

Aus dem Department/ Universitätsklinik für Kleintiere und  
Pferde

Abteilung Großtierchirurgie und Orthopädie

(Departmentsprecher: O. Univ. Prof. Dr.med.vet Johann  
Thalhammer)

und

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches

Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Organisationseinheit Tierernährung

(Departmentsprecher: Univ.-Prof. Dr med. vet. Michael Hess)

# MESSUNG DER PARTIKELGRÖÖE IN PFERDEKOT VOR UND NACH ZAHNBEHANDLUNG

Diplomarbeit

vorgelegt von

Daniela Nömaier

Januar 2009

1. Betreuer

Ass.-Prof. Dr. med. vet. Hubert Simhofer  
Universitätsklinik für Kleintiere und Pferde  
Klinische Abteilung für Großtierchirurgie und Orthopädie

2. Betreuer

Ao. Univ.-Prof Dr. med vet Christine Iben  
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der  
Veterinärmedizin  
Institut für Tierernährung

Begutachter

Ao. Univ. -Prof. Dr. med. vet. Josef Böhm  
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der  
Veterinärmedizin  
Institut für Tierernährung

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Grundlagen und Literatur.....	4
2.1	Die Kaufläche.....	4
2.2	Die Zahnabnutzung.....	5
2.3	Zahnveränderungen.....	5
3	Tiere, Material und Methode.....	8
3.1	Material.....	8
3.1.1	Gruppe 1 (Kontrollgruppe).....	8
3.1.2	Gruppe 2 (Patientengruppe).....	8
3.1.3	Probengewinnung.....	12
3.2	Zahnbehandlung.....	13
3.2.1	Untersuchung der Maulhöhle.....	13
3.2.2	Zahnkorrektur.....	13
3.2.3	Extraktionstechniken.....	13
3.3	Untersuchungsmethoden.....	15
3.3.1	Trockensubstanz-Bestimmung.....	15
3.3.2	Siebanalyse.....	15
3.4	Berechnungsmethoden.....	16
3.4.1	Trockensubstanz.....	16
3.4.2	Partiell Kumulative Darstellung.....	16
3.4.3	Durchschnittliche Partikelgröße.....	16
3.5	Statistische Auswertungen.....	17
4	Ergebnisse.....	18
4.1	Gruppe 1 (Kontrollgruppe).....	18
4.2	Gruppe 2 (Patientengruppe).....	19
4.3	Gruppenvergleich (Kontrollgruppe vs. Patientengruppe).....	21
5	Diskussion.....	23
6	Zusammenfassung.....	27
7	Summary.....	28
	Abbildungsverzeichnis.....	29
	Abkürzungsverzeichnis.....	30
	Tabellenverzeichnis.....	31
	Literaturverzeichnis.....	32
	Anhang 1 (Rohdaten).....	34

## 1 Einleitung

Das Gebiss der Pferde hat sich seit Millionen von Jahren an die ständige Aufnahme von rohfaserreicherem, energiearmem Steppengras angepasst. Seit sich in der Mitte des Miozäns, also vor 20 bis 15 Millionen Jahren, das Grasland in Nordamerika als vorherrschende Landschaftsform etablierte, fand auch die morphologische Evolution des Pferdeschädels und der Gebissform statt. Um der erhöhten Abnutzung durch das Fressen abrasiv wirkender Gräser stand zu halten, entwickelte sich ein größerer Schädel mit einer verlängerten Backenzahnreihe und Kieferknochen mit hypsodonten (hochkronigen) Zähnen (MAC FADDEN, 2007).

Heute werden Pferde mit energiereichem Futter versorgt, womit sich die Fresszeit und vor allem die Beanspruchung des Kauapparates stark reduzieren. Daher nehmen regelmäßige Zahnkontrollen und -korrekturen bei Pferden, vor allem durch Beraspelung von Unregelmäßigkeiten wie Spitzen und Haken, heutzutage einen immer höheren Stellenwert in der routinemäßigen tierärztlichen Praxis ein. Dennoch gibt es Kontroversen über den klinischen Nutzen des prophylaktischen Beschleifens der Zähne (engl.: „dental floating“) bei gesund erscheinenden Pferden (CARMALT et al., 2008).

So konnten RALSTON et al. (2001) bei 8 Pferden mit geringgradigen Zahnproblemen (kleine Spitzen und Haken, ansonsten gesunde Zähne) weder einen signifikanten Einfluss von routinemäßigen Zahnkorrekturen (Beraspeln der scharfen Schmelzspitzen und Haken) noch von so genannten „performance floatings“ (stärkeres Abrunden der Kanten, Korrekturen an den Kauflächen, Korrektur der Schneide- und Hakenzähne) auf die Verdaulichkeit feststellen. Der einzige signifikante Unterschied konnte mit einer Änderung des Winkels des 307 (3. Prämolare im Unterkiefer links) erreicht werden. Betrag dieser mehr als 80° in Relation zur vertikalen Achse, so war die Verdaulichkeit von Proteinen und Rohfaser signifikant reduziert.

CARMALT et al. untersuchten 2006 bei 34 trächtigen Stuten den Effekt der rostrocaudalen Beweglichkeit des Unterkiefers im Hinblick auf Gewichtszunahme, Futtermalverdaulichkeit und Kotpartikelgröße. 17 zufällig ausgewählte Pferde der Versuchsgruppe wurden einer Zahnkorrektur unterzogen. Bei allen Pferden wurde vor der Behandlung und in regelmäßigen Abständen bis 24 Wochen nach der Korrektur regelmäßig das Körpergewicht bestimmt und Futter- und Kotproben entnommen.

Weder die rostrocaudale Beweglichkeit, noch Alter und Anzahl der Zahnveränderungen hatten einen signifikanten Einfluss auf das Körpergewicht, die Futterverdaulichkeit oder die Kotpartikelgröße.

In einer weiteren Studie mit 56 trächtigen Stuten in vier verschiedenen Fütterungsgruppen wurde bei der Hälfte der Stuten eine Zahnkorrektur durchgeführt. Es zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Gewichtszunahme, Änderungen des „Body Condition Score“, der Futterverdaulichkeit und der Kotpartikelgröße zwischen den jeweils behandelten Gruppen und den Kontrollgruppen (CARMALT et al., 2004).

Um zu evaluieren, ob Pathologien des Zahnapparates tatsächlich keinen Einfluss auf die Futterverdaulichkeit und die Reduktion der Partikelgröße haben, oder ob diese durch den Verdauungstrakt kompensiert werden, gestalteten CARMALT et al. 2008 eine weitere Studie mit 17 Pferden. Diese erhielten mindestens 14 Tage lang eine von drei auf Heu basierenden Diäten ad libitum. Anschließend wurden alle Tiere euthanasiert, der Kopf abgesetzt, der Zahnapparat untersucht und die Kauflächen der Mahlzähne vermessen. Außerdem wurden Proben aus dem Magen und dem kleinen Kolon bzw. Rektum entnommen und zusammen mit Futterproben auf Verdaulichkeit und Partikelgröße untersucht. Obwohl die Partikelgröße zwischen den drei Heudiäten signifikante Unterschiede zeigte, gab es keinen signifikanten Unterschied in der Partikelgröße des Mageninhalts und der Kotballen zwischen den Diäten. Außerdem unterschied sich die Kotpartikelgröße nicht signifikant von der Partikelgröße des Mageninhaltes. Darüber hinaus konnte abermals keine Verbindung zwischen oralen Pathologien und der Verdaulichkeit bzw. der Kotpartikelgröße festgestellt werden. Diese Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass der Mahlvorgang an sich das einzig wichtige Mittel zur Reduktion der Partikelgröße ist (CARMALT, 2008)

Über den Effekt von Zahnkorrekturen bei höhergradigen Zahnproblemen auf die Verdaulichkeit bzw. die Kotpartikelgröße gibt es bislang kaum experimentelle Studien (FRITZ, 2007).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, ob sich die Kotpartikelgröße nach der Behandlung sowohl geringgradiger als auch höhergradiger Zahnveränderungen messbar reduziert.

## 2 Grundlagen und Literatur

Auf den Zahnaufbau und die Zahnomenklatur wird in diesem Abschnitt nicht näher eingegangen, da diese bereits ausführlich in anderen Arbeiten beschrieben wurden (GRISS, 2001; EISENMENGER und ZETNER, 1982; KELLER, 2009).

Als Zahn-Nomenklatur wird in dieser Arbeit das modifizierte System nach Triadan (FLOYD, 1991) verwendet. In bestimmten Fällen wie bei der Benennung von Zahngruppen (Schneidezähne, Prämolare, Backenzähne) oder als Sammelbezeichnung der Zähne an derselben anatomischen Position (z.B. die vierten Prämolaren) wird jedoch von diesem System aus didaktischen Gründen abgewichen.

### 2.1 Die Kaufläche

Die Abmessungen der Oberkieferbackenzähne an der Kaufläche betragen 2-3 cm in rostro-kaudaler Ausdehnung und 2-2,5 cm in palato-bukkaler Richtung. Die Unterkiefer-Molaren sind mit 1,5-2,5 cm Breite in linguo-bukkaler Ausdehnung schmaler angelegt. Die sich zur Wurzel hin leicht verjüngenden Zähne stehen bei den Prämolaren apikal gekrümmt nach rostral und bei den Molaren nach kaudal, so dass die klinischen Kronen in gegenseitiger Richtung stehen und sich die Zahnreihe als geschlossene Fläche von ca. 20 cm Länge darstellt. Die maxillären und mandibulären Zahnreihen sind leicht gegeneinander versetzt, so dass jeder Oberkieferbackenzahn einen Hauptantagonisten besitzt, den er zu drei Viertel berührt und einen Nebenantagonisten, mit dem er zu einem Viertel in Reibung steht. Um einen gemeinsamen distalen Abschluss der Kieferreihe zu erreichen, ist die Längsausdehnung der mandibulären M3 (311, 411) um ein Viertel größer als die ihrer Gegenspieler im Oberkiefer.

