches gesundheitliche Auswirkungen auf den Respirationstrakt und das Herz-Kreislauf-System haben kann. In Abrufautomaten, welche von einem Urinabsatz betroffen sind, werden die Pferde dauerhaft einer erhöhten Ammoniakkonzentration ausgesetzt. In der Nutztierhaltung hat man darüber hinaus auch herausgefunden, dass Schadstoffgase wie Ammoniak auch einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit in der Nutztierhaltung haben. Die Trennung von Kot und Urin kann eine Reduktion der Schadstoffgase bewirken. Außerdem ist Urin ein wichtiges Düngemittel für die Agrarwirtschaft (Randall et al. 2016). Aus diesem Grund brachten Dirksen et al. (2020) erfolgreich Kühen bei, eine Latrine zu benutzen.

4.1. Auswirkungen auf das respiratorische System

Eine erhöhte Ammoniakbelastung auf den Körper kann zu einer Beeinträchtigung der oberen und unteren Atemwege führen. Zudem kann durch das Reizgas Ammoniak das Riechvermögen beeinflusst werden (Jones et al. 2001). Außerdem können im Gesichtsbereich auch die Augen gereizt werden. Eine dauerhafte Schadgasbelastung kann zu Epithelschäden führen und die mukoziliäre Clearance in der Lunge beeinträchtigen. Dadurch bedingt sind Tiere, die solchen Gasen

ausgesetzt sind, anfälliger für eingeatmete Partikel und es kann zu Funktionsstörungen wie Bronchospasmus führen (Loftus et al. 2015, Mon et al. 2021). Aufgrund der gesundheitlichen Risiken in Bezug auf die Schadstoffbelastung der Tiere wurden Richtlinien erstellt, welche in einem Stall nicht überschritten werden sollen. Dieser liegt bei Pferden bei 10ppm (Detlef et al. 2006, BMEL 2009). Durch den Urinabsatz in den Abrufautomaten könnte es zu einer dauerhaft erhöhten Ammoniakkonzentration in den Abrufautomaten kommen, denen die Pferde immer wieder im Tagesverlauf ausgesetzt werden.

4.2. Auswirkungen auf die Hufgesundheit

Der Strahl ist Bestandteil der Huf-Sohle beim Pferd. Wird dieser dauerhaft unhygienischen Bodenverhältnisse ausgesetzt, kann es zu Strahlfäule kommen, bei welcher der harte Strahl durch Fäulnisbakterien aufweicht. Eine hohe Ammoniakkonzentration begünstigt das Entstehen von Strahlfäule. Des Weiteren sind auch noch prädisponierende Faktoren wie eine schlechte Hornqualität oder eine schlechte Hufkonformation begünstigende Faktoren für dieses Krankheitsbild. Außerdem führt die dauerhafte Exposition mit Urin zu einer Auflösung der Hornpartien. In einer weiteren Folge kann sich eine Strahlfäule zu einem sogenannten Hufkrebs entwickeln (Brehm et al. 2017). Auch bei Rindern ist bekannt, dass eine dauerhafte Exposition mit nassem untypischem Untergrund zu vermehrter Ballenfäule führen kann (Egger-Danner et al. 2021).

5. Lernverhalten

In den transpondergesteuerten Abrufautomaten müssen Pferde bei einer Gewöhnung an diesen Fütterungsvorgang erst lernen, wie sie ihr Anrecht auf das Futter erhalten (Kjellberg und Morgan 2021). Tiere oder auch der Mensch sind in der Lage, über verschiedene Lernformen neue Einflüsse oder Reize zu erlernen und diese mit neutralen, positiven oder negativen Emotionen zu verknüpfen. Beim Lernverhalten werden folgende Lernformen unterschieden: Nicht-assoziatives Lernen (Gewöhnung und Sensibilisierung), assoziatives Lernen (klassische und operante Konditionierung) und höher geordnete kognitive Fähigkeiten sowie die Prägung (Zeitler-Feicht 2015).

Bei der Gewöhnung (Habituation) handelt es sich um die einfachste Form des Lernens. Sie äußert sich darin, dass bei wiederholtem Angebot desselben Reizes, der weder mit positiven noch mit negativen Folgen verbunden ist, die

Reaktionsstärke des Tieres abnimmt. Dies ist ein sinnvoller Lernvorgang, da er verhindert, dass in der Umwelt vorkommende harmlose Reize ein Leben lang mit einer Schreckreaktion beantwortet werden müssen. Vielmehr findet bei wiederholtem Auftreten des Reizes eine allmähliche Abschwächung der Reaktion, also eine Gewöhnung statt (Briefer 2009, Kappeler 2012, Zeitler-Feicht 2015).

Die klassische sowie die operante Konditionierung gehören zum assoziativen Lernen. Bei dieser Lernform findet eine Verbindung (Assoziation) zwischen einer Verhaltensweise und einem neuen Reiz statt (Zeitler-Feicht 2015). Denkbar ist, dass es zu einem assoziativen Lernprozess zwischen Futtererhalt und Urinabsatz in den Abrufautomaten kommt.

5.1. Klassische Konditionierung

Bei der klassischen Konditionierung werden zwei vorher neutrale Reize in zeitlicher Nähe kombiniert und führen zu einer unterbewussten Reaktion (Kappeler 2012). Ivan Pavlov entdeckte diesen Lernmechanismus mit dem Pavlov'schen Hundeversuch. Durch klassische Konditionierung lernten die Hunde, dass auf ein akustisches Signal hin der Futtererhalt folgt. Nach einigen Wiederholungen ersetzte das akustische Signal den Futtergeruch oder den Futteranblick und führte zum Einspeicheln beim Hund. Die klassische Konditionierung kann sowohl mit einem belohnenden Reiz als auch mit einem Strafreiz hergestellt werden (Kappeler 2012, Zeitler-Feicht 2015).

5.2. Operante Konditionierung

Im Unterschied zur klassischen Konditionierung wird bei der operanten Konditionierung durch die Beeinflussung der Konsequenzen ein Verhalten verstärkt oder abgeschwächt. Dabei kann der Reiz ebenfalls sowohl positiv als auch negativ gelernt werden. Somit findet bei der operanten Konditionierung eine Verknüpfung zwischen einem Signal aus der Umwelt, dem eigenen Verhalten und der darauffolgenden Konsequenz statt (Kappeler 2012).

III. PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE

1. Veröffentlichung

Chiara N. Ellerbrock¹, Margit H. Zeitler-Feicht², Marianne Cockburn³, Michael H. Erhard¹, Miriam Baumgartner³

¹ Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Veterinärwissenschaftliches Department der Tierärztlichen Fakultät, LMU München

² Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, TUM School of Life Science Weihenstephan, Technische Universität München

³ Agroscope, Schweizer Nationalgestüt, Forschungsgruppe Equiden, Avenches, Schweiz

Urinating in transponder-controlled feeding stations - Analysis of an undesirable behaviour in horses

Applied Animal Behaviour Science

DOI: 10.1016/j.applanim.2023.106015

Angenommen am: 24.07.2023

Publiziert am: 09.08.2023



Contents lists available at ScienceDirect

Applied Animal Behaviour Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/applanim

Urinating in transponder-controlled feeding stations – Analysis of an undesirable behaviour in horses

Chiara N. Ellerbrock^a, Margit H. Zeitler-Feicht^b, Marianne Cockburn^c, Michael H. Erhard^a,
Miriam Baumgartner^{c,*}

^a Chair of Animal Welfare, Ethology, Animal Hygiene and Animal Husbandry, Department of Veterinary Sciences, LMU Munich, Veterinärstr. 13R, 80539 Munich, Germany

^b Chair of Organic Agriculture and Agronomy, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Liesel-Beckmann Str. 2, 85354 Freising, Germany

^c Agroscope, Swiss National Stud Farm, SNSTF, Les Longs-Prés 2, 1580 Avenches, Switzerland

ARTICLE INFO

Keywords:

Displacement activity
Horse behaviour
Automated feeding system
Equine welfare
Horse husbandry
Group housing

ABSTRACT

Urination in transponder-controlled roughage feeding stations is a widespread undesirable behaviour of group-housed horses. Urination on hard surfaces, such as the floor of the stations, is contrary to the natural elimination behaviour of horses because they prefer to urinate on soft, absorbent surfaces, and it increases ammonia emissions around the stations. The following aspects were analysed: a) urination as potential displacement activity during feed anticipation, b) absence of appropriate elimination areas in the stable and c) ammonia odour as a trigger stimulus. We observed a group of 33 horses in three different situations: 1) baseline situation, 2) provision of elimination areas containing an absorbent substrate in front of the feeding stations and 3) neutralisation of ammonia odour in the feeding stations. In the baseline situation all horses were observed, regardless whether they urinated in the feeding station or not. In the other two situations, only the urinating-horses were observed. We analysed 5 h of video per day, recorded on 4 days from seven feeding stations in each situation. We used an information theory approach, calculating three different (generalized) linear mixed effects models and all according sub-models. In the baseline situation, the horses showed that the horses urinated often after ‘ground exploration’, and there was more ground exploration in the urinating-horses than in the non-urinating-horses. In addition, a higher percentage of the mares than of the geldings urinated during at least one station visit, and mares urinated more often per visit than geldings. Before urination, the horses in most cases lowered the head toward the hay container to trigger the sensor and cause the station to open the partition and make the hay accessible. The time span between lowering the head and access to feed could be perceived as too long by the horses (maximum duration: 30 s) and lead to urination as a displacement activity. In addition, urination never occurred when the hay was accessible, only when the hay was inaccessible, closed, opening or closing. This leads us to conclude that urination is related to feed anticipation. The frequency of urination bouts was not reduced by installing additional elimination areas or neutralising the urine odour, so additional elimination areas and urine odour do not seem to have a role in the undesirable behaviour. Further research is needed to investigate a displacement activity or a classical conditioning in more detail to prevent urination by horses in automated feeding stations.

1. Introduction

In group housing systems for horses, technology is increasingly used to optimise labour efficiency. Automated feeding methods provide benefits not only in terms of labour but also regarding animal welfare. In transponder-controlled feeding stations it is possible to feed individualised rations of hay multiple times per day without extended intervals

between meals if enough feeding places are available, thus facilitating autonomous behaviour (Zeitler-Feicht, 2015; Kjellberg and Morgan, 2021). However, there may be risks associated, e.g. agonistic behaviour. Studies have so far focused on reducing the frequency of conflicts in the area around automated roughage feeding stations (Zeitler-Feicht et al., 2010; Baumgartner et al., 2022). Hence, automated feeding systems also bear unknown risks in terms of constraints in species-specific behaviour.

* Corresponding author.

E-mail address: miriam.baumgartner@agroscope.admin.ch (M. Baumgartner).

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.106015>

Received 4 May 2023; Received in revised form 19 July 2023; Accepted 24 July 2023

Available online 26 July 2023

0168-1591/© 2023 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Another potential risk is that the horse has to wait for a partitioning board to open to get access to the roughage in the station. During this phase of feed anticipation, the emotional state of the horse can quickly turn from excitement to frustration (Hintze et al., 2017; Dietze et al., 2019).

For instance, group-housed horses in open barns with such feeding systems show an unnatural, although widespread, behaviour: they urinate on a solid surface in the automated roughage feeding station next to the hay container. However, horses prefer a soft, absorbent surface for urination (Feist and McCullough, 1976; Sambraus and Zeitler-Feicht, 2003; Zeitler-Feicht, 2015). Especially stallions and geldings avoid spraying their belly and legs with urine (Zeeb, 1992) and can withhold their urine for several hours if no adequate substrate is present (Sweeting et al., 1985). Thus, open barns with group-housed horses usually provide elimination areas covered with absorbent substrate (Fader, 2002). Nevertheless, the horses may urinate elsewhere and possibly in undesirable places. According to surveys in German language regions of Europe, this undesirable behaviour occurs with a prevalence of approximately 42% in group housing systems (Ellerbrock et al., in prep.). Urination in the feeding station leads to exposure to high and thus potentially harmful ammonia concentrations during the entire roughage intake. As a consequence, the risk of thrush (Brehm et al., 2017) and respiratory tract irritation (Gerber and Straub, 2016) is increased. Moreover, large urine puddles can form inside and in front of the stations (Fig. 1). Managers from affected farms have reported that the residues from the urine and thus also the ammonia odour become persistent with time and cannot be removed with usual cleaning measures. In transponder-controlled concentrate feeding stations, which operate similarly to the transponder-controlled roughage feeding stations, undesirable urinating has very rarely been observed.

In livestock farming, studies aiming to guide the urination behaviour of farm animals have been conducted because of the associated ecological and economic problems. For animal welfare and economic reasons it is highly important to reduce ammonia in the barn, but such work has not been done in horses (Varel, 2002; Leinker, 2007; Varel et al., 2007; Dirksen et al., 2020).

To date, it is unknown what causes urination on solid floor in automated roughage feeding stations. The aim of the present study was to identify possible causes of this behaviour. We considered the following factors: a) urination as displacement activity during feed anticipation, b) absence of appropriate elimination areas in the stable facility next to the feeding stations and c) ammonia odour as a trigger stimulus for urination.



Fig. 1. Feeding station where horses urinate frequently.

2. Animals, materials and methods

2.1. Animals and farm

The study took place on a horse farm near Munich (Germany), housing 33 leisure horses (21 geldings and 12 mares) of different breeds and ages (range: 7–30 years). They were kept in an open barn where the undesirable behaviour of urinating in automated feeding stations had occurred regularly for many years. The open barn included seven automated roughage feeding stations (HIT single- and double-hay-dosing units, HIT Active Stable®, Weddingstedt, Germany), of which six were arranged in double stations and one was a single station. Adjacent to the lying halls, which were bedded with rubber mats, elimination areas had been established for years. In addition to the automated roughage feeding stations, there were two transponder-controlled concentrate feeding stations, in which no urination occurred during the observations. Straw was provided ad libitum in three panel feeding racks with 20 openings in total. The individual period of roughage availability per day in the automated roughage feeding stations was based on the body condition of the horses, judged by farm managers together with horse owners. One horse was given additional hay in a separate stall overnight because of his age, and one horse was ill throughout the period of the baseline situation, so he stayed in an individual stall.

2.2. Materials

Horses can enter transponder-controlled roughage feeding stations independently of their feeding time, which is checked via a sensor installed in the station in front of the hay container. When an incoming horse lowers the head toward the hay container and thus the sensor, the sensor detects the transponder that is implanted in the horse's neck, woven into the mane or attached with a neck collar (Fig. 2a) (Kjellberg and Morgan, 2021). If the horse has feeding time left, the rear gate at the station entrance closes, and the partitioning board to the hay container opens. It takes approximately 30 s from transponder detection to full feed access. The horse can then access the hay through the opening. An infrared sensor, which is installed on top of the station and directed at the horse's back (approximately at the withers), monitors the horse's presence in the station. If this sensor does not detect a horse for 2 min, the partitioning board to the hay container closes. The individual feeding duration in minutes throughout the 24-hour day can be programmed for each horse on a central computer. The program should ensure a species-appropriate roughage intake that is spread evenly throughout the day with only short intervals between meals (Zeitler-Feicht, 2015). The recommendation of about 10 meals per 24-hour day was met on the studied farm.

2.3. Methods

On randomly selected days between late September and late October 2021, we first assessed the baseline situation via video recordings. The recorded behaviours and events are listed in detail in Tables 1 and 2.

Thereafter, two mitigation trials were conducted between mid-January and early April 2022. In Trial 1 we examined the absence of appropriate elimination areas in the barn as a possible cause of urination in the feeding stalls. For this purpose, additional elimination areas, about 20 cm deep and filled with wood shavings, were installed in front of the automated roughage feeding stations (Fig. 2b). Thus, before entering the feeding station, the horses had to walk across a latrine with soft, absorbent substrate that is attractive for urination because horses avoid splashing their own body while urinating (Fader, 2002; Zeitler-Feicht, 2015).

In Trial 2 we examined the possible cause 'ammonia odour as trigger stimulus'. For this purpose, the solid floor inside the automated roughage feeding stations was neutralised by spreading granulate citric

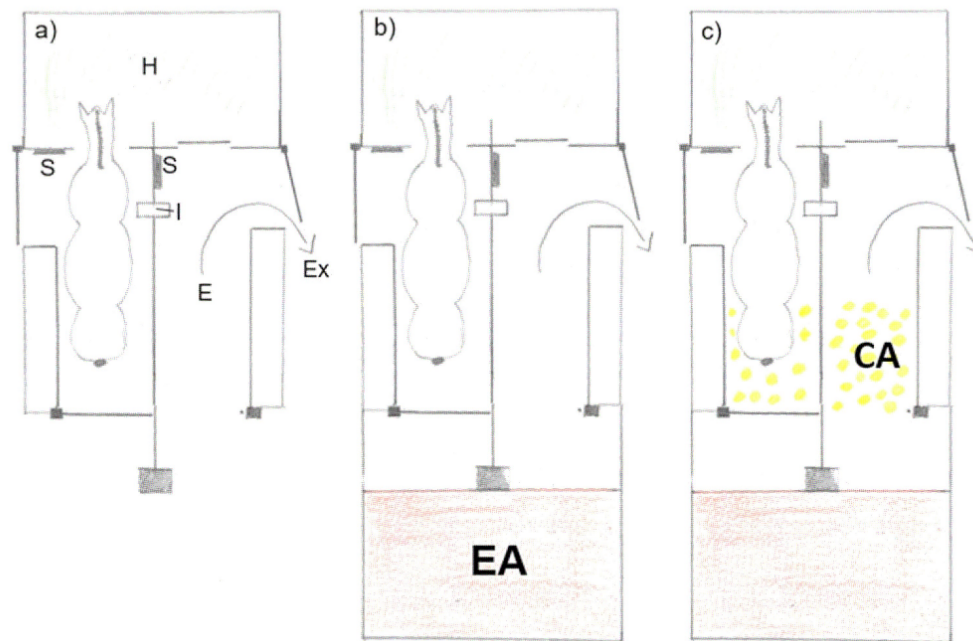


Fig. 2. Illustration of the transponder-controlled roughage feeding station for horses with two feeding places: a) baseline situation, b) Trial 1 (adding appropriate elimination areas next to the feeding stations), c) Trial 2 (adding citric acid to neutralise ammonia odour, which could be a trigger stimulus for urination); H = hay, S = sensor, I = infrared sensor, E = entrance, Ex = exit, EA = elimination area, CA = citric acid.

Table 1

Behaviours and events with description and unit or category of measurement assessed in the studied situations. All behaviours and environmental conditions were recorded during the baseline situation. During the two mitigation trials, only the frequency of urination bouts and the number of visits in the feeding stall were recorded for those horses that had shown urination in the baseline situation.

Behavioural category	Recorded event	Description	Levels of measurement
Elimination	Urination bouts	Occurrence of urination bouts	Number per station visit
	Position of partitioning board to the hay container	Position of the partitioning board at the beginning of urination	Closed, opening, open, closing
	Feeding attempt before urination	Lowering the head toward the sensor in front of the hay container maximally 30 s before urinating	Yes, no
Ingestion	Feeding bout	Lowering the head through the opening and lowering the head to the ground directly in front of the hay container. These behaviours indicated eating. (Hay was available on the ground when a previous horse had taken some roughage out of the hay container)	Number of feeding bouts per visit
Emotional state	High arousal	Aroused: ≥ 3 aggressive behaviours or pawing the ground indicating conflict- or frustration (see Table 2)	Yes, no
Exploration behaviour	Ground exploration	Lowering the head toward the ground in the area between entrance and infrared sensor	Number of bouts per visit

Table 2

Ethogram with social behaviours for evaluating the emotional state (modified after Goldschmidt-Rothschild and Goldschmidt-Rothschild and von, Tschanz, 1978; McDonnell and Haviland, 1995; Burla et al., 2016; Baumgartner et al., 2022).

Behaviour	Description
<i>Aggressive behaviours</i>	
Facial threat expression	The ears are pinned backward to the side of the horse's neck to the rear.
Threat to bite	Threatening facial expressions where the mouth is opened, the head is turned to the side, the teeth can be shown temporarily.
Head swing threat	The horse moves its head and neck to the side with a threatening expression but closed mouth.
Attack	The horse moves in the direction of the exit (where potentially another horse stays) with a threatening gesture, the head is stretched forward.
Threat to kick with hind leg	The horse lifts one of the hind legs without extending it. At the same time, the horse shows a facial threat expression
<i>Indicating conflict- or frustration-related behaviour</i>	
Pawing the ground	The horse hits the ground with a foot more than once.

acid (citric acid monohydrate, Golden Peanut®, Garstedt, Germany; Fig. 2c). This treatment successfully aimed lowering the increased pH on the floor in the feeding stations and thereby reducing the colonisation by ubiquitous urease-producing bacteria (Leinker, 2007; Randall et al., 2016; Ray et al., 2018). In each trial, the horses had an adaptation period of 3 weeks, after which the assessments were made over a study period of 14 days.

For each situation (baseline situation, Trial 1, Trial 2), the observation period was 5 h per day (from 17:00 h to 22:00 h), and seven roughage feeding stations were evaluated on 4 days, resulting in 140 h of video material per situation. During the baseline situation, the aim was to investigate possible reasons for the urination. To this purpose, the urination behaviour was recorded in detail, as well as other behaviours and events that might be related to urination (see Table 1). Our goal was to evaluate the behavior immediately before the onset of the feeding

stations opening mechanism. Therefore, the time-period for which behaviours were considered to be related to urination was set at 30 s before urination took place. This time span was chosen because the partitioning board to the hay container took about 30 s to fully open. Further, a pretest revealed that the preparation of the horses to urinate (tail raise, leg positioning) lasted up to 30 s, thus supporting this approach. Behaviours that indicate a high level of arousal, while a station visit, were additionally recorded (see Table 2). In the following, the horses that were observed urinating at least once in the baseline situation are described as the 'urinating-horses'. The horses that were not observed urinating at any time, in the baseline situation, are referred to as the 'non-urinating-horses'. During the two mitigation trials, only behaviours of the urinating-horses were recorded (number of station visits and frequency of urination bouts). If a horse did not enter any of the seven roughage feeding stations during the 5-hour observation period, the number of visits was recorded as zero, meaning that on the respective observation day, neither feed ingestion nor urinating was recorded for this horse. This was the case for three horses of the urinating-horses, once per horse, and for one horse of the non-urinating-horses.

2.4. Statistical analyses

Data were analysed in R version 4.3.0 (R Core Team, 2023). We calculated two linear mixed effects models and one generalized linear mixed effect model from three individual data sets with the 'lmer' and 'glmer' function from the 'lme4' package (Bates et al., 2015). Two of these models were used to investigate potential influencing factors, using the data recorded in the baseline situation, whereas the third model tested the effect of the two mitigation measures (adding appropriate elimination areas in front of the feeding station and neutralising the ammonia odour with citric acid) on the frequency of urination bouts in the feeding stalls. One dataset included all horses including the non-urinating-horses (dataset: all horses), whereas a second dataset only included the urinating-horses in the baseline situation (dataset: urinating horses). A third dataset included the urinating-horses in the three different situations (baseline situation and two mitigation measures, dataset: urinating horses in the different situations). The computed models are shown in Table 3.

The parameters for restricted maximum likelihood was set to false. After fitting the model, the residuals were tested for normal distribution and homogeneity of variance. If this assumption was not fulfilled, the data were logit transformed. This was the case for 'frequency of

urination'.

As we followed an information theory approach, *P*-values are not provided because this approach to model selection is an alternative to the more common *P*-value-based hypothesis testing. Prediction models were calculated by bootstrapping with the 'boot' package (Davison and Hinkley, 1997; Canty and Ripley, 2022). The 'dredge' function ('MuMin' package; (Burnham, 2002)) was used to find the best model based on the smallest Bayesian information criterion (BIC), smallest Akaike's information criterion (AIC) and largest model weight. The model weight can be interpreted as the probability that a specified model is optimal given the data in the set of models considered, where the model weights of all models in a given set add up to 1 (Symonds and Moussalli, 2011). The set was the maximum model described above and all simpler models including the null model. Although all models were run with the AIC and BIC, the BIC values were considered as the main result, because the BIC penalises complex models and as such selects the most functional model, whereas the AIC selects more complex models that best explain the data. The evidence ratio (ER) indicates how often the selected model is more likely to be true compared with the best model, and ER₀ indicates how often the selected model is more likely to be true compared with the null model. If the delta of the AIC and BIC between the first two models is below two, the simpler model should be chosen (Symonds and Moussalli, 2011; Cockburn et al., 2017). Furthermore, the data were plotted with the 'ggplot2' package (Wickham, 2016).

3. Results

In the baseline situation, the feeding stations were entered 379 times (258 times by urinating-horses) during the 4-day observation period, regardless of urination bouts. In 65.7% ($n = 249$ of 379) of the total station visits, the horses received hay from the hay container (62.4% of visits of urinating-horses, $n = 161$ of 258; non-urinating-horses: 72.7%, $n = 88$ of 121). In 48.5% ($n = 184$ of 379), the horses ate hay from the ground (51.6% of urinating-horses, $n = 133$ of 258; non-urinating-horses: 42.1, $n = 51$ of 121). On average, the horses triggered the sensor and consequently received feed from the hay container 1.40 times (1.42 times in urinating-horses) during a visit in the roughage feeding station (see Table 4).

At least one urination bout was observed in the automated roughage feeding stations in 19 horses (57.6%; $N = 33$). Among them were 11 of 12 mares and eight of 21 geldings. The non-urinating-horses were one mare and 13 geldings. The total number of urination bouts in the feeding stations was 193 (Fig. 3), occurring during 138 visits of horses that urinated. Thus, horses urinated in 53.4% of the visits. In the urinating-horses, the probability of urination during a visit was higher in mares ($\bar{X} = 0.619$) than in geldings ($\bar{X} = 0.314$; Fig. 4A).

If a horse showed the behaviour 'urinating in the automated roughage feeding station', it urinated on average 1.3 times during a visit. Mares were found more often than geldings to urinate more than once during a station visit (Fig. 4B). In addition, the mares urinating several times during a feeding station visit urinated several times per visit over the entire 4-week period. A high percentage (71.5%; $n = 138$ of 193) of the urination bouts occurred when the partitioning board to the hay container was in a closed position. In 26.4% ($n = 51$ of 193) of the station visits, horses urinated while the partitioning board was in the process of opening, and in 2.1% ($n = 4$ of 193) of the visits while the partitioning board was in the process of closing. When the partitioning board was open, urination behaviour did not occur. In 66.8% ($n = 129$ of 193) of the urination bouts, horses lowered their heads toward the sensor immediately before urination (see Table 5).

Regardless of urination behaviour, the horses explored the ground 108 times during 67 visits in total. In the non-urinating-horses, only one horse once performed this behaviour. In the urinating-horses, 62.6% ($n = 67$ of 107) of the cases of ground exploration were followed by urination behaviour. In comparison with the non-urinating-horses, we found that there were more urination bouts after exploring the ground

Table 3

Models created for the different data sets.

Model evaluating situation	Dataset	Used Model	Target Variable ^a	Fixed effects ^b	Random effects ^c
Baseline	All horses	glmer	UB	S + FA + EG + G	G/H + TD + FS
Baseline	Urinating horses	lmer	FU	S + FA + EG	H + TD + FS
Mitigation measures	Urinating horses in different situations	lmer	FU	MM	H + TD + FS

^a UB = urination bout during feeding station visit (factor with two levels), FU = frequency of urination bouts during feeding station visit (numeric)

^b S = Sex (factor with two levels), FA = feed availability (continuous), EG = exploration of the ground (continuous), G = classification of urinating- and non-urinating-horses (factor with two levels), MM = mitigation measures (factor with 3 levels), / = nested

^c G = classification of urinating- or non-urinating-horses, H = horse (factor with 33 levels), TD = trial day (factor with four levels), FS = feeding station (factor with seven levels)

Table 4
Descriptive statistics of the recorded behaviours and events.

Variable	Sample	Average frequency per visit	Standard deviation per visit	Maximum number per visit	Number of visits	Total number
Hay from the hay container	All horses	1.40	2.349	25	249	350
	Urinating horses	1.42	1.429	25	161	231
Hay from the ground	All horses	1.57	2.501	24	184	289
	Urinating horses	1.55	2.430	24	133	209
Urinating	Urinating Mares	1.49	1.140	8	108	161
	Urinating Geldings	1.07	0.254	2	30	32
Ground exploration	All horses	1.61	1.154	6	68	108
	Urinating horses	1.60	1.169	6	67	107
Before urinating	Urinating horses	1.34	0.872	4	49	67

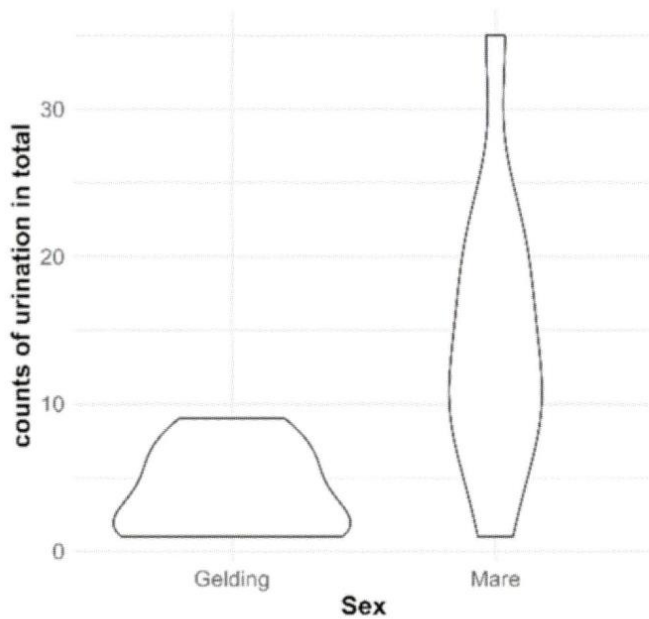


Fig. 3. Total numbers of urination independent of a feeding station visit separated by sex ($N_{\text{Geldings}} = 32$, $N_{\text{Mares}} = 161$).

(BIC_w : 0.153; ER: 0.452). The model with the smallest BIC value observed an effect of ground exploration and group, but it was not selected owing to the selection criteria; because the BIC difference between the best and the second-best model was < 2 , the simpler model was chosen, which included an effect of ground exploration (see Table 6). The model with the smallest AIC value contained ground

Table 5
Descriptive statistics of the recorded behaviours and events involving urination. The sample included only the urinating-horses.

Variable	Average frequency per urination	Standard deviation per urination	Maximum numbers per visit	Number of visits	Total number of urinations
Lowering the head (toward the hay container) before urinating	1.21	0.579	5	107	129
Partitioning board at beginning of urination	1.39	0.946	7	98	138
Closed	1.04	0.455	4	48	51
Opening	0	0	0	0	0
Open	1.33	1.528	3	2	4
Closing					

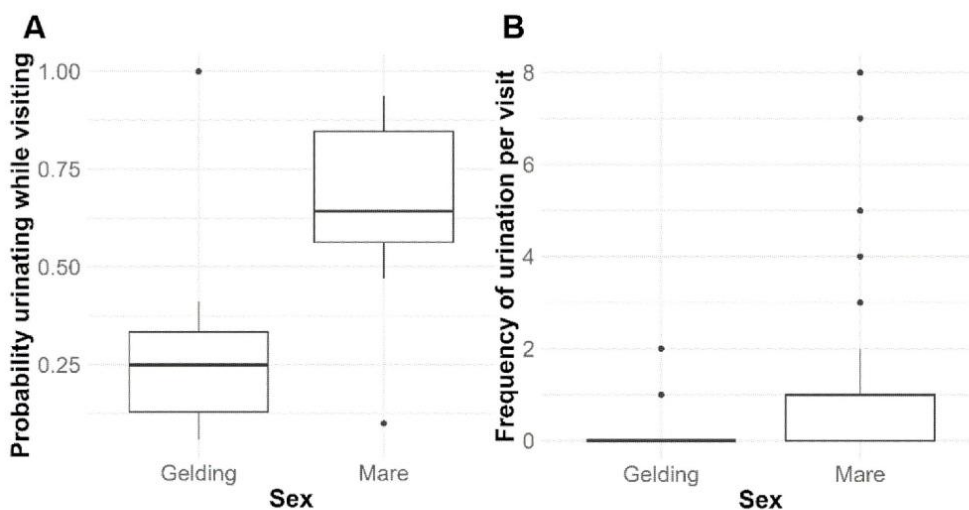


Fig. 4. (A) Probability of urinating in urinating-horses when visiting the station in the baseline situation, separated by sex ($N_{\text{geldings}} = 8$, $N_{\text{mares}} = 11$; e.g., the point at 1.0 indicates, that one gelding urinated each time while visiting the station). (B) Frequency of urination bouts per station visit in the baseline situation, separated by sex ($N_{\text{visitGeldings}} = 102$, $N_{\text{visitMares}} = 156$). Boxplot with median, 25th to 75th percentile and extreme values (shown with dots). Numbers refer to the number of horses per sex (A) and the number of urination bouts per sex (B).