Die unterschiedlichen Härtegrade der Zahnschubstanzen an der Oberfläche der schmelzfaltigen Backenzähne führen zu einer Reliefbildung. Querkämme und -täler (engl.: „transverse ridges“), entstehen. Diese geben dem Unterkiefer einen besseren Halt, ermöglichen eine höheren Mahldruck und vergrößern die Reibfläche (KELLER, 2009).

## 2.2 Die Zahnabnutzung

Das echte Längenwachstum der Backenzähne endet mit dem Schluss der Pulpenhöhle im Alter von 7-9 Jahren. Bis zum 15. Lebensjahr wird der Zahn jährlich zum Ausgleich des Kronenabriebs um 2-3 mm aus dem Zahnfach „nachgeschoben“. Der Zahnabrieb ist vor allem von der Beschaffenheit des Futters abhängig, aber auch von Kraft und Richtung der Kautätigkeit und von der Größe, Form und Winkelung der gegenüberliegenden Kauflächen. Folglich können schmerzhaftes Erkrankungen im Maul zu Veränderungen der Richtung und Kraft der Kaubewegung führen und so die Abnutzungsmuster der Backenzähne beeinflussen (DIXON, 2005). Beim alten Pferd treten im Verlauf des Zahnabriebs die untersten Abschnitte des Zahnkörpers und schließlich die Zahnwurzel als Kaufläche in die Maulhöhle. Diese bestehen nur noch aus mit Zement umgebenem Dentin und unterliegen somit einer schnelleren Abnutzung. Die Tiere können das Futter nicht mehr ausreichend zermahlen und schlucken es daher unzureichend zerkaut ab. Daher leiden sie häufig an einer chronischen Magen-Darm-Entzündung und Abmagerung (KELLER, 2009).

## 2.3 Zahnveränderungen

Im Folgenden sollen nur jene Zahnveränderungen näher erläutert werden, die bei den Pferden dieser Studie diagnostiziert wurden.

### Zahnspitzen

Zahnspitzen werden bei 95-97% aller Pferde diagnostiziert und sind somit der häufigste Befund am Zahnpatient Pferd (GRISS, 2001; KELLER, 2009). Sie entstehen aufgrund unvollständiger Abnutzung der Zahnschmelzsubstanz, vorwiegend im Oberkiefer bukkal und im Unterkiefer an der lingualen Seite der Kaufläche. Als Ursache hierfür wird die Fütterung von Kraftfutter gesehen, weil dabei der Unterkiefer nicht ausreichend nach lateral verschoben wird (SIMHOFER und ZETNER, 2006). Scharfe Schmelzspitzen verursachen Verletzungen an der Schleimhaut der Backe und an der Zunge und führen zu einer Einschränkung der Kautätigkeit. Sie sollten daher regelmäßig abgetragen und geglättet werden (BAKER, 2007).

### **Zahnhaken**

Haken entstehen am rostralen Aspekt der zweiten Prämolaren (106, 206 und 306, 406) und am kaudalen Aspekt der dritten Molaren (311, 411 und 111, 211) eines Kieferquadranten. Ebenso wie Zahnspitzen handelt es sich dabei um eine Form des pathologischen Zahnabriebs. Die Ursache der Ausbildung von Haken liegt jedoch im Unterschied zur Ausbildung von Zahnspitzen nicht an einem unvollständigen Abrieb an den Antagonisten, sondern an einer Anisognathie (Pro- oder Brachygnathie) der Kiefer. Der Kontakt zum jeweiligen Antagonisten ist aufgrund einer rostro-kaudalen Verschiebung der Zahnreihen gegeneinander überhaupt nicht gegeben (DIXON, 2005).

Zahnspitzen und -haken wurden in der vorliegenden Arbeit aufgrund ihrer Länge als geringgradig (bis 3 mm), mittelgradig (3-5 mm) und hochgradig (> 5 mm) befundet. Verursachen diese Veränderungen Schleimhautläsionen, wurden sie als zumindest mittelgradig eingestuft. Als hochgradige Spitzen und Haken wurden jene Veränderungen bezeichnet, die größer als 5 mm waren, bzw. großflächige Schleimhautläsionen verursachten.

### **Wellen- und Treppengebiss**

Hierbei verläuft das Kauflächenniveau nicht gleichmäßig im Bogen nach kaudal ansteigend, sondern wellen- bzw. treppenartig an- und absteigend. Als Ursache können Zahnlücken durch fehlende Zähne oder die Ausbildung von vergrößerten Zahnzwischenräume (Diastemata), sowie Unterschiede in der Qualität und Härte der Zahnschichten gesehen werden. Durch den unzureichenden Abrieb am Antagonisten ragen einzelne Zähne oder Zahngruppen über das Kauflächenniveau hinaus. Dadurch ist eine physiologische Kaubewegung kaum mehr möglich, wodurch die Bildung weiterer Zahnanomalien begünstigt wird. In schweren Fällen kann die ungleichmäßige Belastung der Kiefergelenke zu einer Arthrose derselben führen (SIMHOFER und ZETNER, 2006).

### **Meißelzähne**

Als Meißelzahn (lat.: Exsuperantia dentinum) bezeichnet man einen Prämolaren oder Molaren, der über das Niveau der Backenzahnreihe hervorragt. Er entsteht überall dort, wo kein Abrieb am Antagonisten gegeben ist, also v. a. nach Zahnverlusten, Diastemata, Oligo- oder Polyodontie aber auch bei Prognathien.

Die Therapie besteht im regelmäßigen Beschleifen der Hochpunkte (SIMHOFER UND ZETNER, 2006).

### **Diastemata**

Als Diastema wird ein pathologisch vergrößerter Zahnzwischenraum zwischen den Kontaktflächen zweier Schneide- oder Backenzähne bezeichnet. Dieser füllt sich immer wieder mit Futterresten, was unweigerlich zur Ausbildung einer Gingivitis und schließlich einer Parodontitis führt. In weiterer Folge kann der Zahnhalteapparat (Parodontium) und letztlich auch der Kieferknochen geschädigt werden. Die Entzündung kann in Richtung der Wurzeln fortschreiten, wo sie zu einer eitrigen Infektion der Pulpen führen kann. Man unterscheidet zwischen offenen Diastemata und Ventil-Diastemata. Erstere können prognostisch als vorteilhafter gesehen werden, da bei dieser Form eingespießte Futterreste durch den Kauvorgang wieder hinausbefördert werden können. Eine der Therapien der zur Kaufläche hin verengten Ventil-Diastemata besteht daher darin, diese so auszufräsen, dass sie sich zur Kaufläche hin öffnen (DIXON et al., 2008).

### **Zahnfrakturen**

Zahnfrakturen können an allen Zähnen vorkommen und sind die Folge einer mechanischen Überbeanspruchung. Prädisponiert sind vor allem Zähne mit Fissuren oder Zementhypoplasie (GRISS, 2001). Handelt es sich hierbei um Kronenfrakturen ohne Eröffnung der Pulpenhöhle können diese durch den physiologischen Zahnabrieb mit der Zeit verschwinden. Da die Zähne zu einem Großteil aus anorganischem Material bestehen, können Frakturen des Zahnschmelzes nicht heilen. Allerdings beinhalten andere organische Zahnkomponenten wie das Dentin und der periphere Zahnzement auch zelluläre Elemente, die auf traumatische Einwirkungen mit Wundheilungsmechanismen reagieren können. Liegt nach einer Fraktur die Pulpa frei und besteht keine aktive Infektion, so kann es zur Ausbildung einer Dentinspange durch aktivierte Odontoblasten kommen. Diese liegt innerhalb der Pulpenhöhle und stabilisiert den traumatisierten Zahn ähnlich wie die Kallusbildung bei einer Knochenfraktur (BAKER, 2005). Häufig kommt es jedoch zu einer massiven Infektion der Pulpa und in weiterer Folge zu einer eitrig-nekrotisierenden Pulpitis. Derart geschädigte Zähne müssen extrahiert werden.

### 3 Tiere, Material und Methode

#### 3.1 Material

Die zur Verfügung stehenden Pferde wurden in zwei Gruppen zu je sechs Pferden eingeteilt. Alle Pferde wurden fortlaufend mit den Zahlen 1-12 nummeriert, wobei die Pferde der Gruppe 1 die Zahlen 1-6 und die Pferde der Gruppe 2 die Zahlen 7-12 erhielten.

Kotproben wurden einmal vor der Zahnkorrektur sowie an definierten Tagen nach der Zahnkorrektur entnommen.

##### 3.1.1 Gruppe 1 (Kontrollgruppe)

Die erste Gruppe bestand aus Pferden der Klinik für Interne Medizin und Seuchenlehre der Veterinärmedizinischen Universität Wien (5 Traber, 1 Quarter Horse; 4 Wallache, 2 Stuten zwischen 4 und 8 Jahren), die ihrem Alter entsprechende typische, ggr. – mgr. Zahnveränderungen aufwiesen. Diese waren ggr.- mgr. Spitzen in allen 6 Fällen, ggr.- mgr. Haken bei 5 Pferden, ein ggr. Wellengebiss bei 3 Pferden und ein ggr. Treppengebiss bei einem Pferd.