Table 6

Model descriptions of the best model for the comparison with the urinating and non-urinating-horses including the simplest Model; The selected model is marked in bold. If the difference in the BIC/AIC between a simpler model and the best model was < 2, the simpler model was selected.

Model parameter ^a		1. model	2. model	3. model	
BIC	Fixed effects ^b	EG + G	EG + S + G	EG	
	Model complexity	10	14	2	
	Model hierarchy	1	2	3	
	BIC	297.8	298.4	299.4	
	BIC _w	0.338	0.253	0.153	
	Δ _i	0	0.57	0.158	
	ER	1	0.749	0.452	
	ER ₀	Infinite	Infinite	Infinite	
	AIC	Fixed effects ^b	EG + S	EG + S+ FA + G	EG + FA + S + G
		Model complexity	14	16	144
Model hierarchy		1	2	3	
AIC		266.9	268.1	268.5	
AIC _w		0.117	0.065	0.053	
Δ _i		0	1.18	1.59	
ER		1	0.556	0.453	
ER ₀		Infinite	Infinite	Infinite	

^a Parameters used in the BIC- and AIC-based model selection. Model hierarchy = position in the BIC/AIC table, BIC/AIC = BIC/AIC value, BIC_w/AIC_w = Bayesian/Akaike's weight representing the probability that the given model is the best, Δ_i = differences in the BIC/AIC in comparison with the best model, ER = evidence ratio indicating how often the selected model is more likely to be true compared with the best model, ER₀ = evidence ratio indicating how often the selected model is more likely to be true compared with the null model

^b EG = ground exploration, S = sex, G = group, FA = food availability, * = an interaction between variables

exploration, sex and group (AIC_w: 0.117; ER: 1) as fixed effects. Considering the 'urinating horses' dataset, an effect of ground exploration and sex could be observed in the AIC (AIC_w: 0.195; ER: 1). The same effect could also be observed in the model with the smallest BIC value, but the model was not selected owing to the selection criteria. Therefore, the best model had an effect only of ground exploration (BIC_w: 0.352; ER: 0.736; see Table 7).

The behavioural variables indicated high levels of arousal in 26.3% of the horses (five mares, one gelding). These horses showed high levels of arousal in 5.4% of the station visits (during 14 visits; the maximum was 27 times during one visit). Furthermore, we observed a horse that showed a posture typical of urination but was disturbed by another horse that was outside of the feeding station. The disturbed horse did not urinate and instead showed aggressive behaviours.

In the model comparing mitigation measures, the null model (no effects) was the best model under BIC model selection (BIC_w: 0.958; ER: 1), whereas the model under AIC selection indicated a mitigating effect for adding appropriate elimination areas in front of the feeding stations (AIC_w: 0.817; ER: 1).

4. Discussion

The present study is the first to investigate which causes could be responsible for the undesirable urination by horses in automated feeding stations and to what extent this behaviour could be prevented. The following factors were analysed as possible causes: a) urination as a displacement activity during feed anticipation, b) absence of appropriate elimination areas in the stable facility next to the feeding stations and c) ammonia odour as a trigger stimulus for urination.

The analyses revealed that the probability of horses that urinated during a station visit and the frequency of urination bouts per visit were

Table 7

Fixed effects of the best model from the model selection table for only considering the urinating-horses in the baseline situation; The selected model is marked in bold. If the difference in the BIC/AIC between a simpler model and the best model was < 2, the simpler model was selected.

Model parameter ^a		1. model	2. model	
BIC	Fixed effects ^b	EG + S	EG	
	Model complexity	6	2	
	Model hierarchy	1	2	
	BIC	423.0	423.6	
	BIC _w	0.478	0.352	
	Δ _i	0	0.61	
	ER	1	0.736	
	ER ₀	Infinite	Infinite	
	AIC	Fixed effects ^b	EG + S	EG + S + EG*S
		Model complexity	6	22
Model hierarchy		1	2	
AIC		398.1	398.8	
AIC _w		0.195	0.144	
Δ _i		0	0.61	
ER		1	0.738	
ER ₀		Infinite	Infinite	

^a Parameters used in the BIC- and AIC-based model selection. Model hierarchy = position in the given BIC/AIC table, BIC/AIC = BIC/AIC value, BIC_w/AIC_w = Bayesian/Akaike's weight representing the probability that the given model is the best, Δ_i = differences in the BIC/AIC in comparison with the best model, ER = evidence ratio indicating how often the selected model is more likely to be true compared with the best model, ER₀ = evidence ratio indicating how often the selected model is more likely to be true compared with the null model

^b EG = ground exploration, FA = food availability, S = sex

higher in mares than in geldings. In addition, 100% of urination bouts occurred while the partitioning board was in the closed position or in the process of opening or closing (i.e. while the hay was not yet or no longer accessible) and in 67% after the horses had lowered the head to get access to food. Ground exploration occurred more often in urinating-horses than in the non-urinating-horses and more often in mares than in geldings. Only a few horses showed high arousal during a visit to the feeding station. The mitigation trials did not result in any improvement in urination behaviour in the feeding station, although a potential improvement was observed when an appropriate elimination area was provided (Trial 1).

The finding of more pronounced urination in mares (11 of 12) than in geldings (eight of 21) and mares urinating more frequently per visit could be related to male-specific urination behaviour on hard surfaces. Theoretically, according to Zeeb (1992), especially stallions and geldings avoid spraying their belly and legs with urine. Oestrous behaviour could also be a reason for the frequent urinations of the mares. However, our observations were made in autumn, a season when mares rarely show oestrus-related behaviours (Aurich, 2009). Moreover, the mares in our study that did so during a visit in the feeding station urinated several times over the entire study period of 4 weeks. This observation contradicts the hypothesis of oestrus-induced urination behaviour because horses show oestrous behaviour only for approximately 5 days (Engelhardt et al., 2015).

As no urination was observed while the hay was accessible, this suggests that urination is related with feed accessibility and potentially feed-retention related frustration. Furthermore, in a majority of cases the horses urinated after lowering the head toward the sensor in front of the hay container. Our study also revealed that the horses had to trigger the sensor more than once to receive feed in the roughage feeding stations. This was due to technical problems with the sensor, which in some cases failed to recognise a horse in the station even if the horse was still present. In the most extreme case, a horse had to re-register for access to hay 25 times during a single feeding period. This circumstance was likely associated with negative emotions such as frustration because in the phase of feed anticipation, the emotional state of horses can quickly shift from 'pleasant anticipation' to frustration (Hintze et al., 2017).

Ricci-Bonot and Mills (2023) set the period of food anticipation to 10 s with a period of one minute of frustration at waiting for a reward. This time period corresponds well to the common duration of the opening phase of the partition in our study. The negative emotional states (frustration and disappointment) were characterized by more abnormal behaviours like “biting feeder”, “tongue show” and “chewing” (Ricci-Bonot and Mills, 2023). Horses in single housing systems show frustration-related behaviour while anticipating feed arrival (Dietze et al., 2019). In such a situation, horses can show spontaneous urination as a form of frustration or displacement activity (Zeitler-Feicht, 2015). In the present study, the horses could enter the automated feeding station anytime regardless of their allowed feeding time left. The length of the waiting period between two meals differed individually, and even for horses with feeding time, it took approximately 30 s until the feed was accessible.

The relatively long waiting period between detection by the sensor and feed receipt might also contribute to increased frustration in the roughage feeding stations. An additional indication for this is the finding that the horses in our study did not urinate in the two automated concentrate feeding stations although these operated with the same mechanism. A major difference was that in the concentrate feeding stations the horses directly accessed the feed and did not have to wait 30 s until the feed was accessible.

Based on our behavioural assessment 26% showed signs of high arousal. During high arousal, the sympathetic nervous system is activated in the body. Physiologically, the activity of the sympathetic nervous system inhibits the emptying of the bladder, whereas in restful situations the parasympathetic nervous system is activated and is said to promote body functions such as emptying of the bladder (Engelhardt et al., 2015). The fact that horses urinate only in a relaxed situation was illustrated by one of our studied animals. This horse was about to urinate when another horse approached the feeding station, whereupon the former interrupted the urination behaviour and instead displayed aggressive behaviour coinciding with increased arousal. In future studies, the level of high arousal could be assessed by measuring the heart rate and heart rate variability, which can provide an objective assessment to indicate if the sympathetic or the parasympathetic nervous system is being activated in certain situations (Scopa et al., 2018; Ketonen et al., 2022). Dietze et al. (2019) found that a delay in feed provision during the phase of feed anticipation induced an increase in the frequency of abnormal behaviours as well as increased changes between different abnormal behaviours. Scopa et al. (2018) suspects that abnormal behaviours, such as vacuum chewing, are calming behaviours used during or after stressful events. Because the feeding stalls were only observed from behind, we were not able to record facial expressions of the horses. The limited assessment of behaviours indicative of high arousal could be a reason why we found an increased level in only 26% of the horses. The delayed access to feed and, consequently, the emotional impact could impair the wellbeing of the horses in the transponder-controlled automated feeding stations and should be investigated in more detail. Installing additional cameras focused on the horses' head would help to reliably assess the emotional state. Therefore, the Horse Facial Action Coding System (EquiFACS) could be a useful tool (Carmo et al., 2023; Ricci-Bonot and Mills, 2023).

Because urinations mostly occurred after the lowering of the head toward the sensor and when the partitioning board was in the closed position, a classical conditioning is also conceivable. The first urination bout in a feeding station may have been a random behaviour caused by arousal or urine odour. During the next station visit (recurring situation) it is possible that the forthcoming access to feed subconsciously induced the urge to urinate. In this case, the horse does not consciously control the urination (Knipsel, 2007). Whereas with operant conditioning the horse may have learnt that urination is necessary to obtain food and it would urinate and expect to receive food afterwards (Kappeler, 2012). Both classical and operant conditioning or a combination of them are possible causes of urination. However, there are no research results on

the conditioning of urination in horses in our study.

As a further hypothesis, we tested the effect of additional and adequate elimination areas with sufficiently absorbent substrate. They were installed in front of the entrance to the automated feeding stations. Therefore, the horses had to cross these elimination areas when they entered the stations. We found no relevant reduction in urination in the feeding stations, in contrast to the results of Sambahaus and Zeitler-Feicht (2003). In their study, the horses urinated less frequently inside the feeding stations in two of the three open barns if an elimination area was present in front of the entrance to the station. Moreover, Muggenthaler et al. (2010) could observe that the horses urinated in ninety-five percent on a soft non splashing surface if there is one available.

Another hypothesis was that urine odour might be a trigger stimulus for urination. In the baseline situation the different results of the linear mixed effects models indicated an effect of ground exploration whereby more urination occurred after ground exploration. Moreover, whereas ground exploration was only shown once by one horse in the non-urinating-horses, 63% of the urinating-horses showed this behaviour before urination. Furthermore, mares did not only urinate more often than geldings but they also explored the ground more often. Thus, ground exploration was likely related to urination. In a further trial we treated the urine-contaminated floor area in the automated feeding station with citric acid to lower the pH and thereby inhibit the activity of the ubiquitous enzyme urease and neutralise the ammonia odour (Leinker, 2007; Troccaz et al., 2013; Randall et al., 2016). Although the treatment was successful in lowering the pH, the frequency of urination bouts in the feeding stations was not reduced by this mitigation measure. For several animal species, odorous substances in urine can be trigger stimuli for various behaviours, including urination (Nielsen, 2020). However, our results did not confirm the hypothesis that the ammonia odour stimulates the urination behaviour of the horses and thus the frequent urinations in the automated feeding stations. As we could only reduce the ammonia odour but not the other substances (e.g., pheromones), this could be a reason why the urination could not be reduced in the mitigation measures. Theoretically, the effect of ground exploration on urination might be associated with scent-marking behaviour, which is typical for stallions and possibly geldings (Ödberg and Francis-Smith, 1977; Tschanz, 1978; King and Gurnell, 2007). However, in the present study, mostly mares showed urination after ground exploration.

5. Conclusion

The results of our study show that many of the urination bouts in the automated feeding stations occurred in the context of feed anticipation and thus are probably caused by frustration. The time span from lowering the head to actual access to feed might be perceived as too long. In addition, our results suggest that various motivations can underlie urination in the feeding station (e.g. frustration, absence of appropriate elimination areas, urine odour). In addition, conditioning of urination behaviour to the subsequent access to feed cannot be excluded. The neutralisation of ammonia odour and an adequate positioning of the elimination areas did not reduce the frequency of urination bouts in the feeding stations. Future studies on the prevention of urination behaviour in automated feeding stations should be conducted to assess the effects of automated feeding methods on the psychological and physical wellbeing of horses. Such studies could include measurements of heart rate, heart rate variability and salivary cortisol as physiological indicators of arousal or stress as well as more cameras to observe the whole area around the stations. A useful approach would be to re-engineer the feeding station in a way that the horses can access the roughage directly and do not have to wait 30 s until they receive feed. Comparing a fast versus a slow opening partitioning board would help to further assess the causes of urination.

Ethical statement

All provided data were stored in anonymised form and are available on a public repository (<https://zenodo.org/record/8226012>) according to the General Data Protection Regulation. The Animal Welfare Officer of the Faculty of Veterinary Medicine declared that the study is no animal experiment according to the German Animal Welfare Act and EU Directive 63/2010. In addition, the non-invasive nature of the study complies with the Guidelines for the Ethical Treatment of Animals in Applied Animal Behaviour and Animal Welfare Research (ISAE Ethics Committee, 2017). Thus, ethical review and approval were not required for the animal study.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgements

We would like to thank the German Animal Welfare Federation (Stiftung des Deutschen Tierschutzbundes) for the financial support of the project. We are grateful to the farm manager and owners for allowing us to include their horses in our study.