**Tab. 1:** Alter, Geschlecht, Rasse und bedeutendste Zahnveränderungen der Pferde in Gruppe 1

Pferd	Alter	Geschlecht	Rasse	Zahnveränderungen
1	4 Jahre	Wallach	Traber	mgr. Zahnspitzen; mgr. Haken 106, 206, 306,406; ggr. Wellengebiss; Fraktur 202
2	4 Jahre	Wallach	Traber	ggr. Zahnspitzen; ggr. Haken 306, 406; ggr. Wellengebiss
3	7 Jahre	Stute	Traber	ggr. Zahnspitzen; ggr. Haken 106, 206, ggr. Treppengebiss
4	7 Jahre	Wallach	Traber	mgr. Zahnspitzen; ggr. Haken 106, 206
5	8 Jahre	Stute	Traber	ggr. Zahnspitzen
6	5 Jahre	Wallach	Quarter Horse	mgr. Zahnspitzen; mgr. Haken 106, 206, 306, 406; ggr. Wellengebiss; Diastema 210-211

##### 3.1.2 Gruppe 2 (Patientengruppe)

Bei der zweiten Pferdegruppe handelte es sich um Patienten der Klinik für Pferde, Abteilung Großtierchirurgie und Orthopädie der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Diese Pferde waren zwischen 9 und 35 Jahre alt, von unterschiedlicher Rasse

(1 Shetland-Pony, 1 Friese, 1 Traber, 3 Warmblutpferde) und unterschiedlichen Geschlechts (3 Wallache, 2 Stuten, 1 Hengst).

Allen gemeinsam waren hochgradige Zahnveränderungen, die bereits Probleme bei der Futteraufnahme bereiteten. Dies äußerte sich in schlechter Fresslust mit Abmagerung oder dem so genannten „Wickeldrehen“, bei dem die Pferde unzureichend gekautes Raufutter in Form von Heuwickeln wieder ausspucken. Die einzelnen Zahnveränderungen waren individuell sehr unterschiedlich, weshalb diese im Folgenden gesondert beschrieben werden:

#### Pferd 7: 15-jährige Warmblutstute

Die Stute zeigte Fressunlust mit Abmagerung seit sie sich vor einigen Wochen beim Springtraining eine schwere Zungenverletzung mit Blutung zugezogen hatte. Bei der Untersuchung der Maulhöhle fiel vor allem ein sehr spitzer, 1,6 cm langer Haken am 106er auf, der vermutlich die Ursache der mittlerweile narbig verheilten Zungenverletzung war. Außerdem verursachte dieser Haken eine ca. 3 mm tiefe Schleimhautläsion rostral des 406, sowie diverse kleinere Verletzungen im Bereich der Zunge und der umgebenden Maulschleimhaut. Weiters wurden hgr. Spitzen mit Schleimhautverletzungen an nahezu allen Backenzähnen, hgr. Hakenbildung an 311 und 411 und ein geringgradiges Wellengebiss diagnostiziert. Alle Veränderungen wurden korrigiert. Bereits am Tag danach zeigte die Stute wieder vermehrte Fresslust. Bei einer Nachuntersuchung 6 Monate später konnte auch eine deutliche Gewichtszunahme festgestellt werden.

#### Pferd 8: 27-jähriges Shetlandpony, Hengst

Der Ponyhengst wurde ebenfalls wegen schlechter Fresslust und starker Abmagerung an die Klinik für Großtierchirurgie und Orthopädie überwiesen. Bei der Untersuchung der Maulhöhle wurden folgende Diagnosen gestellt: Schneidezähne im Oberkiefer links hgr. unphysiologisch abgerieben; Hakenzahn im OK rechts kurz, links nicht fühlbar; hgr. Wellen- bzw. Treppengebiss; vergrößerter Zahnzwischenraum mit Zahnfachentzündung 109-110, 207-208, 209-210; hgr. Zahnfachentzündung im Unterkiefer links ab dem zweiten, rechts ab dem dritten Backenzahn; mgr.-hgr. Zahnschmelzspitzen mit zum Teil hgr. Schleimhautverletzungen v. a. im Bereich der Molaren.

Die intraoralen Röntgenbilder der Schneidezähne im Oberkiefer zeigten eine mgr. Auftreibung im Wurzelbereich von 103, 102 und 202, einen an allen Zähnen mgr. verbreiterten und unregelmäßig begrenzten Periodontalspalt und eine Kronenläsion am 203.

Die Therapie bestand im Beraspeln der Haken und Spitzen sowie in der Reduktion des Wellengebisses.

Bereits in der Klinik zeigte das Pferd nach der Behandlung wieder vermehrte Fresslust. Drei Monate nach der Rücküberweisung konnte laut Auskunft der Besitzer auch eine Gewichtszunahme festgestellt werden.

#### Pferd 9: 9-jähriger Friese, Wallach

Vorberichtlich wurde vom überweisenden Tierarzt versucht, einen bereits frakturierten 409 oral zu extrahieren. Dieser Versuch misslang und das Pferd wurde zur Extraktion des Zahnes überwiesen. Im Zuge der Erstuntersuchung wurde eine rechtsseitige Lähmung des N. facialis diagnostiziert. Das Pferd war nur eingeschränkt in der Lage Raufutter aufzunehmen und drehte Heuwickel. In der Klinik für Großtierchirurgie und Orthopädie wurde der frakturierte 409 mittels Buccotomie nach Stoll (siehe Kap. Extraktionstechniken) entfernt.

Das Pferd wurde nach 7 Tagen in häusliche Pflege entlassen. Telefonischen Auskünften des behandelnden Haustierarztes zufolge verbesserte sich der Zustand des Pferdes im Laufe von 8 Wochen zusehends. Derzeit zeigt das Pferd keine klinischen Symptome einer Zahnerkrankung, die Futteraufnahme ist unauffällig und die Lähmungserscheinungen des N. facialis wurden nicht mehr beobachtet.

#### Pferd 10: 9-jährige Warmblutstute

Die Stute wurde ebenfalls nach einem misslungenen Extraktionsversuch eines bereits frakturierten Backenzahnes und Problemen bei der Raufutteraufnahme an die Klinik überwiesen. Bei der Untersuchung fielen neben dem zu extrahierendem 110 noch weitere Backenzähne mit Zahnfrakturen auf. So waren 109 und 210 ohne Pulpeneröffnung und 210 mit möglicher Pulpeneröffnung frakturiert. Darüber hinaus wurden Fissuren an 308, 309, 407 und 409, Infundibularkaries an 106 und 206 und eine Verletzung des harten Gaumens links auf Höhe des 210 diagnostiziert. Am Tag der Untersuchung konnte oral die restliche Zahnkrone und ein Wurzelrest entfernt

werden. Der übrige Zahn wurde am nächsten Tag über eine Trepanation des Sinus maxillaris durch Ausstempelung mit Hilfe eines Steinmann-Pins im Stehen entfernt. Telefonischen Auskünften der Besitzer zufolge zeigte die Stute nach Entlassung aus der Klinik keine Probleme mehr bei der Futteraufnahme.

#### Pferd 11: 30-jähriger Traber, Wallach

Der Wallach wurde aufgrund schlechter Fresslust mit Gewichtsverlust vorgestellt. Außerdem wurde einige Wochen vor der Behandlung Wickeldrehen beobachtet. Am Tag der Behandlung konnte ein minderguter Ernährungszustand festgestellt werden. Bei Untersuchung der Maulhöhle fiel vor allem auf, dass im UK die beiden letzten Prämolaren 308 und 408 fehlten und sich im Oberkiefer an der entsprechenden Stelle zwei Meißelzähne ausgebildet hatten. Darüber hinaus konnten geringgradige Spitzen und Haken an den Backenzähnen sowie eine mittelgradige Zahnfleischretraktion an den Schneidezähnen gesehen werden. Die Therapie bestand im Beraspeln der Schmelzüberstände sowie im Kürzen der Meißelzähne. Nach Angaben der Besitzer zeigt das Pferd drei Monate nach der Behandlung ein verbessertes Fressverhalten und einen nur mehr mittelguten Ernährungszustand.

#### Pferd 12: 26-jähriger Warmblutwallach

Laut Vorbericht der Besitzer hatte der Wallach im Alter von drei Jahren einen Kieferbruch im Bereich der Schneidezähne erlitten. Da er in den Monaten vor der Vorstellung in der Klinik schlechte Fresslust mit Gewichtsverlust zeigte, stellte sich die Frage, ob dies in Verbindung mit der bereits verheilten Fraktur zu sehen ist.

Bei der Untersuchung der Maulhöhle waren die Schneidezähne im Oberkiefer links nur noch in Form von Zahnstummeln vorhanden, die Schneidezähne im Unterkiefer links waren jedoch ausreichend lange, so dass der notwendige Kontakt als gegeben gesehen wurde.

Darüber hinaus wiesen die Backenzähne mgr. Zahnspitzen an allen Backenzähnen, hgr. Haken an 111 und 211 und mgr. Haken im Bereich der zweiten Prämolaren im Unterkiefer auf.

Die Therapie bestand im Beraspeln der Schmelzüberstände durch Spitzen und Haken. Es wurde kein Hinweis darauf gesehen, dass die bereits verheilte Kieferfraktur dem Pferd Probleme bereitet.

Nach der Therapie zeigte der Wallach laut Auskunft der Besitzer ein sehr gutes Fressverhalten.

**Tab. 2:** Alter, Geschlecht, Rasse und bedeutendste Zahnveränderungen der Pferde in Gruppe 2

<b>Pferd</b>	<b>Alter</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Rasse</b>	<b>Bedeutende Zahnveränderungen</b>
7	15 Jahre	Stute	Warmblut	hgr. Haken 106, 311, 411
8	27 Jahre	Hengst	Shetland-Pony	hgr. Treppengebiss, mehrere Diastemata, hgr. Zahnspitzen
9	9 Jahre	Wallach	Friese	Zahnfraktur 409
10	9 Jahre	Stute	Warmblut	Zahnfraktur 110
11	30 Jahre	Wallach	Traber	Meißelzahn 108, 208
12	26 Jahre	Wallach	Warmblut	Kieferfraktur; hgr. Haken 111, 211; mgr. Zahnspitzen

### 3.1.3 Probengewinnung

Um Verunreinigungen zu verhindern, wurden die Kotproben meist rektal entnommen. War dies nicht möglich, wurde frisch abgesetzter Kot gesammelt, und vor der Analyse von anhaftender Einstreu befreit. Der ersten Pferdegruppe wurden 6 Proben je Pferd entnommen. Dies geschah vor der Zahnkorrektur und am Tag 2, 3, 9, 10 und 30 nach der Behandlung. Bei der zweiten Pferdegruppe wurde die Anzahl der Kotproben aus organisatorischen Gründen auf drei Proben je Pferd beschränkt. Die erste Probe wurde vor der Zahnbehandlung genommen, die beiden weiteren jeweils 10 bzw. 30 Tage nach der Behandlung. Anschließend wurden diese beschriftet und bei -20°C tief gefroren.