References

- Brehm, W., Gehlen, H., Ohnesorge, B., Wehrend, A. (Eds.), 2017. *Handbuch Pferdepraxis*, 4th ed. Enke Verlag, Stuttgart, 1239 pp.
- Reproduktionsmedizin beim Pferd. Enke Verlag. In: Aurich, C. (Ed.), 2009. Stuttgart. <https://doi.org/10.1055/b-004-129751>.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S., 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J. Stat. Soft.* 67. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- Baumgartner, M., Erhard, M.H., Zeitler-Feicht, M.H., 2022. Which animal-to-feeding-place ratio at time-controlled hay racks is animal appropriate? Preliminary analysis of stress responses of horses. *Front. Vet. Sci.* 9, 1005102. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1005102>.
- Burla, J.-B., Ostertag, A., Patt, A., Bachmann, I., Hillmann, E., 2016. Effects of feeding management and group composition on agonistic behaviour of group-housed horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 176, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.011>.
- Burnham, K.P., 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*, 2nd ed. Springer New York, New York, NY, 512 pp.
- Canty, A., Ripley, B., 2022. *boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions*. R package version 1.3–28.1.
- Carmo, L.G., Werner, L.C., Michelotto, P.V., Daros, R.R., 2023. Horse behavior and facial movements in relation to food rewards. *PLoS One* 18, e0286045. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286045>.
- Cockburn, M., Schick, M., Maffioletti, N.A., Gyax, L., Savary, P., Umstätter, C., 2017. Lower working heights decrease contraction intensity of shoulder muscles in a herringbone 30° milking parlor. *J. Dairy Sci.* 100, 4914–4925. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11629>.
- Davison, A.C., Hinkley, D.V., 1997. *Bootstrap Methods and Their Application*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 582.
- Dietze, S., Zeitler-Feicht, M.H., Baumgartner, M., 2019. Worauf deutet eine erhöhte Aktivität der Pferde vor der Kraftfuttergabe hin - Vorfreude oder Stress? *Aktuel. Arb. Zur. artgemäßen Tierhalt.* 101–112.
- Dirksen, N., Langbein, J., Matthews, L., Puppe, B., Elliffe, D., Schrader, L., 2020. Conditionability of 'voluntary' and 'reflexive-like' behaviors, with special reference to elimination behavior in cattle. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 115, 5–12. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.05.006>.
- Engelhardt, W., von, Breves, G., Diener, M., Gäbel, G. (Eds.), 2015. *Physiologie der Haustiere*, 5th ed. Enke Verlag, Stuttgart, p. 675.
- Fader, C., 2002. *Ausscheide- und Ruheverhalten von Pferden in Offenlaufstall- und Boxenhaltung*. Diss. Agr. 206.
- Feist, J.D., McCullough, D.R., 1976. Behavior patterns and communication in feral horses. *Z. für Tierpsychol.* 41, 337–371. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1976.tb00947.x>.
- Gerber, V., Straub, R., 2016. *Pferdekrankheiten: Innere Medizin*, 2nd ed. UTB; Haupt Verl., Bern, 1 Online-Ressource.
- Goldschmidt-Rothschild, B., von, Tschanz, B., 1978. Soziale organisation und Verhalten einer Jungtierherde bei Carmargue-Pferd. *Z. für Tierpsychol.* 372–400.
- Hintze, S., Murphy, E., Bachmann, I., Wemelsfelder, F., Würbel, H., 2017. Qualitative behaviour assessment of horses exposed to short-term emotional treatments. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 196, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.012>.
- ISAE Ethics Committee, 2017. *Ethical Treatment of Animals in Applied Animal Behaviour Research: Guidelines*. (<https://www.applied-ethology.org/>). Accessed 3 May 2023.
- Kappeler, P.M., 2012. *Verhaltensbiologie*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, p. 648. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20653-5>.
- Ketonen, E.E., Salonen, V., Lonka, K., Salmela-Aro, K., 2022. Can you feel the excitement? Physiological correlates of students' self-reported emotions. *Br. J. Educ. Psychol.* e12534 <https://doi.org/10.1111/bjep.12534>.
- King, S.R.B., Gurnell, J., 2007. Scent-marking behaviour by stallions: an assessment of function in a reintroduced population of Przewalski horses (*Equus ferus przewalskii*). *J. Zool.* 272, 30–36. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00243.x>.
- Kjellberg, L., Morgan, K., 2021. Introduction to automatic forage stations and measurement of forage intake rate in an active open barn for horses. *Animal* 15, 100152. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100152>.
- Knipsel, H.H., 2007. *Harninkontinenz*. In: Jocham, D., Miller, K. (Eds.), *Praxis der Urologie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Leinker, M., 2007. *Entwicklung einer Prinziplösung zur Senkung von Ammoniakemissionen aus Nutztierställen mit Hilfe von Ureaseinhibitoren*. Dissertation agr. Univ. - und Landesbibl. Sachs. -Anhalt. <https://doi.org/10.25673/2784>.
- McDonnell, S.M., Haviland, J., 1995. Agonistic ethogram of the equid bachelor band. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43, 147–188. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)00550-X](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)00550-X).
- Muggenthaler, K., Zeitler-Feicht, M.H., Mühlbauer, A.-C., Kilian, E., Reiter, K., 2010. Sägespäne versus Liegematten - Untersuchungen zum Ausrüh- und Ausscheideverhalten von Pferden in der Liegehalle von Mehrraumaußenlaufställen mit Auslauf. *KTBL-Schr.* 145–155.
- Nielsen, B.L., 2020. *Olfaction in animal behaviour and welfare*. *KTBL-Schr.* 520, 11–17.
- Ödberg, F.O., Francis-Smith, K., 1977. Studies on the formation of ungrazed eliminative areas in fields used by horses. *Appl. Anim. Ethol.* 3, 27–34. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(77\)90068-2](https://doi.org/10.1016/0304-3762(77)90068-2).
- R Core Team, 2023. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Randall, D.G., Krähenbühl, M., Köpping, I., Larsen, T.A., Udert, K.M., 2016. A novel approach for stabilizing fresh urine by calcium hydroxide addition. *Water Res.* 95, 361–369. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.03.007>.
- Ray, H., Saetta, D., Boyer, T.H., 2018. Characterization of urea hydrolysis in fresh human urine and inhibition by chemical addition. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 4, 87–98. <https://doi.org/10.1039/C7EW00271H>.
- Ricci-Bonot, C., Mills, D.S., 2023. Recognising the facial expression of frustration in the horse during feeding period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 265, 105966 <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105966>.
- Sambras, H.H., Zeitler-Feicht, M., 2003. *Das Harnen von Pferden im Offenlaufstall*. *Pferdeheilkunde* 521–524.
- Scopa, C., Palagi, E., Sighieri, C., Baragli, P., 2018. Physiological outcomes of calming behaviors support the resilience hypothesis in horses. *Sci. Rep.* 8, 17501. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35561-7>.
- Sweeting, M.P., Houpt, C.E., Houpt, K.A., 1985. Social facilitation of feeding and time budgets in stabled ponies. *J. Anim. Sci.* 369–374. <https://doi.org/10.2527/jas1985.602369x>.
- Symonds, M.R.E., Moussalli, A., 2011. A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. *Behav. Ecol. Socio* 65, 13–21. <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1037-6>.
- Trocraz, M., Niclass, Y., Anziani, P., Starckenmann, C., 2013. The influence of thermal reaction and microbial transformation on the odour of human urine. *Flavour Fragr. J.* 28, 200–211. <https://doi.org/10.1002/ffj.3143>.
- Tschanz, B., 1978. *Sozialverhalten beim Camarguepferd - Dokumentierverhalten bei Hengsten* (Freilandaufnahmen).
- Varel, V.H., 2002. Carvacrol and thymol reduce swine waste odor and pathogens: stability of oils. *Curr. Microbiol.* 44, 38–43. <https://doi.org/10.1007/s00284-001-0071-z>.
- Varel, V.H., Wells, J.E., Miller, D.N., 2007. Combination of a urease inhibitor and a plant essential oil to control coliform bacteria, odour production and ammonia loss from cattle waste. *J. Appl. Microbiol.* 102, 472–477. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03120.x>.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer, Switzerland, p. 260. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4>.
- Zeeb, K., 1992. *Artgemäße Pferdehaltung und verhaltensgerechter Umgang mit Pferden*. In: Thein, P. (Ed.), *Handbuch Pferd*. BLV-Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.
- Zeitler-Feicht, M.H., 2015. *Handbuch Pferdeverhalten: Ursache, Therapie und Prophylaxe von Problemverhalten*, 3rd ed. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Online-Ressource.
- Zeitler-Feicht, M.H., Streit, S., Dempfle, L., 2010. Tiergerechtigkeit von Futterabfrustationen in der Gruppenhaltung von Pferden. *Tierarz. Prax.* 8, 363–370. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1624008>.

2. Weitere Publikationen

- 54. Internationale Tagung Angewandte Ethologie 2022: Vortrag und 10-seitiges Manuskript; Hybrid, 24.-25.11.2022

Ellerbrock CN, Zeitler-Feicht MH, Erhard MH, Baumgartner M (2022): Analyse des unerwünschten Verhaltens "Urinabsatz in Abrufautomaten" von Pferden. Aktuelle Arbeiten zur Artgemäßen Tierhaltung 2022. KTBL-Schrift 11530. S. 229-238.

- Tagung Pferdeforschung Schweiz 2023: Vortrag und 2-seitiges Extended Abstract; Hybrid, 20.04.2023

Ellerbrock CN, Zeitler-Feicht MH, Cockburn M, Erhard MH, Baumgartner M. (2023): Analyse des unerwünschten Verhaltens „Urinabsatz in Abrufautomaten“ von Pferden. Agroscope Science 133., S. 36-37.

IV. ERWEITERTE METHODEN, STATISTISCHE ANALYSE

1. Methoden Umfrage

Über einen betriebsinternen Verteiler der Fa. „HIT-Aktivstall®“ (Weddingstädt, Deutschland) wurde die Umfrage an die verschiedenen Betriebsleiter verschickt, um Informationen über die Gruppenhaltung (Verbreitung, bauliche Veränderungen, etc.) zu bekommen. Der Fragebogen ist in Anhang X.1 einsehbar. Der Online-Fragebogen wurde mit SoSci Survey Version 3.2.23 (Leiner 2019) realisiert und den Teilnehmern auf www.soscisurvey.de zur Verfügung gestellt. Der Fragebogen wurde anschließend im März 2021 an 151 Betriebsleiter im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) verschickt. Die Teilnehmer hatten zwei Monate Zeit, um an der Umfrage teilzunehmen. Ein Fragebogen wurde gewertet, wenn mindestens die Frage beantwortet wurde, ob die jeweiligen Abrufautomaten von einem Urinabsatz betroffen waren. Die Teilnehmer konnten grundsätzlich eine Frage nicht beantworten und trotzdem im Fragebogen fortfahren.

Die Umfrage war in sechs verschiedene Abschnitte gegliedert: Allgemeine Informationen über den Betrieb, allgemeine Informationen über die Pferde-Gruppe des Offenstalls, die Raufutterabrufautomaten, die Liegehalle, die Ausscheidbereiche und das Urinierverhalten. Der letzte Aspekt wurde in drei verschiedene Untergruppen gegliedert: Allgemeine Informationen, veränderte Umstände und ob das Urinierverhalten an jedem Abrufautomaten zu beobachten ist. Bei den meisten Fragen mussten sich die Teilnehmer für eine Antwort entscheiden, konnten aber auch einen Kommentar abgeben (z. B. um bestimmte Teilaspekte wie das Einstreu genauer spezifizieren zu können oder um einen Kommentar abgeben zu können, wenn keine passende Antwort vorhanden war). Die Befragten wurden zu jeder ihrer Gruppen in ihrer Stalleinrichtung befragt, es sei denn, sie hatten kein Urinieren an den Raufutterstationen. In diesem Fall mussten sie lediglich einen Fragebogen stellvertretend für all ihre Gruppen beantworten. Sie konnten auch den Fragebogen für nur eine betroffene Gruppe ausfüllen, sollten aber anschließend im Kommentarfeld die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen erläutern, vor allem, wenn sie auch Gruppen hatten, bei denen kein Urinabsatz in den Abrufautomaten zu beobachten war. Falls der Betrieb mehr als drei Gruppen hatte, musste dieser den Fragebogen nur für drei

Gruppen ausfüllen. Dies war jedoch nur bei einem Betrieb der Fall. Darüber hinaus wurden einige Fragen nur angezeigt, wenn eine übergeordnete Frage zuvor mit „ja“ beantwortet wurde (beispielsweise urinabsatzspezifische Fragen). Somit verlängerte sich der Fragebogen automatisch, um die genaueren Umstände zu erfragen. Da sich die Gruppengrößen sehr unterschieden, wurde bei der Ausstattung der transpondergesteuerten Abrufautomaten mit einem Tier/Fressplatzverhältnis gearbeitet. Dieses setzt sich aus der Gruppengröße und der Anzahl an Fressplätzen zusammen. Somit wurde ein relatives Verhältnis zwischen den Pferden und den in den Abrufautomaten verfügbaren Fressplätzen errechnet.

2. Statistische Analyse

Die Daten wurden mithilfe der Softwareprogramme R Version 4.3.0 (R Core Team 2023) und Microsoft Excel (Microsoft Corporation 2019) analysiert. Dabei wurden die Daten zum einen deskriptiv analysiert, zum anderen wurde mit einem linearen gemischten Effekte Modell (GLMM) mit der Funktion "glmer" aus dem Paket "lme4" (Bates et al. 2015) gerechnet. Das Modell sollte bewerten, ob das Urinerverhalten im Zusammenhang mit baulichen Gegebenheiten im Stall stehen kann. Das „Auftreten des Urinierens“ (Faktor mit 2 Stufen) war die Zielvariable während „Geschlechterverteilung“ (Faktor mit 4 Stufen), „Ausstattung Liegehalle“ (Faktor mit 5 Stufen), „Verfügbarkeit von Ausscheideplätzen“ (Faktor mit 2 Stufen) und „Gruppengröße“ (numerisch) als fixe Effekte berücksichtigt wurden. Außerdem wurde die Größe „Betrieb“ (Faktor mit 59 Stufen) geschachtelt in „Gruppe“ (Faktor mit 3 Stufen, Anzahl der in der Umfrage ausgefüllten Gruppenhaltungen) als zufälliger Effekt mit in das Modell einbezogen.

Die Funktion „dregde“ (Paket „MuMin“ (Bartoń 2023)) wurde verwendet, um das beste Modell auf der Grundlage des kleinsten Bayes'schen Informationskriteriums (BIC), des kleinsten Akaike'schen Informationskriteriums (AIC) und des größten Modellgewichts zu finden. Das Modellgewicht kann als die Wahrscheinlichkeit interpretiert werden, die zutrifft, dass ein bestimmtes Modell angesichts der Daten in der betrachteten Menge von Modellen optimal ist, wobei sich die Modellgewichte aller Modelle in einer bestimmten Menge zu 1 addieren (Symonds und Moussalli 2011). Die Stichprobe bestand aus dem oben beschriebenen Maximalmodell und allen einfacheren Modellen einschließlich des Nullmodells. Die „Restricted Maximum Likelihood“ wurde auf „false“ gesetzt. Obwohl alle

Modelle mit dem AIC und BIC durchgeführt wurden, wurden die BIC-Werte als Hauptergebnis betrachtet, da der BIC komplexe Modelle bestraft und somit das funktionalste Modell auswählt, während der AIC komplexere Modelle auswählt, die die Daten am besten erklären. Das Evidenzverhältnis zum Nullmodell (ER_0) gibt an, wie oft das ausgewählte Modell im Vergleich zum Nullmodell wahrscheinlicher ist, wohingegen das Evidenzverhältnis (ER) angibt, wie oft das gewählte Modell wahrscheinlicher ist im Vergleich zu dem besten Modell. Wenn das Delta von AIC und BIC zwischen den ersten beiden Modellen unter zwei liegt, sollte das einfachere Modell gewählt werden (Symonds und Moussalli 2011, Cockburn et al. 2017). P-Werte werden im Folgenden nicht angegeben, da dieser Ansatz zur Modellauswahl eine Alternative zu den häufigeren P-Wert-basierten Test darstellt.

Vorhersagemodelle wurden durch Bootstrapping mit dem Paket „boot“ (Davison und Hinkley 1997, Cauty und Ripley 2022) berechnet. Außerdem wurden die Grafiken mit dem Paket „ggplot2“ erstellt (Wickham 2016).

V. ERWEITERTE ERGEBNISSE

1. Analyse Verhaltensweisen

Ein Beriechen des Bodens konnte bei insgesamt 14 Pferden beobachtet werden. ($N_W = 5$, $N_S = 9$, 42,4%). Lediglich ein Wallach beroch den Boden, obwohl er zu keinem Zeitpunkt der Verhaltensbeobachtungen bei einem Urinabsatz beobachtet werden konnte. Von den Pferden, welche bei mindestens einem Mal beim „Beriechen des Bodens“ und generell bei einem Urinabsatz in Abrufautomaten beobachtet wurden, konnten in 84,6 % (11 aus 13; $N_W = 3$, $N_S = 8$) anschließend ein Urinabsatz beobachtet werden.

2. Umfrage

An der Onlineumfrage nahmen 59 Betriebe (Rücklaufquote: 40,3 %) mit insgesamt 109 Gruppenhaltungen teil. Da der Fragebogen nicht immer für jede einzelne Gruppenhaltung ausgefüllt wurde (z.B. kein Urinabsatz in Abrufautomaten; mehr als 3 Gruppenhaltungen), konnten nur 74 Gruppenhaltungen ausgewertet werden.

Tab.1: Absolute und prozentuale Anzahl teilnehmender Betriebe und Gruppen untergliedert nach dem Vorkommen von Urinabsatz in Abrufautomaten.

Variable	Mit Urinabsatz	Angabe in % mit Urinabsatz	Ohne Urinabsatz	Angabe in % ohne Urinabsatz	Anzahl gesamt
Betriebe	28	47,46	31	52,54	59
Gruppen	32	43,24	42	65,76	74

In 28 Betrieben und insgesamt 32 Gruppen konnte der Urinabsatz in den Abrufautomaten beobachtet werden (siehe Tab. 1). Davon war in vier Gruppen der Urinabsatz sowohl in den Raufutter- als auch in den Kraftfutterautomaten zu beobachten. Im Mittel trat der Urinabsatz nach 3,8 Jahren nach Eröffnung des Betriebes auf (siehe Tab. 2). In 68,8 % der Gruppen ($n = 22$) waren alle Abrufautomaten von dem Urinierverhalten betroffen und dies auch bei einem großen Teil jahreszeitenunabhängig (84,4 %, $n = 27$). In 31,3 % ($n = 10$) zeigten nur Stuten, in 6,3 % ($n = 2$) nur Wallache, in 34,4 % ($n = 11$) sowohl Stuten als auch Wallache den Urinabsatz in den Abrufautomaten. In 25 % ($n = 8$) der Gruppen war nicht bekannt, welche Pferde den Urinabsatz zeigten.