Einen Tag vor der Aufarbeitung wurden die Proben in den Kühlraum am Institut für Ernährung verbracht um dort bei 4°C kontrolliert aufzutauen.

## **3.2 Zahnbehandlung**

### **3.2.1 Untersuchung der Maulhöhle**

Alle Pferde wurden mit einer Kombination aus 0,01-0,02 mg/kg KGW Detomidin-Hydrochlorid (Domosedan®) und 0,01-0,02 mg/kg KGW Butorphanol-Tartrat (Botomidor®) sediert. Anschließend wurde das Maul mit reichlich Wasser von Futterpartikeln gereinigt. Mit Hilfe eines Maulgatters wurde die Maulhöhle für die Untersuchung zugänglich gemacht und diese palpatorisch und visuell, teilweise auch unter zu Hilfenahme eines starren Endoskopes untersucht. Alle Befunde wurden in einem standardisierten Untersuchungsprotokoll (Dental consult, TIS) festgehalten.

### **3.2.2 Zahnkorrektur**

Die Zahnkorrektur bestand aus dem Abschleifen der scharfen Schmelzüberstände (Spitzen und Haken) und einem Höhenausgleich bei Wellen- und Stufengebissen. Es wurde darauf geachtet, den physiologischen Kauflächenwinkel an den Backenzähnen beizubehalten, bzw. wieder herzustellen. Einzelne Querkämme wurden nur geglättet, wenn sie über das Niveau der Restlichen hinausragten. Anschließend wurden die Schneidezähne untersucht und wenn nötig behandelt. Zum Einsatz kamen elektrische betriebene Zahnraspeln (SlimLine, Fa. Eisenhut, Hippo) sowie diverse Handraspeln.

### **3.2.3 Extraktionstechniken**

Bei zwei Pferden dieser Studie wurde eine Zahnextraktion durchgeführt. Hierbei kamen drei verschiedene Techniken zum Einsatz.

Zunächst wurde bei beiden Pferden versucht, den Backenzahn unter Sedation im Stehen oral zu extrahieren, da bei dieser Methode Kosten und Risiken einer Vollnarkose vermieden werden können. Darüberhinaus weist diese Methode eine signifikant niedrigere Inzidenz von post operativen Komplikationen auf als die früher übliche Extraktion durch Ausstempelung (DIXON, 2005). Die orale Extraktion misslang bei beiden Pferden auf Grund einer Fraktur der klinischen Zahnkrone, so dass die Extraktionsinstrumente den Zahnrest nicht mehr ausreichend fixieren konnten.

Bei einem der beiden Pferde wurde daraufhin der Zahnrest mittels einer Bukkotomie nach Stoll entfernt. Dabei wurde eine vertikale Hautinzision über dem frakturierten

409 angelegt, Anschließend wurde der M. buccinator sowie die orale Mucosa stumpf durchstoßen. Über die Öffnung wurde ein scharfer Meißel in die Maulhöhle eingeführt und auf dem 409 unter endoskopischer Kontrolle platziert. Durch Hammerschläge auf den Meißel wurden Stücke vom 409 abgemeißelt und über die Maulhöhle geborgen, bis der Zahn vollständig entfernt war. Der Alveolarverschluss erfolgte mit Jodoform-Gaze, die Hautwunde wurde durch Klammernaht (Staples) verschlossen. Bei dem zweiten Pferd wurde der in der Alveole verbliebene Zahnrest des 110 mit Hilfe der Technik des Ausstempelns (Repulsion) entfernt. Hierbei wurde zunächst eine Bohröffnung über der Wurzelspitze des erkrankten Zahns angelegt (8 mm). Anschließend wurden mit Hilfe eines über das Bohrloch an die Zahnwurzel herangebrachten Steinmann-Nagels die Zahnreste in die Maulhöhle gestoßen.. Die leere Alveole wurde ebenfalls mit Jodoform-Gaze tamponiert. In beiden Fällen wurde die vollständige Entfernung der Zahnreste durch Röntgenaufnahmen überprüft.

### 3.3 Untersuchungsmethoden

#### 3.3.1 Trockensubstanz-Bestimmung

Von jeder Probe wurden 100g Kot in zuvor tarierte Petrischalen eingewogen und anschließend im Trockenschrank bei 95°C ca. 24 Stunden bis zu Gewichtskonstanz getrocknet. Danach wurden diese abgekühlt und sofort mittels Analysenwaage (Model Toledo AB 184-S-A, Fa. Mettler) zurück gewogen. Um einen zuverlässigen Trockensubstanz (TS)-Wert des tatsächlich gesiebten Materials zu bestimmen, wurde darauf geachtet, die Portionen für die TS-Bestimmung und für die Siebeinwaage an gleichen Stellen zu entnehmen. Um Krustenbildung während des Trocknens zu verhindern, wurden die Kotballen mechanisch zerkleinert.

#### 3.3.2 Siebanalyse

Entsprechend der Vorgehensweise bei der TS-Bestimmung wurden 100g Kot abgewogen. Diese wurden eine Stunde lang in einem Liter Wasser eingeweicht. Der aufgelöste Kot wurde in eine Siebsäule geschüttet und 5 min. lang mit entkalketem (WEK) Wasser mit einem konstanten Druck von 6 l/min gespült. Die Siebsäulen bestanden aus sechs Normsieben (Test Sieve, Fa. Retsch, Haan, Germany) mit einem Durchmesser von 20 cm und einer Höhe von 5 cm.

Nach mehreren Vorversuchen wurde eine Versuchsanordnung mit Siebgrößen der Maschenweiten 8,0 mm; 6,0 mm; 4,0 mm; 2,0 mm; 1,0 mm und 0,71 mm gewählt. Anschließend wurden die Kotpartikel aus den Normsieben in zuvor mittels Analysenwaage ausgewogene und beschriftete Petrischalen gespült. Diese wurden wiederum in den Trockenschrank verbracht und ca. 24 Stunden bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Es folgte die sofortige Auswaage der getrockneten Fraktionen.



**Abb. 1:** Getrocknete Siebfraktionen einer Kotprobe (von links: 8 mm, 6 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,71 mm)

### 3.4 Berechnungsmethoden

#### 3.4.1 Trockensubstanz

Die Trockensubstanz wurde in Prozent der Originalsubstanz angegeben. Die Trockenmassen der einzelnen Siebfractionen wurden in Prozent der Gesamttrockensubstanz berechnet. Die Partikelfraktion kleiner als 0,71 mm wurde mittels Subtraktion der TS-Menge aller Siebe von der berechneten Gesamt-TS berechnet.

#### 3.4.2 Partiiell Kumulative Darstellung

Die partiell kumulative TS wurde für das Sieb mit der Maschenweite 4 mm berechnet. Dies ist die Summe der Prozentanteile aller Partikel, die auf diesem und den größeren Sieben liegen geblieben sind.

#### 3.4.3 Durchschnittliche Partikelgröße

Für die Berechnung der durchschnittlichen Partikelgröße einer jeden Probe wurden die Prozentanteile der pro Sieb zurückgehaltenen Trockenmasse mit einem Faktor multipliziert, der den Mittelwert zwischen diesem und dem nächst größeren Sieb darstellt (siehe Beispielrechnung Tab. 3). Für das größte Sieb mit der Maschenweite 8 mm wurde der Faktor 9 gewählt, da bei Siebversuchen mit einem Sieb mit der Maschenweite 10 mm keine Partikel zurückgehalten werden konnten. Die Werte wurden addiert und das Ergebnis durch 100 geteilt.

**Tab. 3:** Beispielrechnung für die durchschnittliche Kotpartikelgröße

Porengröße (mm)	% der retinierten TS	Multiplikationsfaktor	Ergebnis (mm)
8	2,17	*9	19,57
6	3,63	*7	25,42
4	28,88	*5	144,42
2	16,26	*3	48,77
1	10,35	*1,5	15,53
0,71	4,67	*0,85	3,97
<0.71	34,03	*0,35	11,91
<b>Summe</b>	<b>100,00</b>		<b>269,59</b>

Durchschnittliche Kotpartikelgröße = 269,59 mm/100 = 2,70 mm

### **3.5 Statistische Auswertungen**

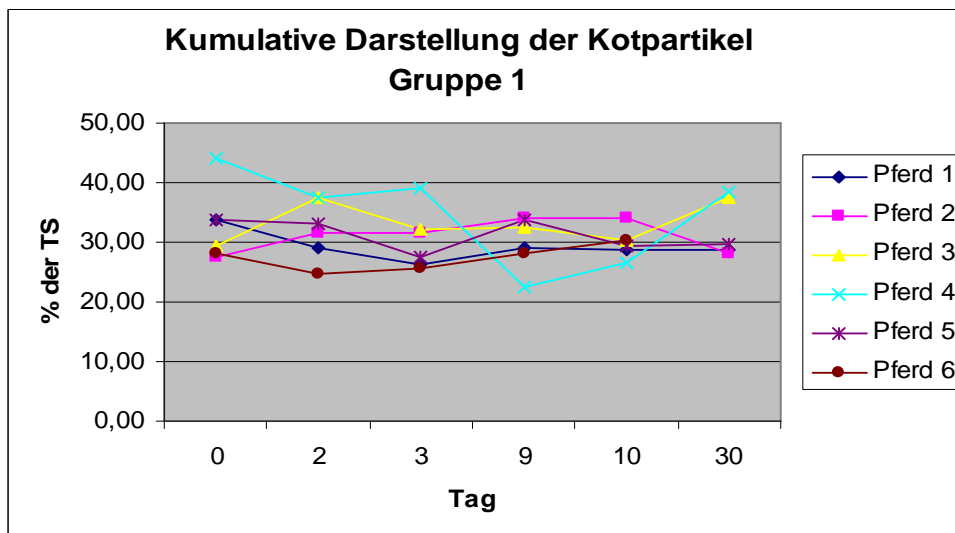
Die Rohdaten wurden gruppenweise einer deskriptiven statistischen Analyse unterzogen. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mittels dem „Kolmogorov-Smirnov-Test“. Gruppenvergleiche wurden mittels gepaarten T-Tests im Programm SPSS 17.0 berechnet. Für statistisch signifikante Unterschiede galt:  $p \leq 0,05$ .

## 4 Ergebnisse

Die genauen Einzelergebnisse der Siebungen, sowie der partiell kumulativen Darstellung und der durchschnittlichen Kotpartikelgröße sind im Anhang unter Rohdaten aufgelistet.

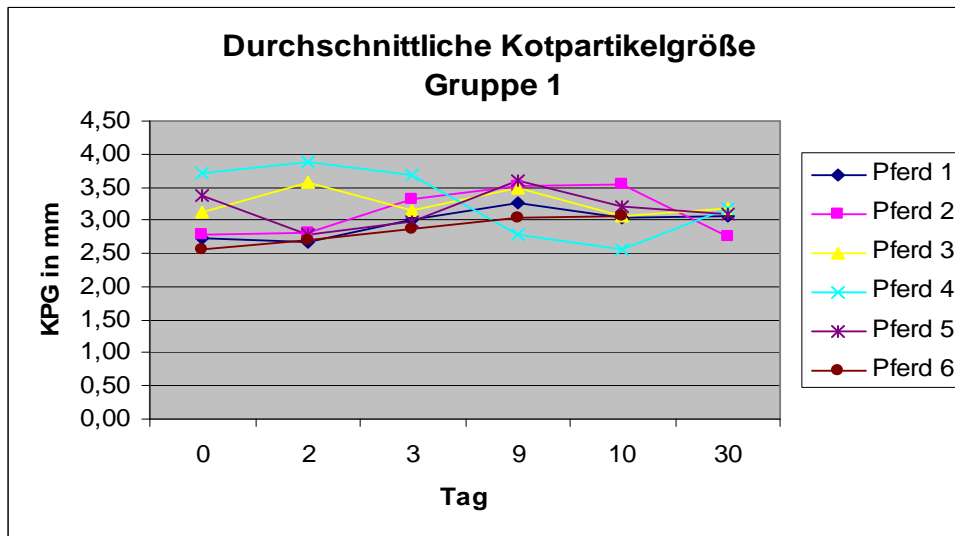
### 4.1 Gruppe 1 (Kontrollgruppe)

In der kumulativen Darstellung der Kotpartikelgrößen aller Pferde in Gruppe 1 konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Proben vor (Tag 0) und den Proben nach der Behandlung festgestellt werden.



**Abb. 2:** Kumulative Darstellung der Kotpartikel  $\geq 4\text{mm}$  der Proben aus Gruppe 1 in %

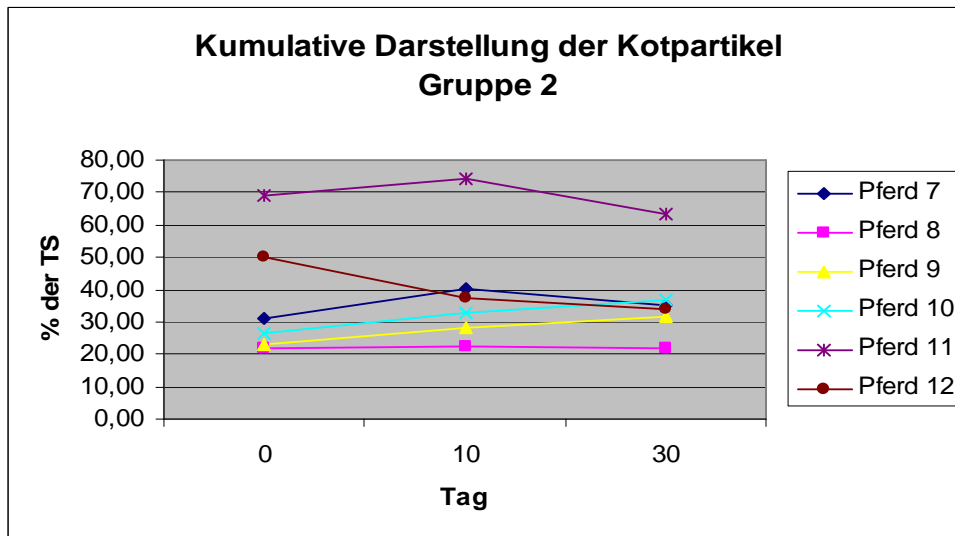
Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Kotpartikelgröße aller Pferde in Gruppe 1 zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Proben vor und nach der Behandlung.



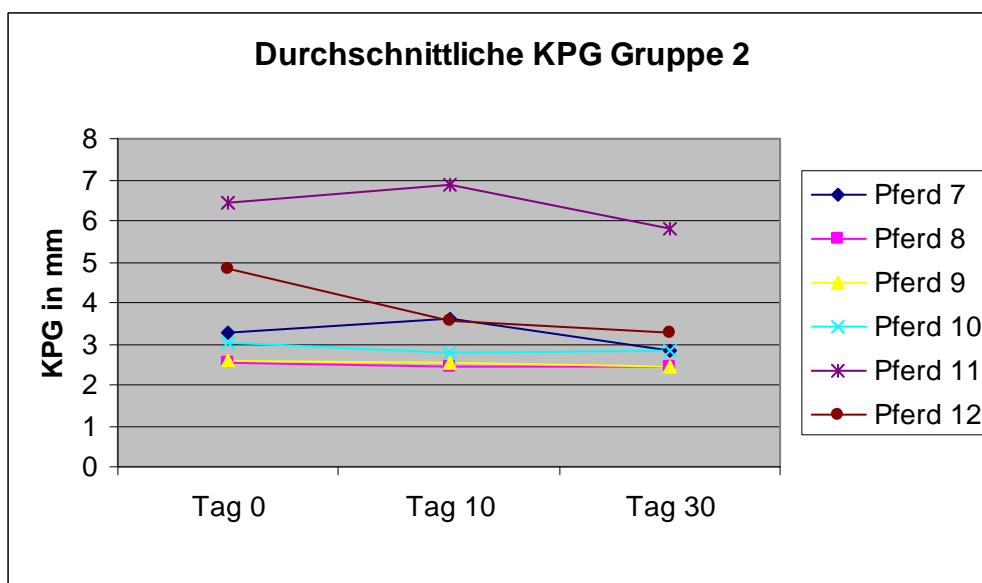
**Abb. 3:** Darstellung der Durchschnittlichen Kotpartikelgröße der Proben aus Gruppe 1 in mm

## 4.2 Gruppe 2 (Patientengruppe)

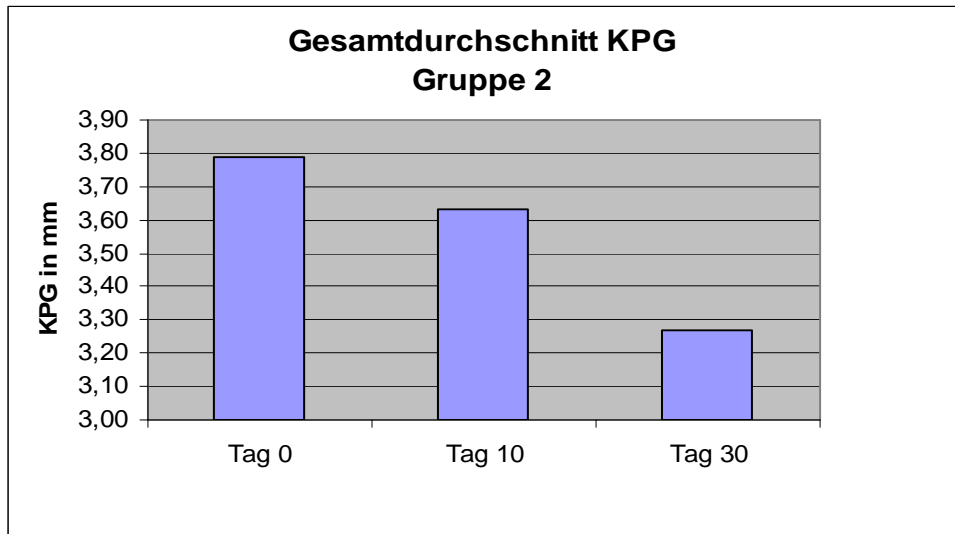
Nach der Zahnbehandlung wurden bei keinem der Pferde mehr Probleme bei der Futteraufnahme, wie z.B. das Wickeldrehen beobachtet. Innerhalb der folgenden 3 Monate konnte bei allen vier Pferden, die auf Grund von Gewichtsverlust vorgestellt wurden, eine deutliche Gewichtszunahme festgestellt werden. Innerhalb der Pferdegruppe 2 gab es ebenfalls weder in der kumulativen Darstellung noch bei Betrachtung der durchschnittlichen KPG signifikante Unterschiede in der Kotpartikelgröße zwischen dem Tag vor der Zahnbehandlung und den Tagen der Probenentnahme am Tag 10 und Tag 30 nach der Behandlung. Eine deutliche Tendenz dahingehend, dass die durchschnittliche KPG nach der Behandlung abnimmt, ist allerdings erkennbar (Abb. 6). Die gemessenen Werte innerhalb der Gruppe 2 zeigen eine deutlich größere Streuung als in Gruppe 1. Die Kotpartikelgrößen der Pferde 11 und 12 lagen am ersten Tag, die von Pferd 11 auch an den beiden anderen Messtagen deutlich über dem Referenzbereich aus Gruppe 1. Eine Reduktion der Partikelgröße konnte vor allem bei Pferd 7, 11 und 12 nachgewiesen werden.