Tab. 2: Deskriptive Statistik der Ergebnisse der Umfrage.

Variable	Verwendeter Datensatz	Mittelwert	Standardabweichung	Minimale Anzahl	Maximale Anzahl
Anzahl Pferde in einer Gruppe					
	Alle Gruppen	20,04	10,36	3	57
	Gruppen mit Urinabsatz	23,78	10,13	9	57
	Gruppen ohne Urinabsatz	17,19	9,70	3	38
Tier-/Fressplatz-Verhältnis					
	Alle Gruppen	5,91:1	5,94:1	0	30:1
	Gruppen mit Urinabsatz	4,63:1	3,69:1	0	21:1
	Gruppen ohne Urinabsatz	6,88:1	7,10:1	0	30:1
Akzeptanz Ausscheideplätze in %					
	Alle Gruppen	20,70	29,73	0	91
	Gruppen mit Urinabsatz	30,54	30,55	0	86
	Gruppen ohne Urinabsatz	16,12	28,81	0	91
Beginn Urinabsatz in Jahre					
	Gruppen mit Urinabsatz	3,94	5,22	0	18

Die mittlere Gruppengröße lag bei allen Gruppen bei 20,04 Pferden (siehe Tab. 2, Abb. 5). Dabei waren in 71,6 % Stuten und Wallache zusammen in einer Gruppe, in 13,5% nur Wallache und in 4,1 % nur Stuten. In 10,8 % war eine andere Gruppenzusammensetzung vorhanden, beispielsweise nur Wallache mit einer Stute (siehe Tab.3). Das Tier-Fressplatzverhältnis von Pferden zu Abrufautomaten war im Mittel 5,9:1 (5,9 Pferde auf einen Fressplatz), wobei einige Gruppenhaltungen zusätzlich noch eine ad libitum Fütterung mit herkömmlichen Raufutterraufen hatten. In 43,2 % der Betriebe waren unabhängig von einem Urinabsatz in den Automaten Ausscheideplätze vorhanden. Die mittlere Akzeptanz der Ausscheideplätze für einen Urinabsatz war bei den Gruppen mit Urinabsatz höher als bei denen ohne. Jedoch mussten bei den Gruppen ohne Urinabsatz die Pferde häufiger bei einem Automatenbesuch zuvor einen Ausscheideplatz überqueren.

In dem GLMM hatte das beste Modell unter den BIC-Modellen einen Effekt von Gruppengröße und Vorhandensein von Ausscheideplätzen auf den Urinabsatz ($BIC_w = 0,84$; $ER = 1$; $ER_0 = 0,15$). Da das Delta zwischen dem besten und dem einfacheren Modell < 2 ist, muss das einfachere Modell gewählt werden, bei welchem lediglich ein Effekt der Gruppengröße zu beobachten war ($BIC_w = 0,4$; $ER = 0,84$; $ER_0 = 0,173$; $\Delta = 0,35$). Das beste Modell mit dem AIC hatte ebenfalls einen Effekt von der Gruppengröße und dem Vorhandensein von Ausscheideplätzen ($AIC_w = 0,27$; $ER = 1$; $ER_0 = 0,02$).

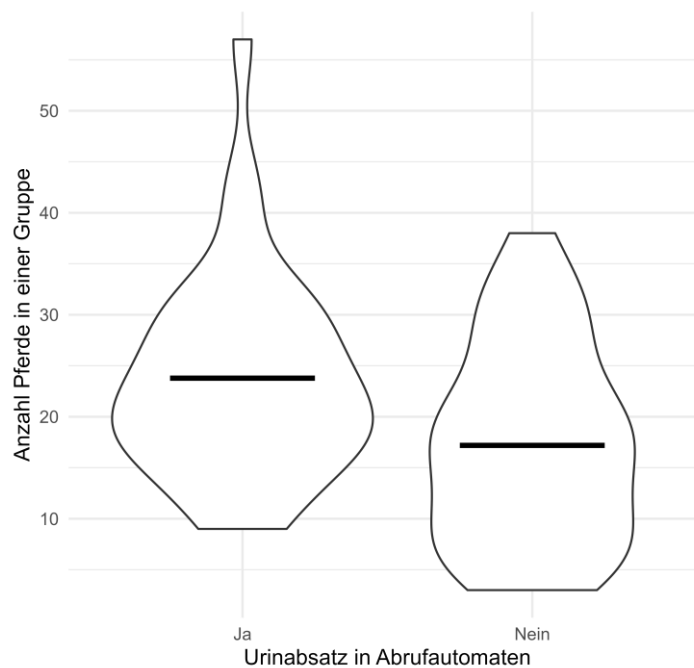


Abb. 5: Anzahl Pferde in einer Gruppenhaltung nach Vorhandensein von Urinabsatz in Abrufoautomaten. Der Median wird als Linie dargestellt.

Tab. 3: Absolute und prozentualen Ergebnisse der Umfrage.

Variable	Datensatz	Anzahl Gruppen (n)	Anzahl Gruppen gesamt (n _{ges})	Angabe in %
Wallache und Stuten gemeinsam in einer Gruppe				
	Alle Gruppen	53	74	71,62
	Gruppen mit Urinabsatz	24	32	75,00
	Gruppen ohne Urinabsatz	29	42	69,04
Nur Wallache in einer Gruppe				
	Alle Gruppen	10	74	13,51
	Gruppen mit Urinabsatz	5	32	15,63
	Gruppen ohne Urinabsatz	5	42	11,90
Nur Stuten in einer Gruppe				
	Alle Gruppen	3	74	4,05
	Gruppen mit Urinabsatz	1	32	3,13
	Gruppen ohne Urinabsatz	2	42	4,76
Sonstige Zusammensetzung in einer Gruppe (z.B. nur Wallache + 1 Stute)				
	Alle Gruppen	8	74	10,81
	Gruppen mit Urinabsatz	2	32	6,25
	Gruppen ohne Urinabsatz	6	42	14,29
Vorhandensein von Ausscheideplätzen				
	Alle Gruppen	32	74	43,24
	Gruppen mit Urinabsatz	18	32	56,25
	Gruppen ohne Urinabsatz	14	42	33,33
Überquerung von Ausscheideplätzen vor einem Automatenbesuch				
	Alle Gruppen	7	32	21,88
	Gruppen mit Urinabsatz	2	18	11,11
	Gruppen ohne Urinabsatz	5	14	35,71

VI. ERWEITERTE DISKUSSION

Ziel vorliegender Untersuchung war es, potenzielle Ursachen für den Urinabsatz in den Abrufautomaten zu finden. Mithilfe einer experimentellen Studie (Verhaltensbeobachtungen) in einem betroffenen Betrieb sollten die Verhaltensweisen der Pferde und damit mögliche Ursachen analysiert werden. Ebenfalls sollte durch eine epidemiologische Studie (Befragung der Betriebsleiter) evaluiert werden, ob bauliche Unterschiede zwischen den betroffenen und nicht betroffenen Betrieben im Hinblick auf den Urinabsatz bestehen und inwieweit das Verhalten in den einzelnen Betrieben etabliert ist. Die Gruppengröße sowie pferdegerechte Ausscheideplätze hatten in der Studie einen Einfluss auf das Urinabsatzverhalten der Pferde. Auch etabliert sich das Verhalten „Urinabsatz in den Abrufautomaten“ in den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich, im Mittel nach 3,8 Jahren. Insgesamt ist ein Großteil der Betriebe (Prävalenz von 47,5 %) von diesem Verhalten betroffen und zeigt daher die Relevanz der Forschung zu diesem Verhalten.

Obwohl die Rücklaufquote von 40,3% über dem Durchschnitt (34-36 %) der Rücklaufquoten von anderen Online-Umfragen war, ist es denkbar, dass es zu einer sogenannten Publikationsverzerrung der Ergebnisse kommen könnte (Shih und Fan 2008, Wu et al. 2022). Unter Publikationsverzerrung versteht man die Tendenz, eine Studie auf der Grundlage ihrer Ergebnisse und nicht auf der Grundlage ihrer theoretischen oder methodologischen Qualität zu veröffentlichen (Rothstein 2005, Wu et al. 2022). Dies bedeutet, dass allgemein angenommen wird, dass 47,5 % der Betriebe von einem Urinabsatz in Abrufautomaten betroffen sind. Dennoch ist es möglich, dass mehr Betriebe teilgenommen haben, die einen Urinabsatz in Abrufautomaten beobachten. Bei diesen Teilnehmern besteht ein höheres soziales und wirtschaftliches Interesse an der Untersuchung, was sie dazu bewegen könnte, an der Umfrage teilzunehmen (Keusch 2015). Es ist damit theoretisch möglich, dass die nicht erfassten Betriebe keinen Urinabsatz in Abrufautomaten haben und somit die tatsächliche Quote von „Urinabsatz in Abrufautomaten“ niedriger ist. Um diesem entgegenzuwirken, wurde der Fragebogen so erstellt, dass nicht-betroffene Betriebe diesen nur für eine Gruppe ausfüllen mussten. Zudem beschränkten sich die Fragen auf ein Mindestmaß, um den Zeitaufwand so gering wie möglich zu

halten und somit eine hohe Teilnehmerzahl zu erwirken. Dies bestätigt sich auch in der hohen Anzahl von Rückmeldungen aus Betrieben ohne Urinabsatzverhalten. Dennoch ist die erhobene Stichprobe nicht groß und es kann in den Ergebnissen zu einer Verzerrung kommen (Pourhoseingholi et al. 2013a). Im Vorfeld der Erstellung der Umfrage wäre es sinnvoll gewesen, eine sogenannte „Power-Analyse“ durchzuführen. Hierbei wird eine Stichprobengröße kalkuliert, welche mindestens sinnvoll ist, um eine geeignete Aussagekraft anhand der Ergebnisse treffen zu können (Pourhoseingholi et al. 2013b, Green und MacLeod 2016, Bagiella und Chang 2019). Die Zahl der kontaktierten Betriebsleiter war mit 151 nicht hoch. Dies lag an der Tatsache, dass lediglich deutschsprachige Betriebe kontaktiert wurden und hierbei nur diejenigen, welche in der Vergangenheit bei dem Hersteller mindestens einen transpondergesteuerten Abrufautomaten gekauft hatten. In einer zukünftigen Umfrage sollte diese nach Möglichkeit auf eine größere Region ausgedehnt werden und beispielsweise über soziale Medien verbreitet werden, um eine größere Stichprobe zu erhalten.

Der experimentelle Teil der Studie beinhaltet ebenfalls eine kleine Stichprobengröße (ein Betrieb mit 33 Pferden). Ziel des experimentellen Teils war es u.a. zu untersuchen, zu welchem Zeitpunkt Urin in den Abrufautomaten abgesetzt wird und ob es ein geschlechterspezifisches Verhalten bei den Pferden gibt. Zudem war vorrangig das Ziel, die Verhaltensweisen der einzelnen Pferde zu beobachten. In einer zukünftigen Studie sollten die Verhaltensbeobachtungen in mehreren Gruppen und in mehreren Betrieben durchgeführt werden, um die Ergebnisse besser belegen zu können.

Der Untergrund von Raufutterautomaten ist in der Regel planbefestigt. Ein Urinabsatz auf hartem Untergrund entspricht jedoch nicht dem arttypischen Verhalten von Pferden. Sie bevorzugen für die Miktion einen saugfähigen und weichen Untergrund (Feist und McCullough 1976, Zeeb 1992, Sambras und Zeitler-Feicht 2003, Zeitler-Feicht 2015). Vor allem Hengste und Wallache urinieren ungern auf harten Boden und halten teilweise den Harn mehrere Stunden zurück, wenn kein passender Bodenbelag vorhanden ist (Sweeting et al. 1985, Fader 2002, Zeitler-Feicht 2015). In der Verhaltensanalyse wurden mehr Stuten als Wallache bei einem Urinabsatz beobachtet, was mit dem rossebedingten Verhalten in Verbindung stehen könnte. Während des Östrus einer Stute, setzt sie vermehrt Urin ab, um einem potenziellen Hengst, selbst wenn dieser in einiger Entfernung

ist, ihre Paarungsbereitschaft zu signalisieren. Dabei verändert sich auch der Geruch des Urins durch die Sezernierung aus Drüsen im Harnleiter (Tschanz 1980, Ma und Klemm 1997, Aurich 2009). In der vorliegenden Untersuchung konnten die Stuten, welche mehrmals während eines Automatenbesuches Urin absetzten, allerdings dabei beobachtet werden, dass sie über den gesamten Zeitraum von vier Wochen mehrfach Urin während eines Automatenbesuches absetzten. Ma und Klemm (1997) beobachteten, dass auch Stuten, welche sich im Diöstrus befinden, mehrfach Urin absetzen können, um einem aufdringlichen Hengst zu signalisieren, dass sie nicht paarungsbereit sind. Dabei kann auch bei kastrierten Hengsten (Wallachen) der Uringeruch ein Besteigen und Kopulation auslösen. Ob ein aufdringlicher Wallach ein möglicher Auslöser für den Urinabsatz gewesen sein könnte, kann nicht abschließend gesagt werden, da lediglich die Abrufautomaten beobachtet wurden und nicht das gesamte Versuchsareal. Des Weiteren erfolgte in den Umfragerückläufen keine eindeutige Geschlechterzuordnung der urinierenden Pferde. Ein Grund dafür kann sein, dass in der Umfrage verschiedene Gruppenzusammensetzungen vorhanden waren (nur Stuten, nur Wallache, Wallache und Stuten). Außerdem kann es sein, dass die Stallbetreiber aus Zeitgründen nicht jedes einzelne Pferd kennen, welches einen Urinabsatz zeigt. Diese Tatsache bestätigt sich an der hohen Anzahl an Gruppen, bei denen nicht bekannt ist, ob der Urinabsatz geschlechterspezifisch ist (25 %).

Bei einem Markierverhalten werden chemische Signale auf Objekte oder Exkrememente der gleichen Art platziert, um zu dominieren. Dieses Verhalten kann bei vielen Säugetieren beobachtet werden (Ralls 1971). Cafazzo et al. (2012) konnten ein vermehrtes Markierverhalten vor allem bei dominanten Hunden beobachten, welche dies im Zusammenhang mit aggressiven Verhaltensweisen zeigten. Ein Markierverhalten wird auch bei Hengsten beschrieben (Feist und McCullough 1976). Sie setzen gezielt Urin auf den Urin oder Kot von Stuten ab, vor allem von solchen, die sich gerade im Östrus befinden. Dieses Verhalten wird damit erklärt, dass Hengste zum einen ihr Revier markieren, zum anderen damit verhindern wollen, dass andere Hengste erfahren, dass sich eine Stute gerade in der Paarungsbereitschaft befindet (Feist und McCullough 1976, Ma und Klemm 1997). Obwohl in der vorliegenden Verhaltensbeobachtung lediglich Wallache vorhanden waren, könnte der Urinabsatz dennoch auf das Verhalten von „hengstigen“ Wallachen zurückzuführen sein, auch wenn dieses Verhalten bei Wallachen in der

Literatur nicht beschrieben wird. Ob der Urinabsatz von Wallachen und Stuten im Zusammenhang mit einem dominanten oder territorialen Verhalten steht, kann nicht abschließend beurteilt werden, da keine Evaluierung der Beziehungen der Pferde untereinander durchgeführt wurde. Dennoch konnte in vorliegender experimenteller Studie festgestellt werden, dass mit der Ausnahme von einem alle Pferde, die den Boden berochen hatten, auch ein Urinabsatzverhalten zeigten. Des Weiteren wurde das Verhalten „Beriechen des Bodens“ zu einem großen Teil von Stuten gezeigt und nicht von Wallachen. Jedoch wird in der Literatur ein Markierverhalten bei Stuten nicht beschrieben. Dies lässt vermuten, dass der Urinabsatz mit einem „Beriechen des Bodens“ und damit dem Beriechen des Urins von vorherigen Pferden in Zusammenhang stehen könnte. In einer zukünftigen Untersuchung sollte darauf geachtet werden, dass auch Verhaltensweisen wie beispielsweise das Flehmen zuverlässig erfasst werden, da dieses Verhalten gezeigt wird, damit die Pheromone über das vomeronasale Organ besser aufgenommen werden können (Engelhardt et al. 2015, Zeitler-Feicht 2015).