**Abb. 4:** Kumulative Darstellung der Kotpartikel  $\geq 4\text{mm}$  der Proben aus Gruppe 2 in %



**Abb. 5:** Darstellung der Durchschnittlichen Kotpartikelgröße der Proben aus Gruppe 2 in mm



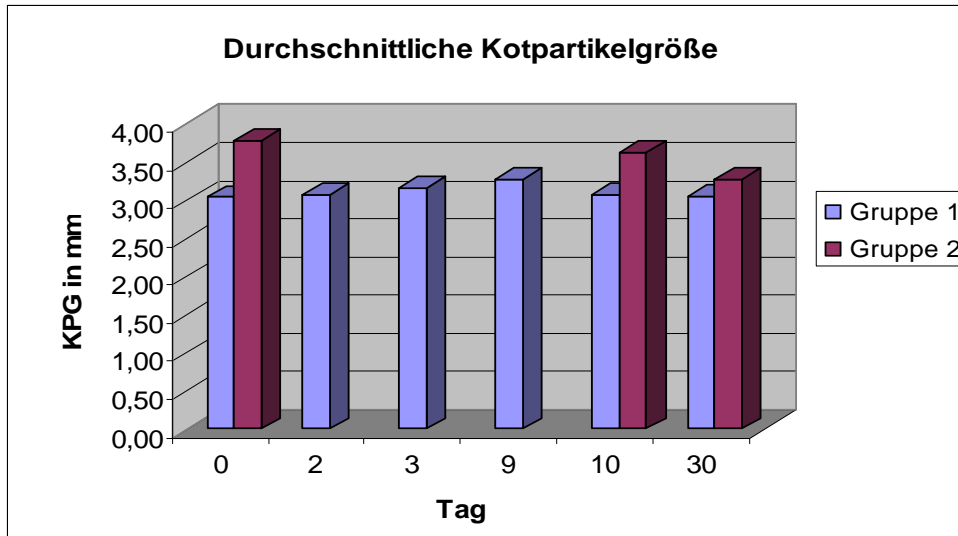
**Abb. 6:** Gesamtdurchschnitt der durchschnittlichen Kotpartikelgrößen (in mm) in Gruppe 2

### 4.3 Gruppenvergleich (Kontrollgruppe vs. Patientengruppe)

Beim Vergleich der kumulativen Darstellung der Kotpartikel >4mm beider Pferdegruppen zeigte sich, dass die Kotpartikel in der Pferdegruppe 2 vor der Behandlung ( $36,93\% \pm 18,79$ ) signifikant größer waren ( $p = 0,02$ ) als die der Gruppe 1 ( $32,78\% \pm 6,16$ ). An den beiden weiteren Messtagen 10 und 30 Tage nach der Behandlung war die Partikelgröße in Gruppe 2 immer noch tendenziell größer, allerdings zeigte sie sich nicht mehr als signifikant (siehe Abb. 7).

Beim Vergleich der einzelnen Siebfractionen der beiden Gruppen zeigten sich drei signifikante Unterschiede:

Die Summe der Partikel aller Pferde einer Gruppe war in dem Sieb mit der Maschenweite 8 mm am Tag vor der Behandlung in der Gruppe 2 ( $30,69\% \pm 20,67$ ) signifikant größer ( $p = 0,02$ ) als die Summe der Partikel in Gruppe 1 ( $13,22\% \pm 7,66$ ). Am Tag 10 war die Summe der Partikel in dem Sieb mit der Maschenweite 6 mm in der Gruppe 2 ( $3,87\% \pm 3,47$ ) signifikant größer ( $p = 0,02$ ) als in Gruppe 1 ( $2,0\% \pm 1,20$ ). Am Tag 30 nach der Zahnbehandlung zeigte sich die Summe der Partikel in dem Sieb mit der Maschenweite von 8 mm in Gruppe 2 ( $15,93\% \pm 19,54$ ) wieder signifikant größer ( $p = 0,02$ ) als in Gruppe 1 ( $14,22\% \pm 1,67$ ).



**Abb. 7:** Die durchschnittliche Kotpartikelgröße im Vergleich beider Pferdegruppen

## 5 Diskussion

Obwohl viele Pferdehalter eine Tatsache darin sehen, dass große Futterpartikel im Pferdekot einen Hinweis auf Probleme mit dem Kauapparat darstellen, gibt es bis zum heutigen Zeitpunkt nur sehr wenige Studien, die sich mit der Kotpartikelgröße bei Pferden befassen.

In keiner der uns bekannten Studien konnten bislang signifikante Unterschiede in der Kotpartikelgröße vor und nach Zahnkorrekturen gemessen werden (CARMALT et al., 2004, 2006). Die Ursache hierfür liegt möglicherweise darin, dass keines der Versuchspferde in früheren Studien höhergradige Zahnveränderungen aufwies bzw. Schwierigkeiten bei der Futteraufnahme zeigte (CARMALT et al., 2004, 2006, 2008; BRØKNER et al., 2008). Dass sich die Kotpartikelgröße nach der Korrektur geringgradiger Zahnveränderungen nicht signifikant reduziert, konnte auch in der vorliegenden Studie bestätigt werden.

Nachdem CARMALT et al. (2008) festgestellt hatten, dass die Partikelgröße von Mageninhalt, Inhalt von kleinem Kolon und Rektum und von Kotballen bei 17 Pferden keine signifikanten Unterschiede zeigte, konnte ausgeschlossen werden, dass die Partikelgröße von unzureichend zerkautem Futter durch den Verdauungstrakt verändert wird. Dies suggeriert laut CARMALT (2008), dass der Mahlvorgang an sich die wichtigste Ursache für die Reduktion der Futterpartikelgröße bei Pferden ist.

Untersuchungen von MEYER et al. (1986) bestätigen dies, indem sie bei fistulierten Pferden ebenfalls eine ähnliche Partikelverteilung im Oesophaguschymus wie im Ileumchymus und Kot zeigten. Somit kann laut Fritz (2007) behauptet werden, dass sich die Kotpartikelgröße als Maß für die Zerkleinerung der Nahrung durch den Kauvorgang als zuverlässiger Parameter erwiesen hat.

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Methoden für die Bestimmung von Partikelgrößen: Siebverfahren und optische Verfahren.

Für optische Verfahren wird die Probe meist ebenfalls zunächst mittels Siebung in Fraktionen unterteilt, die dann anschließend auf einen Träger überführt und bei verschiedenen Vergrößerungen gemessen werden (NØRGAARD et al., 2004). Gegenüber dem Siebverfahren haben optische Verfahren zwar den großen Vorteil, dass eine genaue Bestimmung der Partikeldimensionen möglich ist, aber auch die großen Nachteile, dass sie nur eine geringe Probenmenge zulassen, sie sehr

zeitaufwendig sind und eine technisch anspruchsvolle Ausstattung erfordern (FRITZ, 2007).

Bei der Verwendung von Siebverfahren für die Messung von Partikelgrößen in Pferdekot ergeben sich vor allem durch die längliche Struktur der Partikel diverse Ungenauigkeiten. So können Partikel das Maschengitter passieren die deutlich länger sind als die Maschenweite eines Siebes, wenn diese senkrecht oder schräg auf das Gitter treffen. Andererseits können beim Nasssiebverfahren kleinere Partikel durch die Oberflächenspannung am Maschengitter oder an größeren Partikeln zurückgehalten werden, so dass die Fraktionen auf den Sieben mit kleiner Maschenweite zu niedrig bestimmt werden können. Dennoch haben mehrere vergleichende Untersuchungen gezeigt, dass das Nasssiebverfahren für Proben aus dem Verdauungstrakt besser geeignet ist, als das Trockensiebverfahren (ALLEN et al., 1984, UDEN und VAN SOEST, 1982). Bei der Trocknung von feuchten Kotproben kommt es u. a. zu Verklumpungen größerer und kleinerer Partikel (ALLEN et al., 1984). CARMALT (2004) versuchte dieses Problem zu lösen, indem er den getrockneten Kot vor der Trockensiebung unter Zugabe von Gummibällen in einem Rüttler bei 830 Hz mechanisch voneinander trennte. Da getrocknete Kotpartikel eine sehr poröse und zerbrechliche Beschaffenheit besitzen, besteht die Gefahr, dass sie dabei zerkleinert werden und somit das Ergebnis verfälscht wird. Möglicherweise werden in den Studien von CARMALT et al. (2004, 2006, 2008) auf Grund dessen kleinere durchschnittliche Kotpartikelgrößen gemessen als bei anderen Autoren.. Diese betragen in den Veröffentlichungen von CARMALT et al. (2004, 2008) zwischen 0,375 mm (2004) und 1,36 mm (2008), während bei der Verwendung von Nasssiebverfahren durchschnittliche Werte zwischen 1,63 mm (UDEN, 1982) und 7,079 (OKAMOTO, 1997) erreicht wurden. BRØKNER (2008) maß mit einem optischen Verfahren durchschnittliche Partikelgrößen von 3,95 mm Länge und 0,44 mm Breite. In der vorliegenden Arbeit beträgt die durchschnittliche KPG aller verwendeten Proben 3,26 mm. Untersuchungen von ALLEN et al. (1984) zeigten, dass Partikel kleiner als 150  $\mu\text{m}$  beim Nasssieben, nicht aber beim Trockensieben aufgefangen wurden. UDEN und VAN SOEST (1982) beobachteten bei der Trockensiebung ein Herumhüpfen der Partikel auf den Sieben, wodurch diese das Maschengitter mit dem kurzen Ende zuerst passierten. Sie folgerten daraus, dass bei der Trockensiebung vermutlich vor allem der Partikeldurchmesser gemessen wird. Untersuchungen von ALLEN et al. (1984) bestätigten diese Vermutung. Sie fanden

eine größere Diskrepanz zwischen der Nasssieb- und Trockensieb-Methode bei länglichen Graspartikeln als bei quadratischen Luzerneheupartikeln.

In der vorliegenden Arbeit wurde aus Gründen der Praktikabilität im Hinblick auf die große Anzahl an Proben und um möglichst große und damit repräsentative Proben untersuchen zu können das Nasssiebverfahren gewählt. In zukünftigen Studien mit Nasssiebverfahren sollte auf Grund einer genaueren Differenzierung ein zusätzliches optisches Messverfahren v. a. für die Siebfraktion mit der größten Maschenweite in Erwägung gezogen werden. Abschließend ist zu sagen, dass die Verteilung der Partikel und damit die durchschnittliche Kotpartikelgröße aus oben genannten Gründen nicht als absolut gesehen werden können, sondern ausschließlich in Relation zueinander interpretiert werden sollten. Somit verbietet sich auch ein direkter Vergleich mit Daten aus anderen Studien, sofern diese nicht mit exakt der gleichen Methode und Siebtechnik erhoben worden sind.

Die Ergebnisse der Gruppe 1 (Kontrollgruppe) decken sich dahingehend mit den Erkenntnissen aus früheren Studien (CARMALT et al., 2004, 2006), dass sich die KPG vor und nach der Behandlung nicht signifikant änderte. Unerwartet jedoch war ein leichter Anstieg der KPG nach der Zahnbehandlung vor allem am Tag 3 und 9, die sich ab Tag 10 wieder dem Ausgangswert annäherte. Als Ursache dafür sind die iatrogenen Veränderungen an den Kauflächen denkbar, die sich kurzfristig eher negativ auf die Biomechanik des Mahlvorganges auswirken könnten. Sobald die Pferde ihre Mahlbewegungen an die geänderten Verhältnisse adaptiert haben, kann angenommen werden, dass die Futterzerkleinerung wieder ungestört abläuft.

In der zweiten Pferdegruppe (Patientengruppe) konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Kotpartikelgröße zwischen den Tagen vor und nach der Zahnbehandlung gemessen werden. Dies kann in vorliegender Studie vor allem auf die Heterogenität innerhalb der Gruppe zurückgeführt werden.

Bei den beiden Pferden, die auf Grund von Problemen bei der Raufutteraufnahme und Wickeldrehen zur Extraktion eines Backenzahnes vorgestellt wurden (Pferd 9 und 10), gab es keine Veränderungen in der durchschnittlichen KPG an den drei Messtagen. Es zeigte sich sogar eine Zunahme der Partikelfraktion mit einer Länge von  $\geq 4$  mm an den Tagen nach der Behandlung. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die Tatsache, dass die Pferde vor der Extraktion kaum mehr Raufutter aufgenommen bzw. abgeschluckt haben.

Bei einem Pferd (Pferd 8) lagen die gemessenen KPG an allen drei Tagen auf einem konstant niedrigen Wert, der sogar die Werte aus Gruppe 1 unterschritt. Hierbei handelt es sich um ein 27-jähriges Shetlandpony, das auf Grund seines schlechten Allgemeinzustandes sowohl vor als auch nach der Behandlung mit hochenergetischem und zerkleinertem Futter (Mash, aufgeweichte Heucobs, Öl etc.) zugefüttert wurde. Ob die verhältnismäßig kleinen Kotpartikel auf das Zusatzfutter zurückgeführt werden müssen, oder aber darauf, dass es sich um das einzige Pony in dieser Studie handelt, bleibt ungeklärt.

Lediglich bei drei der sechs Pferde in dieser Gruppe konnte eine tendentielle Reduktion der KPG nach der Behandlung gemessen werden. Diese drei Pferde (Pferd 7, 11 und 12) hatten sowohl vor als auch nach der Behandlung ausschließlich Heu und Mineralfutter erhalten.

Die Kotpartikelgröße als Maß für den Erfolg einer Zahnkorrektur kann somit nur dann aussagekräftig sein, wenn die Pferde vor und nach der Korrektur gleichwertiges, raufaserreiches Futter erhalten und dieses auch aufnehmen.

Weitere Studien mit einer größeren Anzahl an Pferden sind nötig, um zu evaluieren, ob und bei welchen Zahnveränderungen sich die Kotpartikelgröße nach der Zahnkorrektur signifikant reduziert.

## 6 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, zu evaluieren, ob sich die Kotpartikelgröße nach der Behandlung sowohl geringgradiger als auch höhergradiger Zahnveränderungen messbar reduziert. Dafür wurden Kotproben von 12 Pferden unterschiedlicher Rasse und Geschlechts untersucht. Die Probanden wurden in 2 Gruppen zu je 6 Tieren eingeteilt. Die erste Gruppe bestand aus Pferden zwischen 4 und 8 Jahren, die ihrem Alter entsprechende typische, ggr. – mgr. Zahnveränderungen aufwiesen. Bei der zweiten Gruppe handelte es sich um Patienten zwischen 9 und 35 Jahren mit hochgradigen Zahnveränderungen, die bereits Probleme bei der Futteraufnahme bereiteten. Der ersten Pferdegruppe wurden 6 Kotproben je Pferd entnommen. Dies geschah vor und am Tag 2, 3, 9, 10 und 30 nach der Zahnbehandlung. Bei der zweiten Pferdegruppe wurde jedem Pferd lediglich eine Probe vor der Zahnkorrektur und zwei weitere am Tag 10 und Tag 30 nach der Behandlung entnommen. Die Kotproben wurden anschließend mittels Nasssiebverfahrens gesiebt um die Kotpartikelgröße zu bestimmen. Für die Zahnbehandlung wurden alle Pferde sediert, die Maulhöhle mit Hilfe eines Maulgatters für die Untersuchung zugänglich gemacht und die notwendigen Zahkorrekturen sowie Extraktionen durchgeführt.

Innerhalb der beiden Pferdegruppen konnten keine signifikanten Unterschiede in der Kotpartikelgröße zwischen den Tagen vor und nach der Zahnkorrektur festgestellt werden. Der Anteil der Kotpartikel  $>4\text{mm}$  war jedoch in Gruppe 2 (Patientengruppe) am Tag vor der Behandlung signifikant größer ( $36,9\% \pm 18,8$ ) als in der Gruppe 1 (Kontrollgruppe) ( $32,8\% \pm 6,2$ ,  $p = 0.02$ ). An den beiden Vergleichstagen nach der Behandlung konnte kein signifikanter Unterschied mehr festgestellt werden. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Korrektur geringgradiger Zahnveränderungen die Kotpartikelgröße kaum beeinflusst. In der Patientengruppe verkleinerte sich die Kotpartikelgröße am Tag 10 und 30 nach der Zahnkorrektur tendenziell. Das Nasssiebverfahren erscheint als die am Besten geeignete Methode für die Bestimmung der Kotpartikelgröße im Pferdekot.

## 7 Summary

The main objective of this study was to evaluate, whether the fecal particle size reduces significantly after dental correction of mild as well as severe dental pathologies

Fecal samples were collected from 12 horses of various breeds and sex divided in two groups (6 horses each). Animals of group 1 (4-8 years old) displayed mild to moderate dental pathologies (sharp enamel edges, focal dental overgrowths) typical for this respective age group. Group 2 consisted of clinical patients (9-35 years old) with severe dental abnormalities leading to difficulties in feed ingestion. 6 fecal samples were collected from horses in group 1 – one before and the others at day 2, 3, 9, 10 and 30 after dental correction. From group 2, only 3 samples were collected – one before and the others at day 10 and 30 after dental correction.

Mean fecal particle size was measured using a wet sieving technique. All horses were sedated and an oral examination was performed using a full mouth speculum. Dental correction, including removal of sharp edges, flattening of stepped teeth and wave mouth and dental extractions were performed if necessary.

Within both groups there were no significant changes in fecal particle size between the day before dental correction and those after. In group 2 fecal particle size before dental treatment was significantly larger ( $36,9\% \pm 18,8$ ) than in group 1 ( $32,8\% \pm 6,2$ ;  $p = 0.02$ ), while there was no significant difference in mean particle size the days after treatment.

Results of the present study verify findings of previous studies, that dental correction of mild to moderate dental lesions doesn't influence fecal particle size significantly. Correction of severe dental lesions reduces fecal particle size by trend when horses were fed equivalent structured forage (and also ingest it) before as well as the days after treatment.

The sieving method with wet samples seems to be the best method for measuring fecal particle size in horses.

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Getrocknete Siebfractionen einer Kotprobe (von links: 8 mm, 6 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,71 mm) .....	15
<b>Abb. 2:</b> Kumulative Darstellung der Kotpartikel $\geq 4$ mm der Proben aus Gruppe 1 ..	18
<b>Abb. 3:</b> Darstellung der Durchschnittlichen Kotpartikelgröße der.....	19
<b>Abb. 4:</b> Kumulative Darstellung der Kotpartikel $\geq 4$ mm der Proben aus Gruppe 2 ..	20
<b>Abb. 5:</b> Darstellung der Durchschnittlichen Kotpartikelgröße der.....	20
<b>Abb. 6:</b> Gesamtdurchschnitt der durchschnittlichen Kotpartikelgrößen in Gruppe 2	21
<b>Abb. 7:</b> Die durchschnittliche Kotpartikelgröße im Vergleich beider Pferdegruppen	22

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
°C	Grad Celsius
Fa.	Firma
ggr.	geringgradig
hgr.	hochgradig
KPG	Kotpartikelgröße
l	Liter
M.	Musculus
mgr.	mittelgradig
min	Minute
mm	Millimeter
Tab.	Tabelle
TS	Trockensubstanz
vs	Versus

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1:</b> Alter, Geschlecht, Rasse und bedeutendste Zahnveränderungen der Pferde in Gruppe 1.....	8
<b>Tab. 2:</b> Alter, Geschlecht, Rasse und bedeutendste Zahnveränderungen der Pferde in Gruppe 2.....	12
<b>Tab. 3:</b> Beispielrechnung für die durchschnittliche Kotpartikelgröße.....	16

## Literaturverzeichnis

ALLEN, M.S., ROBERTSON, J.B., VAN SOEST, P.J. (1984): A comparison of particle size methodologies and statistical treatments. In: KENNEDY, P.M. (Hrsg.) Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants. Can Soc Anim Sci, Edmonton, Canada, S. 39-56.