Sambras und Zeitler-Feicht (2003) konnten in ihrer Untersuchung ein vermehrtes Urinieren in Abrufautomaten beobachten, während oder nachdem die Pferde Raufutter aufgenommen hatten. Jedoch suchten Pferde für den Urinabsatz einen weichen saugfähigen Untergrund auf und unterbrachen dafür ihre zuvor verrichtete Handlung (Sweeting et al. 1985, Zeitler-Feicht 2015). Die Beobachtung, dass vermehrt Urin während oder nach einer Raufutteraufnahme abgesetzt wurde, konnte in den Verhaltensbeobachtungen der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Ein Urinabsatz bei geöffnetem Heuschieber konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden. Auch wenn bei einem Pferd der Urinabsatz erfolgte, während sich der Heuschieber „am Schließen“ befand, wird dies eher einer Frustration zugeordnet, da dieses Pferd bei dem Automatenbesuch 25-mal das Futter neu abrufen musste. Dies ergab sich aufgrund eines technischen Problems bei der Erkennung des Pferdes. Hierbei erfasste der Infrarotsensor nicht zuverlässig, ob sich das Pferd noch im Abrufautomaten befand. Da der untersuchte Betrieb eine ältere Version der Infrarotsensoren verbaut hatte, wurden diese im Anschluss an die Studie aufgrund der Beobachtungen gegen vom Hersteller verfügbare neuere Ultraschallsensoren ausgetauscht, bei denen der vorzeitige Futterentzug bisher nicht beobachtet werden konnte.

Eine erhöhte Erregung und eine darauffolgende Frustrationssituation könnte eine weitere mögliche Erklärung für das Urinabsatzverhalten sein. In der vorliegenden Verhaltensbeobachtung konnten bei 26% der beobachteten Pferde eine erhöhte Erregung festgestellt werden. Dies könnte sein, da die Pferde entweder je nach Persönlichkeit ihre hohe Erregung nicht durch offensichtliche Verhaltensänderungen (aggressives Verhalten, Verhaltensauffälligkeiten) zeigten oder nicht alle Pferde aufgrund eines erfolglosen Futterabrufversuches Stress empfanden. Ijichi et al. (2013) vermuten, dass emotionale Abstumpfung einhergehend mit kaum wahrnehmbaren Verhaltensänderungen eine alternative Coping-Strategie bei Stress darstellt, was erstere Hypothese bestätigen würde. Peters et al. (2012) stellten fest, dass ein antizipatorisches Verhalten ebenfalls mit einer Steigerung der Herzfrequenz verbunden ist. Zudem wurden aber auch die Verhaltensweisen Scharren, Stangenbeißen, Schweifschlagen etc. vermehrt gezeigt. Dabei ist denkbar, dass bei den Pferden die hohe Erregung schnell in Frustration umschlagen und es anschließend zu einem Urinabsatz kommen kann (Hintze et al. 2017, Dietze et al. 2019). In der Untersuchung von Ricci-Bonot und Mills (2023) konnte eine Futtererwartung nach 10s trainiert werden, wobei es hierbei auch individuelle Unterschiede in Bezug auf die emotionale Reaktion gab. Dabei kann dies an der unterschiedlichen Frustrationsanfälligkeit der einzelnen Pferde liegen. Um eine Stressreaktion final ausschließen zu können, sollten deshalb weitere Untersuchungen unter Einbindung physiologischer Parameter erfolgen. Ebenso sollten weitere Kameras installiert werden, welche den Kopf der Pferde aufzeichnen, um zum Beispiel eine Auswertung mit EquiFACS durchzuführen (Wathan et al. 2015, Ricci-Bonot und Mills 2023). Des Weiteren wären Speichelcortisolmessungen ebenfalls eine gute ergänzende Methode, um den Erregungszustand zu erfassen und zu klären, ob die Pferde in der Phase der Futtererwartung Stress empfanden. Dennoch deuten die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung darauf hin, dass die Pferde eine Übersprunghandlung aufgrund der langen Zeitspanne zeigen. Bis eine vollständige Futtervorlage erfolgt, dauert es ca. 30s, welche von den Pferden als zu lang empfunden werden kann. Die Abrufautomaten sollten dahingehend umgebaut werden, dass die Pferde direkt den Zugang zu dem Heu erhalten und nicht ca. 30 Sekunden auf den Futtererhalt warten müssen.

In freier Natur leben sowohl Stuten als auch Hengste in einer Gruppe zusammen. Dabei kann die Gruppengröße von zwei bis ungefähr 35 Pferden variieren. Allerdings sind über zehn Pferde am häufigsten vorzufinden, eine Gruppengröße von mehr als 17 Pferden wird dabei in freier Natur in der Regel nicht überschritten (Feist und McCullough 1976, Goldschmidt-Rothschild und Tschanz 1978, Waring 1983, Hartmann et al. 2012, Pinto und Hirata 2020). In der Umfrage betrug die mittlere Gruppengröße 20,04 Pferden, wobei diese sehr unterschiedlich war ($n_{\min} = 3$; $n_{\max} = 57$). Ein Zusammenhang zwischen der Gruppengröße und dem Urinabsatz konnte darüber hinaus in dem GLMM dargestellt werden. Die Gruppengröße betrug im Mittel 23,78 bei Betrieben mit Urinabsatz im Vergleich zu lediglich durchschnittlich 17,19 Pferden je Gruppe bei Betrieben, auf denen das Urinieren in Abrufautomaten nicht auftrat. In stabilen Gruppen sind Auseinandersetzungen bezüglich der Beziehungen der einzelnen Pferde untereinander deutlich seltener als in Gruppen mit einem hohen Wechsel an Pferden (Zeitler-Feicht 2015, Sigurjónsdóttir und Haraldsson 2019). Darüber hinaus kann das Platzangebot und die Gruppengröße einen Einfluss auf das Verhalten der Pferde haben. Jedoch ist dies noch nicht hinreichend experimentell untersucht bisherige Studien liefern gegensätzliche Ergebnisse (Hartmann et al. 2012). Vermehrte aggressive Auseinandersetzungen zwischen den Pferden können erhöhten Stress, vor allem bei den subdominanten Pferden bedeuten (Zeitler-Feicht et al. 2006, Fureix et al. 2012, Zeitler-Feicht 2015, Hausberger et al. 2016, Sigurjónsdóttir und Haraldsson 2019). Eine Annahme ist hierbei, dass die Pferde bei einem Automatenbesuch ungestört sind und sie sich hierbei entspannen können, da sie im Automaten nicht direkt von einem anderen Pferd vertrieben werden können. Dabei kann es zu einem spontanen Urinabsatz kommen (Zeitler-Feicht 2015). Allerdings würde dies folgern, dass der Urinabsatz vor einem Futterabrufversuch stattfindet, also unmittelbar nach Betreten des Automaten, was in den Verhaltensbeobachtungen nicht bestätigt werden konnte. Darüber hinaus zeigen nicht alle Pferde in vorliegender Verhaltensbeobachtung den Urinabsatz in Abrufautomaten (19 von 33 Pferden). Dadurch erhöht sich stochastisch bei einer größeren Gruppenzusammensetzung auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich Pferdepersönlichkeiten in der Gruppe befinden, welche dieses Verhalten zeigen.

Korrekt positionierte und für Pferde attraktive Ausscheideplätze können das Ausscheideverhalten in Offenstallhaltungen beeinflussen (Sambraus et al. 2003). Fader (2002) untersuchte das Ausscheideverhalten auf Ausscheideplätzen an fressstandnahen und -fernen Plätzen. Dabei konnte festgestellt werden, dass fressstandnahe Ausscheideplätze vermehrt für den Harn- und Kotabsatz verwendet wurden und somit das Absatzverhalten der Pferde lenkbar ist. Allerdings vermutet sie ebenfalls, dass soziale Einflüsse auf das Harnabsatzverhalten wirken, so konnte ein vermehrter Harnabsatz von rangniederen Pferden auf den Ausscheideplätzen beobachtet werden. Die Akzeptanz von Ausscheideplätzen kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Umfrage bestätigt werden. Dabei zeigte die Untersuchung, dass Ausscheideplätze in der Regel von den Pferden gut akzeptiert werden. Bei den GLMM war sowohl in dem BIC als auch im AIC das beste Modell mit verfügbaren Ausscheideplätzen. Auch wenn im BIC das einfachere Modell genommen werden musste, welches lediglich einen Effekt der Gruppengröße hatte, so ist zumindest ein positiver Effekt von Verfügbarkeit von Ausscheideplätzen im Hinblick auf den Urinabsatz in Abrufautomaten vorhanden. Somit ist es sinnvoll, den Pferden einen für den Urinabsatz weichen und saugfähigen Untergrund in einer Gruppenhaltung anzubieten. In der Umfrage wurde unter anderem erfragt, ob auch an anderer Stelle vermehrt Urin abgesetzt wurde (z.B. Sand-Wälzbereich). Allerdings ist es schwierig, dies zuverlässig zu beurteilen, da der Urin schnell versickert und die Betriebsleiter nicht immer alle Pferde beobachten. Aufgrund der dennoch hohen Akzeptanz von Ausscheideplätzen in der Umfrage und der leichten Verbesserung durch die zusätzliche Installation von Ausscheideplätzen vor den Abrufautomaten in den Ställen der Verhaltensbeobachtung sollte bei einer Planung eines neuen Stalles auf eine korrekte Positionierung von pferdegerechten Ausscheideplätzen geachtet werden.

In vorliegender Verhaltensbeobachtung konnte keine Reduktion von Urinabsätzen trotz Neutralisierung des Ammoniakgeruches beobachtet werden. Dies kann im Zusammenhang damit stehen, dass der Uringeruch nicht allein durch die ammoniakbildenden Bakterien entsteht. Im Urin sind vielmehr verschiedene Komponenten, inklusive der Abbauprodukte, vorhanden (Troccaz et al. 2013). Zusätzlich sind im Urin von Pferden Sezernierungen von den endokrinen Drüsen enthalten, welche anderen Pferden Informationen über den Zyklusstand geben können (Ma und Klemm 1997, Engelhardt et al. 2015, Chappuis et al. 2016, Nielsen

2020). In vorliegender Verhaltensbeobachtung wurde im Vorfeld erfolgreich getestet, dass der pH-Wert durch die Zugabe von Zitronensäure gesenkt werden kann. In der Humanmedizin wird seit Jahren an einer Geruchreduktion von Toiletten und Inkontinenzprodukten gearbeitet. Dabei hat man herausgefunden, dass sich der typische Uringeruch aus verschiedenen Bakterien und flüchtigen organischen Substanzen bildet (Troccaz et al. 2013, Chappuis et al. 2016, Ray et al. 2018). Darüber hinaus verändert sich auch der Uringeruch in Abhängigkeit von der Temperatur und hat auch hier eine starke Variation (Leinker 2007). Ryttsén et al. (2019) konnten jedoch durch eine pH-Reduktion die meisten Gerüche neutralisieren, weshalb in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls diese Methode gewählt wurde. Temperaturbedingt ist im Sommer der Uringeruch deutlich intensiver als in den kühleren Jahreszeiten Herbst und Winter. Wenn der Uringeruch einen deutlichen Einfluss auf den Urinabsatz hätte, müssten demnach im Sommer deutlich mehr Urinabsätze zu beobachten sein. Jedoch werden die Abrufautomaten täglich gesäubert und die nassen Stellen entfernt. Darüber hinaus fanden die Untersuchungen in einer kühleren Jahreszeit statt und es konnten dennoch einige Urinabsätze beobachtet werden. In der Befragung der Betriebsleiter konnte ebenfalls ein jahreszeitenunabhängiger Urinabsatz festgestellt werden. Dies lässt vermuten, dass der Uringeruch nicht der alleinige Grund für einen Urinabsatz in den Abrufautomaten ist.

Mithilfe der vorliegenden experimentellen und epidemiologischen Studien konnte keine eindeutige Ursache für den Urinabsatz gefunden werden. Vielmehr kann es aufgrund vieler verschiedener Einflüsse (Übersprunghandlung, Ausscheideplätze, Uringeruch) bei den Pferden zu einem Urinabsatz kommen. Auch kann eine klassische oder operante Konditionierung oder eine Kombination aus beiden Lernverhaltensweisen nicht ausgeschlossen werden. Denkbar ist darüber hinaus, dass von den Pferden eine Verknüpfung zwischen den zuvor unabhängigen Reizen (Urinabsatz und Futtererhalt) mit der Zeit hergestellt wurde (Kappeler 2012). Dies würde bedeuten, dass die Pferde gelernt haben, Urinabsatz sei für den Futtererhalt erforderlich. In einem zukünftigen Versuch sollte mit Gegenkonditionierung untersucht werden, ob dieses erlernte Verhalten einen Einfluss auf den Urinabsatz in den Abrufautomaten hat.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Ursachen und Steuerungsmöglichkeiten des Urinabsatzverhaltens bei Pferden - Lösungsansätze zum (Problemverhalten) Urinieren in den Abrufautomaten

Die automatisierte Fütterungstechnik wird vermehrt in der Nutztierhaltung eingesetzt, da sie einige Vorteile hinsichtlich einer Arbeitserleichterung bietet und die Tiere die Möglichkeit haben, sich selbstbestimmt zu verhalten. Allerdings bergen neue Techniken auch Risiken im Hinblick auf das Tierwohl. So kann in der Pferdehaltung in einigen Betrieben ein weitverbreitetes Phänomen, das zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen (hohe Ammoniakkonzentrationen) führen kann, beobachtet werden: der Urinabsatz in transpondergesteuerten Raufutterabrufautomaten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es mittels experimenteller (420 h Verhaltensbeobachtung der Abrufautomaten in einem betroffenen Betrieb mit 33 Pferden) und epidemiologischer Studien (Online-Fragebogen mit 59 teilgenommenen Betrieben und insgesamt 74 Gruppenhaltungen von insgesamt 151 angeschriebenen Betrieben) mögliche Ursachen für den Urinabsatz auf dem harten Untergrund von Abrufautomaten zu identifizieren. Harnen auf harten Untergrund, ist ein für Pferde untypisches Verhalten.

In 67 % der Urinabsätze, versuchten die Pferde zuvor Raufutter abzurufen. Darüber hinaus konnte zu keinem Zeitpunkt ein Urinabsatz beobachtet werden, während die Pferde vollständigen Zugang zu Raufutter hatten. Es konnte somit ein Zusammenhang zwischen der Futtererwartung und dem Urinabsatz festgestellt werden. Dabei wird vermutet, dass die Zeitspanne bis zum vollständigen Futtererhalt von den Pferden als zu lang empfunden wird und demzufolge der Urinabsatz eine Übersprunghandlung aus Frustration darstellt. In einer weiteren Studie sollte untersucht werden, ob eine verkürzte Zeitspanne zwischen Abrufen und Futtererhalt die Häufigkeit des Urinabsatzes senkt.

Ebenfalls konnte ein Zusammenhang zwischen dem Urinabsatzverhalten und dem Vorhandensein von pferdegerechten Ausscheideplätzen beobachtet werden. In der experimentellen Studie ($BIC_w = 0,96$ für das Nullmodell, welches den Effekt von Ausscheideplätzen nicht bestätigt; $AIC_w = 0,82$ für das Modell mit einem Effekt der Ausscheideplätze) zeigte sich kein eindeutiger Effekt. In der Umfrage

($BIC_w = 0,48$; $AIC_w = 0,68$), hatten die Ausscheideplätze einen gewissen positiven Einfluss auf den Urinabsatz. Somit könnte eine korrekte Positionierung und pferdegerechte Ausstattung (weicher und saugfähiger Untergrund) in einer Gruppenhaltung förderlich sein.

Eine Ammoniakreduktion, durch eine pH-Wert Senkung, konnte den Urinabsatz nicht verbessern. Allerdings konnten 42,4 % der Pferde bei einem Beriechen des Bodens beobachtet werden. Bei fast allen (13 von 14) handelte es sich um Pferde, die auch in die Abrufautomaten urinierten. Dies könnte auf einen Zusammenhang zwischen dem Uringeruch und Urinabsatz schließen. Es gilt zu klären, ob die im Urin enthaltenen Pheromone ursächlich sind.

Des Weiteren ist auch eine Konditionierung des Urinabsatzes denkbar. In Frage kommen eine klassische und operante Konditionierung oder einer Kombination aus beiden. Diese müssten in einer weiteren Studie eingehender untersucht werden.

VIII. SUMMARY

Causes and opportunities to control urination behaviour in horses - Approaches for solving (the undesirable behaviour) urination in automatic feeding stations

Automated feeding technology is increasingly used in farm animal husbandry, as it offers some advantages in terms of labour savings and allows the animals to behave in a self-determined behaviour. However, new techniques also bear risks in terms of animal welfare. For example, a widespread phenomenon can be observed in horse husbandry: Urination in transponder-controlled roughage feeding stations. The aim of the present study was to identify possible reasons why horses urinate on the hard surface of the feeding station by experimental (420 h behavioural observation of the feeding stations on an affected farm with 33 horses) and epidemiological studies (online questionnaire with 59 participating farms with in total 74 groups out of 151 farms that were contacted).

In 67% of the urination, the horses previously attempted to get access to the roughage. Furthermore, no urination bout was observed at any time while the horses had complete access to roughage. Thus, a relationship between forage expectancy and urination could be established. It is assumed that the period of time until complete access to forage is perceived as too long by the horses and that urination is a result of frustration. In a further study, it was to be investigated whether a shortened time span between retrieval and feed receipt reduces the frequency of urination.

Likewise, a correlation between urination and the presence of horse-friendly elimination areas was observed. In both the behavioural observation ($BIC_w = 0.96$ for the model with no effects, which does not confirm the effect of elimination areas; $AIC_w = 0.82$ for the model which includes an effect on elimination areas) and the survey ($BIC_w = 0.48$; $AIC_w = 0.68$), elimination areas had a positive influence on urination. Thus, proper positioning and horse-friendly equipment (soft and absorbent surface) should be ensured in group housing.

Ammonia reduction, by lowering pH, did not improve urination. However, 42.4% of the horses could be observed smelling the ground. A large proportion (13 out of

14) of these horses were those in which urination was observed in the feeding stations. This suggests a relationship between urine odour and urination. This could also be due to the pheromones contained in the urine, which could not be reduced in the present study.

Furthermore, conditioning of urination is also conceivable. Classical and operant conditioning or a combination of both are possible. This would have to be investigated in more detail in a further study.

IX. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS

Aurich C, Hrsg. (2009). Reproduktionsmedizin beim Pferd. Stuttgart. Enke Verlag.

Bagiella E, Chang H (2019). Power analysis and sample size calculation. *Journal of molecular and cellular cardiology*, 133: 214–216.
DOI 10.1016/j.yjmcc.2019.01.006.

Bartoń K (2023). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.47.5.
<https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn> (Zugriff 17.09.2023).

Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67 (1).
DOI 10.18637/jss.v067.i01.

Baumgartner M (2012). Liegeverhalten von Pferden im Offenlaufstall auf unterschiedlichen Bodenmaterialien (Gummimatten, Späne und Sand). München: Ludwig-Maximilians-Universität. Dissertation med. vet.

Baumgartner M, Erhard MH, Zeitler-Feicht MH (2022). Which animal-to-feeding-place ratio at time-controlled hay racks is animal appropriate? Preliminary analysis of stress responses of horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 1005102. DOI 10.3389/fvets.2022.1005102.

Berger A, Scheibe K-M, Eichhorn K, Scheibe A, Streich J (1999). Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. *Applied Animal Behaviour Science*, 64 (1): 1–17. DOI 10.1016/S0168-1591(99)00026-X.

BMEL (2009). Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierschutz-pferdehaltung.html> (Zugriff 08.09.2023).

Brehm W, Gehlen H, Ohnesorge B, Wehrend A, Hrsg. (2017). Handbuch Pferdepraxis. Vierte., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart. Enke Verlag, 1239.

Briefer S (2009). Wie lernt das Pferd. *Der Freiberger*, (88): 21.

Briefer S, Schär S, Bachmann I (2014). Rundballenraufe für Pferde mit zeitgesteuertem Fütterungssystem. *Agrarforschung Schweiz*, (5): 310–313.
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/en/2014/07/rundballenraufe-fuer-pferde-mit-zeitgesteuertem-fuetterungssystem-2/> (Zugriff 18.08.2023).

Burla J-B, Ostertag A, Patt A, Bachmann I, Hillmann E (2016). Effects of feeding management and group composition on agonistic behaviour of group-housed horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 176: 32–42.
DOI 10.1016/j.applanim.2016.01.011.

Cafazzo S, Natoli E, Valsecchi P (2012). Scent-Marking Behaviour in a Pack of Free-Ranging Domestic Dogs. *Ethology*, 118 (10): 955–966. DOI 10.1111/j.1439-0310.2012.02088.x.

Canty A, Ripley B (2022). boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions. R package version 1.3-28.1.

Chappuis CJ-F, Niclass Y, Cayeux I, Starkenmann C (2016). Sensory survey of key compounds of toilet malodour in Switzerland, India and Africa. *Flavour and Fragrance Journal*, 31 (1): 95–100. DOI 10.1002/ffj.3293.

Cockburn M, Schick M, Maffiuletti NA, Gygax L, Savary P, et al. (2017). Lower working heights decrease contraction intensity of shoulder muscles in a herringbone 30° milking parlor. *Journal of dairy science*, 100 (6): 4914–4925. DOI 10.3168/jds.2016-11629.

Davidson N, Harris P (2002). Nutrition and welfare. Kluwer Academic: 45–76.

Davison AC, Hinkley DV (1997). Bootstrap methods and their application. Cambridge Univ. Press.

Detlef G, Güttler J, Jäger K-H, Könneke K, Kuhfahl B, et al. (2006). Stallklimaprüfung in der Landwirtschaftlichen Tierhaltung. Empfehlungen der Länderarbeitsgruppe Stallklima. <https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/>.

Dietze S, Zeitler-Feicht MH, Baumgartner M (2019). Worauf deutet eine erhöhte Aktivität der Pferde vor der Krafftuttergabe hin - Vorfreude oder Stress? Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. *KTBL-Schrift* 518: 101–112.

Dirksen N, Langbein J, Matthews L, Puppe B, Elliffe D, et al. (2020). Conditionability of 'voluntary' and 'reflexive-like' behaviors, with special reference to elimination behavior in cattle. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 115: 5–12. DOI 10.1016/j.neubiorev.2020.05.006.

Egger-Danner C, Fiedler A, Hechenberger N, Hörmann M, Kofler J, et al. (2021). Klauengesundheit im Griff-Mit System und Voraussicht. Leitfaden für die Praxis. https://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/wiederkaeuer/Klauengesundheit_Brosch%C3%BCre_LFI.pdf (Zugriff 25.08.2023).

Engelhardt W von, Breves G, Diener M, Gäbel G, Hrsg. (2015). Physiologie der Haustiere. Fünfte., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart. Enke Verlag, 675.

Fader C (2002). Ausscheide- und Ruheverhalten von Pferden in Offenlaufstall- und Boxenhaltung. Technische Universität München - Weihenstephan. Dissertation agr.

Feist JD, McCullough DR (1976). Behavior patterns and communication in feral horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 41 (4): 337–371. DOI 10.1111/j.1439-0310.1976.tb00947.x.

Fureix C, Bourjade M, Henry S, Sankey C, Hausberger M (2012). Exploring aggression regulation in managed groups of horses *Equus caballus*. *Applied Animal Behaviour Science*, 138 (3-4): 216–228.

DOI 10.1016/j.applanim.2012.02.009.

Gerber V, Straub R (2016). *Pferdekrankheiten. Innere Medizin. Zweite., vollst. überarb. Aufl.* Bern. UTB; Haupt Verl., 1 Online-Ressource.

Goldschmidt-Rothschild B von, Tschanz B (1978). Soziale Organisation und Verhalten einer Jungtierherde bei Carmargue-Pferd. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, (46): 372–400.

Grauvogl A (1989). *Elimination landw. Nutztiere*, 1989.

Green P, MacLeod CJ (2016). SIMR : an R package for power analysis of generalized linear mixed models by simulation. *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (4): 493–498. DOI 10.1111/2041-210X.12504.

Gülden A, Büscher W (2017). The effect of a compressed air stimulus on blocking times in a concentrate feeding station for horses in group housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 191: 39–48.

DOI 10.1016/j.applanim.2017.02.006.

Hartmann E, Søndergaard E, Keeling LJ (2012). Keeping horses in groups: A review. *Applied Animal Behaviour Science*, 136 (2-4): 77–87.

DOI 10.1016/j.applanim.2011.10.004.

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.

Hintze S, Murphy E, Bachmann I, Wemelsfelder F, Würbel H (2017).

Qualitative Behaviour Assessment of horses exposed to short-term emotional treatments. *Applied Animal Behaviour Science*, 196: 44–51.

DOI 10.1016/j.applanim.2017.06.012.

Ijichi CL, Collins LM, Elwood RW (2013). Evidence for the role of personality in stereotypy predisposition. *Animal Behaviour*, 85 (6): 1145–1151.

DOI 10.1016/j.anbehav.2013.03.033.

Jones JB, Wathes CM, Persaud KC, White RP, Jones R (2001). Acute and chronic exposure to ammonia and olfactory acuity for n-butanol in the pig.

Applied Animal Behaviour Science, 71 (1): 13–28. DOI 10.1016/s0168-1591(00)00168-4.

Kappeler PM (2012). *Verhaltensbiologie*. Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg, 648.

Keusch F (2015). Why do people participate in Web surveys? Applying survey participation theory to Internet survey data collection. *Management Review Quarterly*, 65 (3): 183–216. DOI 10.1007/s11301-014-0111-y.

King SRB, Gurnell J (2007). Scent-marking behaviour by stallions: an assessment of function in a reintroduced population of Przewalski horses (*Equus ferus przewalskii*). *Journal of Zoology*, 272 (1): 30–36. DOI 10.1111/j.1469-7998.2006.00243.x.

Kjellberg L, Morgan K (2021). Introduction to automatic forage stations and measurement of forage intake rate in an active open barn for horses. *Animal*, 15 (3): 100152. DOI 10.1016/j.animal.2020.100152.

Kleiman D (1966). Scent marking in the Canidae. *Symp Zool Soc London*, 18: 167–177. <https://eurekamag.com/research/023/560/023560567.php> (Zugriff 25.08.2023).

König HE, Liebich H-G, Hrsg. (2015). Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis ; mit 1166 Abbildungen, davon 1063 in Farbe und 103 Reproduktionen bildgebender Verfahren, sowie 53 Tabellen ; + Vet-Anatomie online: die Bilddatenbank mit 1000 ergänzenden Abbildungen und Texten. Sechste., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart. Schattauer, 790.

Krull HD (1984). Untersuchungen über Aufnahme und Verdaulichkeit von Grünfütter beim Pferd. Tierärztliche Hochschule Hannover. Dissertation.

Lamoot I, Callebaut J, Degezelle T, Demeulenaere E, Laquière J, et al. (2004). Eliminative behaviour of free-ranging horses: do they show latrine behaviour or do they defecate where they graze? *Applied Animal Behaviour Science*, 86 (1-2): 105–121. DOI 10.1016/j.applanim.2003.12.008.

Leiner DJ (2019). SoSci survey. <https://www.soscisurvey.de>.

Leinker M (2007). Entwicklung einer Prinziplösung zur Senkung von Ammoniakemissionen aus Nutztierställen mit Hilfe von Ureaseinhibitoren. Martin-Luther Universität - Halle Wittenberg. Dissertation agr.

Loeffler K, Gäbel G (2015). Anatomie und Physiologie der Haustiere. 33 Tabellen. Vierzehnte., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer, 448.

Loftus C, Yost M, Sampson P, Torres E, Arias G, et al. (2015). Ambient Ammonia Exposures in an Agricultural Community and Pediatric Asthma Morbidity. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 26 (6): 794–801. DOI 10.1097/EDE.0000000000000368.

Ma W, Klemm WR (1997). Variations of equine urinary volatile compounds during the oestrous cycle. *Veterinary research communications*, 21 (6): 437–446. DOI 10.1023/A:1005859419574.

Microsoft Corporation (2019). Microsoft Excel. <https://office.microsoft.com/excel>.

Mills D, Redgate S (2017). Behaviour of horses. In: Jensen P, Hrsg. The ethology of domestic animals. An introductory text. Dritterd edition. Wallingford, Boston, MA: CABI, 169–184.

Mon B, Borghardt G, Büscher W, Düsing D, Eurich-Menden B, et al. (2021). Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft mindern. Gute Fachliche Praxis. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Emissionen/Ammoniakemissionen_in_Landwirtschaft_mindern.pdf (Zugriff 20.08.2023).

Nielsen BL (2020). Olfaction in Animal Behaviour and Welfare. Aktuelle Arbeiten zur Artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 520: 11–17.

Peters SM, Bleijenberg EH, van Dierendonck MC, van der Harst JE, Spruijt BM (2012). Characterization of anticipatory behaviour in domesticated horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 138 (1-2): 60–69. DOI 10.1016/j.applanim.2012.01.018.

Pinto P, Hirata S (2020). Does size matter? Examining the possible mechanisms of multi-stallion groups in horse societies. *Behavioural processes*, 181: 104277. DOI 10.1016/j.beproc.2020.104277.

Pirkelmann H, Zeitler-Feicht MH, Fader C, Wagner M (1993). Rechnergesteuerte Versorgungseinrichtungen für Pferde im Offenlaufstall. Forschungsbericht. W. Schaumann-Stiftung.

Pourhoseingholi MA, Vahedi M, Rahimzadeh M (2013a). Sample size calculation in medical studies. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*, 6 (1): 14–17.

Pourhoseingholi MA, Vahedi M, Rahimzadeh M (2013b). Sample size calculation in medical studies. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*, 6 (1): 14–17.

R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.

Ralls K (1971). Mammalian Scent Marking: Mammals mark when dominant to and intolerant of others, not just when they possess a territory. *Science*, 171 (3970): 443–449.

Ralston SL (1984). Controls of feeding in horses. *Journal of animal science*, 59 (5): 1354–1361. DOI 10.2527/jas1984.5951354x.

Randall DG, Krähenbühl M, Köpping I, Larsen TA, Udert KM (2016). A novel approach for stabilizing fresh urine by calcium hydroxide addition. *Water research*, 95: 361–369. DOI 10.1016/j.watres.2016.03.007.

Ray H, Saetta D, Boyer TH (2018). Characterization of urea hydrolysis in fresh human urine and inhibition by chemical addition. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 4 (1): 87–98. DOI 10.1039/C7EW00271H.

Ricci-Bonot C, Mills DS (2023). Recognising the facial expression of frustration in the horse during feeding period. *Applied Animal Behaviour Science*, 265: 105966. DOI 10.1016/j.applanim.2023.105966.

Rothstein HR, Hrg. (2005). Publication bias in meta-analysis. Prevention, assessment and adjustments. Chichester, West Sussex. Wiley, 356.