BAKER, G.J. (2007): Abnorme Gebissabnutzung und parodontale Erkrankungen. In: Zahnheilkunde in der Pferdepraxis, BAKER, G.J., EASLEY, J., 2. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München, S. 119-127.

BAKER, G.J. (2005): Dental Trauma. In: Equine dentistry, BAKER, G.J., EASLEY, J., Second Edition, Elsevier Saunders, Philadelphia, S. 87-90

BRØKNER, C, NØRGARD, P., HANSEN, H.H. (2008): Effect of feed type and essential oil product on equine chewing activity. J of Anim Physiol and Anim Nutri 92, 621-630

CARMALT, J.L., TOWNSEND, H.G.G., JANZEN, E.D., CYMBALUK, N.F. (2004): Effekt of dental floating on weight gain, body condition score, feed digestibility, and fecal particle size in pregnant mares. JAVMA, Vol 225, No. 12, 1889-1893

CARMALT, J.L., ALLEN, A.L. (2006): Effect of rostrocaudal mobility of the mandible on feed digestibility and fecal particle size in horses. JAVMA, Vol 229, No. 8, 1275-1278

CARMALT, J.L., ALLEN, A. (2008): The relationship between cheek tooth occlusal morphology, apparent digestibility, and ingesta particle size reduction in horses. JAVMA, Vol 223, No. 3, 452-455

DIXON, P.M., BARAKZAI, S., COLLINS, N., YATES, J. (2008): Treatment of equine cheek teeth mechanical widening of diastemata in 60 horses (2000-2006), Equ Vet J 40, 22-28

DIXON, P.M. (2005) Dental Anatomy. In: Equine dentistry, BAKER, G.J., EASLEY, J., Second Edition, Elsevier Saunders, Philadelphia, S. 37-38

DIXON, P.M., DACRE, I., DACRE, K., TREMAINE, W.H., MCCANN, J., BARAKZAI, S. (2005): Standing oral extraction of cheek teeth in 100 horses (1998-2003). Equ Vet J 37, 105-112

EISENMENGER, E., ZETNER, K. (1982): Tierärztliche Zahnheilkunde, Parey, Berlin

FLOYD, M.R. (1991): The modified Triadan system, Nomenclature for veterinarian dentistry. J of Vet Dent 8, 18-19

FRITZ, J. (2007): Allometrie der Kotpartikelgröße von pflanzenfressenden Säugern, Reptilien und Vögeln. Dissertation, LMU München, S. 66-103

GRENET, E., MARTIN-ROSSET W., CHENOST, M. (1984): Compared size and structure of plant particles in the horse and the sheep faeces. *Can. J. Anim. Sci.* 64, 345- 346

GRISS, R. (2001): Endoskopische Untersuchung der Maulhöhle beim Pferd, Dissertation, Vet. Med. Univ. Wien, S.3-26

KELLER, H. (2009): Zahnerkrankungen des Pferdes, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover, S. 8-59

MAC FADDEN, B.J. (2007): Evolution der Pferde Zähne. In: Zahnheilkunde in der Pferdepraxis, BAKER G.J., EASLEY J., 2. Auflage, Urban & Fischer Verlag, München, S. 1-8

MEYER, H., COENEN M., TELEB H., PROBST, D. (1986): Beiträge zur Verdauungsphysiologie des Pferdes, 15. Mitteilung. Untersuchungen über Futterzerkleinerung und Freisetzung von Futterinhaltsstoffen im Kopfdarm des Pferdes. *Z Tierphysiol Tierernähr Futtermittelkd* 56, 266-275

NØRGAARD, P., HUSTED, S., RANVIG, H. (2004): Effect of supplementation with whole wheat or whole oat grains on the dimensions of faeces particles from lambs. *J Anim Feed Sci* 13, 175-178

OKAMOTO, M. (1997): Comparison of particle size in the feces of various herbivores. *J Rakuno Gakuen Univ* 22, 151-153

RALSTON, S.L., FOSTER, D.L., DIVERS, T., HINTZ, H.F. (2001): Effekt of dental correction on feed digestibility in horses. *Equ Vet J* 33, 390-393

SIMHOFER, H., ZETNER, K. (2006): Krankheiten der Mundhöhle, der Zähne, der Zunge und der Kiefer. In: Handbuch Pferdepraxis, DIETZ, O., HUSKAMP, B., 3. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, S. 380-412

UDEN, P., VAN SOEST, P.J. (1982): The deterioration of digesta particle size in some herbivores. *Anim Feed Sci Technol* 7, 35-44

## Anhang 1 (Rohdaten)

**Siebfraktionen in % der Trockensubstanz**

	Pferd	Siebgröße					Summe der Partikel > 4mm	Durchschnittliche Partikelgröße	
		8 mm	6 mm	4 mm	2 mm	1 mm			0,71 mm
							%	mm	
Tag 0	1	4,22	2,96	26,69	16,34	9,51	4,24	33,88	2,72
	2	12,04	5,09	10,28	17,64	9,06	3,61	27,41	2,80
	3	20,02	2,09	7,30	14,83	10,87	6,66	29,41	3,11
	4	15,25	13,19	15,53	11,15	10,68	4,28	43,97	3,71
	5	22,84	3,43	7,64	12,88	9,20	3,60	33,90	3,37
	6	4,95	4,25	18,92	17,55	10,59	4,84	28,12	2,55
	7	20,91	1,79	8,54	16,84	12,42	4,57	31,25	2,72
	8	17,63	0,13	3,98	10,68	13,61	6,02	21,75	2,8
	9	16,78	0,74	5,58	12,04	11,27	4,43	23,11	3,11
	10	16,76	1,22	8,44	22,48	12,43	4,88	26,42	3,71
	11	65,98	1,92	1,08	4,56	7,30	2,82	68,98	3,37
	12	46,09	2,63	1,37	4,99	8,39	3,13	50,10	2,55
Tag 2	1	15,83	0,56	12,55	9,08	7,64	3,43	28,94	2,69
	2	12,19	2,42	16,93	11,86	10,11	4,01	31,55	2,8
	3	19,23	1,24	16,99	20,08	11,98	5,02	37,46	3,58
	4	35,06	0,79	1,63	8,94	10,69	4,53	<	3,89
	5	7,85	3,13	22,18	14,00	11,46	4,26	33,16	2,79
	6	19,17	0,18	5,43	10,58	9,88	4,00	24,78	2,69
Tag 3	1	21,31	0,53	4,26	16,39	12,00	3,21	26,11	3,02
	2	26,72	0,27	4,42	11,03	10,88	3,27	31,41	3,32
	3	20,10	0,81	11,27	12,51	10,48	4,33	32,18	3,14
	4	27,70	0,47	10,83	10,57	9,16	3,26	39,00	3,68
	5	22,12	0,76	4,54	12,45	10,17	3,58	27,42	2,99
	6	20,75	0,36	4,58	12,60	11,06	4,32	25,69	2,86

Tag 9	1	25,50	0,42	3,17	12,17	14,98	6,65	29,09	3,26
	2	26,24	1,43	6,51	14,11	9,52	5,17	34,18	3,53
	3	28,88	0,94	2,79	10,97	10,30	5,09	32,61	3,47
	4	17,90	0,67	3,92	17,25	17,08	3,89	22,48	2,8
	5	30,22	0,59	2,91	12,08	10,58	4,46	33,72	3,6
	6	21,64	2,63	3,88	10,55	13,39	5,84	28,15	3,04
Tag 10	1	17,58	1,41	9,85	17,01	11,70	5,07	28,84	3,03
	2	29,72	1,49	2,84	9,33	11,02	5,13	34,05	3,55
	3	15,11	4,29	10,76	15,75	15,47	4,52	30,16	3,06
	4	7,69	2,27	16,55	16,71	12,94	4,75	26,50	2,55
	5	25,34	0,98	3,14	11,10	11,61	3,89	29,46	3,2
	6	17,12	1,55	11,52	16,87	11,31	5,47	30,20	3,07
	7	19,10	6,10	15,25	12,50	11,80	4,40	40,45	2,69
	8	6,38	4,67	11,57	18,17	15,58	5,47	22,62	2,8
	9	9,15	0,48	18,40	15,24	7,23	4,07	28,03	3,58
	10	1,04	9,29	22,50	20,21	11,00	5,38	32,83	3,89
	11	70,01	0,67	3,55	5,39	6,99	4,45	74,23	2,79
	12	24,84	2,01	10,66	8,87	13,37	4,46	37,50	2,69
Tag 30	1	14,24	3,76	10,69	19,47	16,58	4,70	28,69	3,06
	2	11,62	3,47	13,16	14,23	14,13	6,08	28,25	2,77
	3	14,57	4,92	17,91	10,32	9,57	5,82	37,40	3,18
	4	14,42	3,03	20,90	10,69	10,10	4,07	38,36	3,19
	5	16,27	2,18	11,18	19,88	11,58	5,26	29,62	3,11
	6								
	7	6,90	8,12	20,05	7,51	18,64	3,05	35,07	3,02
	8	5,73	3,82	12,13	19,48	17,45	7,31	21,69	3,32
	9	5,77	6,07	20,08	6,40	7,03	4,02	31,92	3,14
	10	0,68	2,30	34,12	19,87	9,96	4,07	37,09	3,68
	11	52,24	3,15	7,99	8,58	9,15	4,28	63,37	2,99
	12	24,28	2,78	6,82	8,12	8,60	3,52	33,88	2,86