- Ryttsén F, Lafqvist S, Wall T, Forsgren-Brusk U, Larsson P (2019).** A Laboratory Method for Determining Bacterially Formed Odorants and Reducing Odor in Absorbent Incontinence Products. *Journal of wound, ostomy, and continence nursing : official publication of The Wound, Ostomy and Continence Nurses Society*, 46 (6): 519–523. DOI 10.1097/WON.0000000000000593.
- Samraus HH, Pirkelmann H, Zeitler-Feicht M (2003).** Das Defäkationsverhalten von Pferden im Offenlaufstall. *Pferdeheilkunde*, (5): 525–530.
- Samraus HH, Zeitler-Feicht M (2003).** Das Harnen von Pferden im Offenlaufstall. *Pferdeheilkunde*, (5): 521–524.
- Schnorr B, Kressin M, Hrsg. (2006).** Embryologie der Haustiere. Stuttgart. Georg Thieme Verlag.
- Shih T-H, Fan X (2008).** Comparing Response Rates from Web and Mail Surveys: A Meta-Analysis. *Field Methods*, 20 (3): 249–271. DOI 10.1177/1525822X08317085.
- Sigurjónsdóttir H, Haraldsson H (2019).** Significance of Group Composition for the Welfare of Pastured Horses. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9 (1). DOI 10.3390/ani9010014.
- Sweeting MP, Haupt CE, Haupt 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.
- Symonds MRE, Moussalli A (2011).** A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65 (1): 13–21. DOI 10.1007/s00265-010-1037-6.
- Thein P, Hrsg. (1992).** Handbuch Pferd. München, Wien, Zürich. BLV-Verlagsgesellschaft.
- Troccaz M, Niclass Y, Anziani P, Starkenmann C (2013).** The influence of thermal reaction and microbial transformation on the odour of human urine. *Flavour and Fragrance Journal*, 28 (4): 200–211. DOI 10.1002/ffj.3143.
- Tschanz B (1980).** Verhalten Camargue Pferde, 1980.
- Varel VH, Wells JE, Miller DN (2007).** Combination of a urease inhibitor and a plant essential oil to control coliform bacteria, odour production and ammonia loss from cattle waste. *Journal of applied microbiology*, 102 (2): 472–477. DOI 10.1111/j.1365-2672.2006.03120.x.
- Waring GH (1983).** Horse behavior. The behavioral traits and adaptations of domestic and wild horses, including ponies. Park Ridge, N.J. Noyes, 292.
- Wathan J, Burrows AM, Waller BM, McComb K (2015).** EquiFACS: The Equine Facial Action Coding System. *PloS one*, 10 (8): e0131738. DOI 10.1371/journal.pone.0131738.

Wickham H (2016). ggplot2. Elegant graphics for data analysis. Second edition. Switzerland. Springer, 260.

Wu M-J, Zhao K, Fils-Aime F (2022). Response rates of online surveys in published research: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior Reports*, 7: 100206. DOI 10.1016/j.chbr.2022.100206.

Zeeb K (1992). Artgemäße Pferdehaltung und verhaltensgerechter Umgang mit Pferden. In: Thein P, Hrsg. *Handbuch Pferd*. München, Wien, Zürich: BLV-Verlagsgesellschaft.

Zeitler-Feicht MH, Westpahl M, Daempfle L (2006). Agonistische Verhaltensweisen von Pferden in Offenlaufställen unter besonderer Berücksichtigung der Unterlegenheitsgesten. *Aktuelle Arbeiten zur Artgemäßen Tierhaltung*. KTBL-Schrift 448: 147–156.

Zeitler-Feicht MH (2015). *Handbuch Pferdeverhalten. Ursache, Therapie und Prophylaxe von Problemverhalten*. Dritte. Aufl. Stuttgart. Verlag Eugen Ulmer, Online-Ressource.

Zeitler-Feicht MH, Streit S, Dempfle L (2010). Tiergerechtheit von Futterabrufstationen in der Gruppenhaltung von Pferden. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere / Nutztiere*, 38 (06): 363–370. DOI 10.1055/s-0038-1624008.

X. ANHANG

1. Fragebogen

Falls der Fragebogen für mehrere Gruppen ausgefüllt wurde (max. 3 Gruppen), so wiederholten sich die Fragen ab dem 3. Punkt. Untergeordnete Punkte wurden nur angezeigt, wenn zuvor die übergeordnete Frage mit „Ja“ beantwortet wurde. Kursiver Text dient zum Verständnis.

<p>1. Name und Anschrift für eventuelle Rückfragen (Angabe Freiwillig)</p> <p><i>(freie Texteingabe)</i></p>

<p>2. Haben Sie eine oder mehrere Gruppenhaltungen? Bei mehreren Gruppenhaltungen, bitte je Gruppe ausfüllen. Wenn in Ihrem Betrieb beispielsweise eine Gruppe betroffen ist und eine nicht, bitte mehrere Fragebogen ausfüllen (Die Fragen wiederholen sich automatisch, Sie müssen dafür nichts machen.) (Falls Sie dies aus Zeitgründen nicht realisieren können, füllen Sie den Fragebogen bitte für die betroffene Gruppe aus und erläutern Sie am Schluss im Kommentarfeld die Unterschiede zu der nichtbetroffenen Gruppe)</p>
<p><input type="checkbox"/> 1 Gruppenhaltung</p>
<p><input type="checkbox"/> 2 Gruppenhaltungen</p>
<p><input type="checkbox"/> 3 Gruppenhaltungen</p>
<p><input type="checkbox"/> Mehr als 3, Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i></p>
<p><input type="checkbox"/> Ich füle nur einen Fragebogen für alle Gruppen aus, da ich das Verhalten „Urinieren in Abrufautomaten nicht habe; Angabe Anzahl der Gruppenhaltungen</p>
<p><input type="checkbox"/> Ich füle aus Zeitgründen nur einen Fragebogen aus, obwohl ich eine/mehrere Gruppen mit dem Urinierverhalten in Abrufautomaten habe und eine/mehrere ohne; Angabe Anzahl der Gruppenhaltungen: <i>(freie Texteingabe)</i></p>

<p>3. Dieser Fragebogen ist für Gruppe Nummer:</p> <p><i>(freie Texteingabe)</i></p>

<p>4. Wie viele Pferde befinden sich in Ihrer Gruppenhaltung?</p> <p><i>(freie Texteingabe)</i></p>
--

5. Seit wann besteht die Gruppenhaltung?Angabe Jahreszahl: *(freie Texteingabe)***6. Sind sowohl Wallache als auch Stuten zusammen in einer Gruppe?** Ja Nein, nur Wallache Nein, nur Stuten Sonstiges: *(freie Texteingabe)***7. Wie viele Raufutter-Abrufautomaten haben Sie in Ihrer Gruppe?**Angabe Anzahl: *(freie Texteingabe)***8. Welche Raufutter-Abrufautomaten befinden sich in Ihrer Gruppe?**

Es geht nur um die Heu-/Heulageautomaten, nicht um die Fütterung an Heu Raufen
Mehrfachauswahl möglich.

Nachfolgend finden Sie Beispielbilder zum besseren Verständnis:

Bild 1: Zeitgesteuerte Heudosierer:

(<https://www.stall-frei.de/stall/baden-wuerttemberg/weil-der-stadt/127773>)



Bild 2: Transpondergesteuerte Raufutterabrufautomaten

(<https://www.reiterhof-loop.de/aktivstall.php>)



<input type="checkbox"/> Zeitgesteuerte Heudosierer
<input type="checkbox"/> Transpondergesteuerte Raufutterautomaten
<input type="checkbox"/> Sonstiges: Angabe Typ und Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>

8.2. Zeitgesteuerte Raufutterautomaten Mehrfachauswahl möglich
<input type="checkbox"/> Einzelautomat, Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Doppelautomat, Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>

8.3. Transpondergesteuerte Raufutterautomaten Mehrfachauswahl möglich
<input type="checkbox"/> Einzelautomat, Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Doppelautomat, Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Kombistation (Heu- und Kraftfutter) Angabe Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>

9. Wie ist der Bodenbelag des Liegebereichs ausgestattet?
<input type="checkbox"/> Liegematten, Angabe des Mattentyps: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Sägespäne Einstreu
<input type="checkbox"/> Stroheinstreu
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <i>(freie Texteingabe)</i>

9.1. Liegematten zusätzlich überstreu?
<input type="checkbox"/> Nein
<input type="checkbox"/> Ja, Angabe des Materials und Höhe der Einstreu: <i>(freie Texteingabe)</i>

10. Sind Pferdetoiletten in der Anlage vorhanden?
<input type="checkbox"/> Ja, Angabe der Anzahl: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Nein

10.1 Wie schätzen Sie die Akzeptanz der Toiletten ein?

0% = wird nie in den vorhergesehenen Bereich abgesetzt.

100% = wird immer in den vorhergesehenen Bereich abgesetzt und nicht an anderen Stellen in der Gruppenhaltung

Hinweis: Wenn sie auf die Skala klicken, erscheint der Schieberegler.

Urin: *(Mithilfe eines Schiebereglers konnte die genaue %- Zahl eingestellt werden)*

Kot: *(Mithilfe eines Schiebereglers konnte die genaue %- Zahl eingestellt werden)*

10.2 Größe der Toilette/Toiletten:

Mehrfachauswahl möglich.

<5m², Angabe der Anzahl: *(freie Texteingabe)*

5-10m², Angabe der Anzahl: *(freie Texteingabe)*

>10m², Angabe der Anzahl: *(freie Texteingabe)*

10.3 Sind die Toiletten unter einer Überdachung?

Ja

Nein

Sonstiges: *(freie Texteingabe)*

10.4 Vor dem Betreten der Heu-/Heulage Einrichtung müssen die Pferde IMMER eine Toilette überqueren:

Ja

Nein

Nicht immer, nur wenn sie aus einer bestimmten Richtung kommen.

10.5 Wo sind die Toiletten positioniert?

Definition unmittelbar: in einem Umkreis von 5 Metern

Mehrfachauswahl möglich.

Unmittelbar angrenzend an Liegehalle, Anzahl: *(freie Texteingabe)*

Unmittelbar angrenzend an einem/mehrere Heuautomat/-en, Anzahl:
(freie Texteingabe)

Unmittelbar angrenzend an einem/ mehreren Kombiautomat/-en, Anzahl:
(freie Texteingabe)

Sonstiges, Angabe der Position und Anzahl *(freie Texteingabe)*

10.6 Sind die Toiletten zusätzlich eingestreut?
<input type="checkbox"/> Nein (z.B. nur Kotanhäufungen)
<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Sowohl eingestreute Toiletten als auch nicht eingestreute Toiletten.

10.6.1. Die Toiletten sind zusätzlich eingestreut mit:
<input type="checkbox"/> Sägespäne, Angabe Höhe der Einstreu: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Stroh, Angabe Höhe der Einstreu: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Sand, Angabe Höhe der Einstreu: <i>(freie Texteingabe)</i>
<input type="checkbox"/> Sonstiges, Angabe des Typs und Höhe der Einstreu: <i>(freie Texteingabe)</i>

10.7 Werden die Toiletten immer vollständig entleert?
<input type="checkbox"/> Ja, es wird immer die Komplette Toilette entleert und anschließend neu eingestreut
<input type="checkbox"/> Nein, es wird nur ein Teil von Einstreu und Kot entfernt
<input type="checkbox"/> Nein, es werden nur Kothaufen entfernt
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <i>(freie Texteingabe)</i>

10.8 Wie häufig werden die Toiletten entleert?
<input type="checkbox"/> Jeden Tag 1x
<input type="checkbox"/> Alle 2 Tage
<input type="checkbox"/> 2x in der Woche
<input type="checkbox"/> 1x in der Woche
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <i>(freie Texteingabe)</i>

11. Zeigen bei Ihnen Pferde Urinabsatz in Abrufautomaten?
<input type="checkbox"/> Ja, nur in Raufutter-Abrufautomaten
<input type="checkbox"/> Ja, sowohl in Heu als auch in Kraftfutterautomaten
<input type="checkbox"/> Nein, in dieser Gruppe nicht, aber ich fülle den Fragebogen für weitere Gruppen aus
<input type="checkbox"/> Nein, ich fülle den Fragebogen für alle Gruppen in meinem Betrieb aus

11.1. Seit wann besteht das Problem in der Gruppe?Angabe in Jahren (ungefähre Antwort): *(freie Texteingabe)***11.2. Wissen Sie noch die Ursache für den ersten Urinabsatz in Abrufautomaten?**

Mehrfachauswahl möglich.

 Der Urinabsatz in Abrufautomaten ist seit Eröffnung der Gruppenhaltung vorhanden. Ein neues Pferd ist in die Gruppenhaltung eingegliedert worden, Angabe Geschlecht: *(freie Texteingabe)* Der Urinabsatz ist unabhängig von einer Neuintegration Der Urinabsatz steht in Verbindung mit Veränderungen in der Anlage Sonstiges: *(freie Texteingabe)* Ursache unbekannt**11.3. Sind alle Heu-/Heulage-Abrufautomaten von dem Urinierverhalten betroffen?** Ja Nein, Angabe der Anzahl: *(freie Texteingabe)***11.4. Erfolgt der Urinabsatz in den Abrufautomaten geschlechtsspezifisch?**
z.B. speziell Stuten Stuten Wallache Wallache und Stuten (ungefähres Verhältnis): *(freie Texteingabe)* Ich habe mich damit nicht genauer befasst und kann es nicht sagen.**11.5. Erfolgt der Urinabsatz in Abhängigkeit der Jahreszeit?** Unabhängig von der Jahreszeit. Immer, aber vermehrt im Frühjahr. Immer, aber vermehrt im Winter. Sonstiges (z.B. nur im Winter): *(freie Texteingabe)*

11.6. Wie weit sind die betroffenen Automaten von den Toiletten entfernt?

Hierbei geht es um die betroffenen Automaten. Mehrfachauswahl möglich.
Definition unmittelbar angrenzend = Die Pferde müssen stets eine Toilette überqueren auf dem Weg in die Heuautomaten

Unmittelbar angrenzend (Umkreis 0-5m)

Nicht unmittelbar angrenzend(>5m)

Ich habe keine Toiletten installiert

11.7. Haben Sie versucht, etwas gegen das gezeigte Verhalten zu unternehmen?

Bitte beschreiben Sie Ihre Erfahrungen bezüglich der Maßnahmen. Gab es Veränderungen im Urinabsatzverhalten? Oder ist etwas anderes negatives entstanden (z.B. die Pferde haben die Toiletten bei mehr Einstreu auch als Liegebereich benutzt)?

(freie Texteingabe)

Ich habe dagegen noch keine Maßnahmen unternommen.

12. Wird noch an anderer Stelle vermehrt Urin abgesetzt?

Hier geht es NICHT um die Abrufautomaten oder eventuell installierte Toiletten, sondern um Bereiche, die ursprünglich nicht für den Urinabsatz vorgesehen waren.

Ja, und zwar: *(freie Texteingabe)*

(Bitte geben Sie auch die Untergrundbeschaffenheit an.)

Nein

13. Kommentar, Anmerkungen

Hier können Sie gerne noch Anmerkungen und Anregungen hineinschreiben.

(freie Texteingabe)

XI. DANKSAGUNG

Als erstes möchte ich mich sehr herzlich bei Herr Prof. Dr. Dr. Michael Erhard, für die Vertretung und Unterstützung bei meinem Dissertationsprojekt bedanken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Miriam Baumgartner und Frau Dr. Margit Zeitler-Feicht für die intensive Betreuung meiner Dissertation. Ohne Ihre fachliche Expertise wäre die Realisierung nicht möglich gewesen.

Gerne möchte ich mich auch bei der ganzen Gruppe Equiden vom Agroscope in Avenches bedanken, die mich stets unterstützt haben, obwohl ich keine direkte Doktorandin von Ihnen war. Ein ganz besonderer Dank gilt dabei Dr. Marianne Cockburn, die mir maßgeblich bei der Umsetzung der Statistik für die Veröffentlichung geholfen hat, ohne ihre Unterstützung hätte ich dies nicht machen können.

Bei der Stiftung des Deutschen Tierschutzbundes möchte ich mich für die finanzielle Unterstützung sehr herzlich bedanken.

Bedanken möchte ich mich auch bei Christian Mainzl, dem Stallbesitzer, der zum einen erst ermöglicht hat, dass ich die Untersuchungen durchführen konnte, zum anderen hat er mir auch bei Eiseskälte bei der Kamerainstallation geholfen und mich auch hier in technischen Fragen immer unterstützt. Ein besonderer Dank gilt auch Martin und John, den Pferdepflegern, die die Realisierung der beiden Versuche ermöglicht haben.

Bei HIT-Aktivstall, insbesondere bei Herr Hinrichs und Frau Uffelmann möchte ich mich herzlich bedanken für die Ideen bei der Realisierung meiner Dissertation.

Den Pferdebesitzern gilt ebenfalls ein großer Dank, da sie es mir auch ermöglicht haben die Aufzeichnungen mit ihren Pferden zu machen und ich hierfür die Pferde mit Reflektorbändern kennzeichnen durfte.

Mein weiterer Dank gilt Frau Dr. Heike Wöhling, da sie mir vor allem zu am Anfang bei der Erstellung der Hypothesen beiseite stand. Ohne ihr Zutun wäre eine gute statistische Grundlage nicht möglich gewesen und auch für Ihre Ideen möchte ich mich recht herzlich bedanken.

Ein großer Dank gilt natürlich meiner gesamten Familie vor allem meinen Eltern und meinem Freund Stefan, die mich immer unterstützt haben und es mir ermöglicht haben, diese Dissertation anzufertigen.