

Der Hufmechanismus

Der Hufmechanismus ist eines der von veterinär-medizinischer Seite am meisten untersuchten Phänomene (Harders, 1985). Während über die Formveränderungen der Hornkapsel inzwischen Einhelligkeit zu herrschen scheint, sind die Ursachen dieser Bewegungsvorgänge und ihre Abhängigkeit voneinander z.T. noch umstritten. Da jedoch der Hufmechanismus für die Bewertung sowie die Ausführung des Beschlages von großer Bedeutung ist, wird im folgenden das Phänomen Hufmechanismus kurz dargestellt und dann das Verhältnis von Hufmechanismus zu Hufbeschlage diskutiert.

Äußere Formveränderungen der Hornkapsel

Das Körpergewicht wirkt als Druck- und Schubkraft auf die Knochen der Gliedmaße. Im Fesselgelenk wird die wirkende Last in zwei Komponenten zerlegt, wobei die erste Komponente als Druck senkrecht zum Querschnitt von Fesselbein und Kronbein einwirkt, um im tellerförmigen Hufbein auf eine größere Fläche verteilt zu werden. Im sog. Aufhängeapparat - bzw. dem Hufbeinträger (vgl. Pellmann, Budras und Braggulla, 1995) -, also der Verbindung zwischen der Innenseite der Hornkapsel und der Wandlederhaut wird diese Druckkraft in eine Zugkraft umgewandelt, die auf die Hornkapsel einwirkt. Die zweite Kraftkomponente übt über den Bandapparat, insbesondere die tiefe Hufbeinbeugesehne eine Zugkraft auf die Bodenfläche des Hufbeines aus. Diese Druck- und Zugkräfte bewirken Formveränderungen der Hornkapsel, die sich zwar nur im Millimeterbereich bewegen, aber mit geeigneten Apparaturen (Mechanogramm, Dehnungs-Meßstreifen u.a.) gemessen werden konnten.

1.) Bei Belastung sinkt die Zehenwand im Bereich der Krone

und - nach unten abnehmend - der oberen Hälfte der Zehenwand in Richtung Hufmitte, d.h. nach hinten-unten ein; und zwar um durchschnittlich 0,6 mm an den Vorderhufen (Richter, 1905, bestätigt, von Fischerleitner, 1974)

2.) Der Tragerand und die untere Hälfte der Zehenwand bleiben bewegungslos, denn am Tragerand der Zehenwand lassen sich keine Bewegungen feststellen (Ruthe, Müller und Reinhard, 1997).

3.) An der weitesten Stelle (vom Kronenrand bis zum Tragerand) sind keine Formveränderungen festzustellen.

4.) Die hinter der weitesten Stelle gelegenen Trachtenwände erweitern sich, und zwar am Kronenrand mehr (0,81 mm an den Vorderhufen) als am Tragerand (0,45 mm an den Vorderhufen nach Richter, 1905).

5.) Die Sohle flacht sich in ihrem höchsten Wölbungspunkt ab (durchschnittlich 0,6 mm an den Vorderhufen nach Richter, 1905; Fischerleitner, 1974 gibt einen Gesamtdurchschnittswert von 0,44 mm), während in Richtung äußerer

Sohlenrand, also im Bereich des Tragerandes eine Senkung der Sohle nicht mehr zu erkennen ist.

6.) Der Strahl nähert sich dem Erdboden.

7.) Die Ballen senken sich.

Diese Bewegungen sind wissenschaftlich vielfach gemessen und geprüft worden und allgemein akzeptiert.

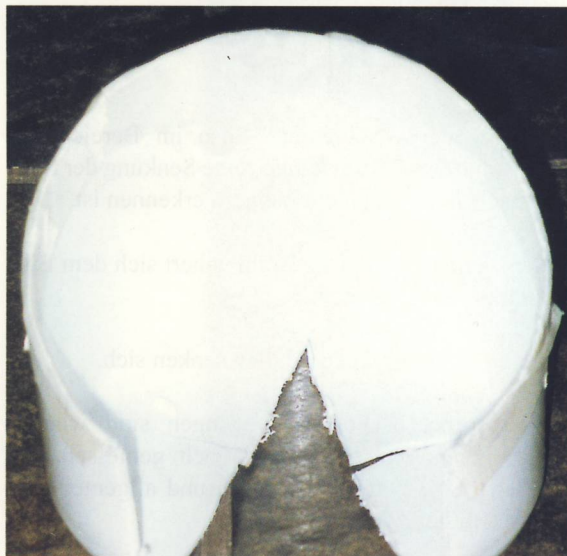
Formveränderungen innerhalb der Hornkapsel

Früher hatte man angenommen, daß bei Belastung der Gliedmaße der Gegendruck vom Boden für den Erweiterungsvorgang in der hinteren Hufhälfte verantwortlich sei, indem Strahl und Strahlpolster die Trachtenhornwände wie eine Art Keil auseinandertreiben würden (Druck - Gegendrucktheorie, zuletzt nur noch Hickman, 1983).

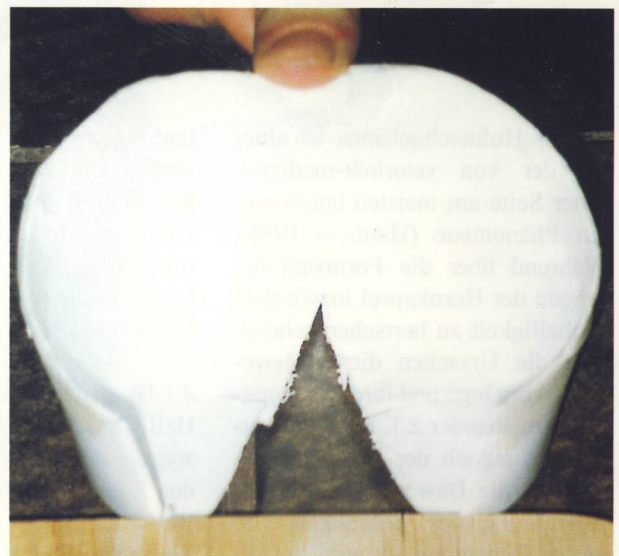
Jedoch wurde schon Ende des letzten Jahrhunderts erstmals nachgewiesen, daß diese Bewegungen durch die über den Aufhängeapparat/Hufbeinträger übertragenen Kräfte zustande kommen (Depres-



Das Präparat zeigt einen freigelegten Hufbeinast, darüber das Kronbein und die tiefe Beugesehne. Die Hornkapsel und die weit nach hinten reichenden Hufbeinäste lassen nur geringe Bewegungen zu (alle unter 1 mm).



Vereinfachtes Modell: Ein schräg angeschnittenes Eimerchen mit einseitiger Öffnung (55 mm breit) und Öffnung im Boden stellt das Hufhorn dar, die Hufkapsel und die Sohle.



Bei Druck/Zug auf die obere Kante (Kronenrand) erweitert sich der Spalt (Trachten) oberb mehr (auf 76 mm) als unten (auf 63 mm). Am realen Huf betragen die Erweiterungen weniger als 1 mm.

sionstheorie von Peters, 1883). Durch die Druckkräfte (gl. Hebelkräfte!) werden Hufbein, Kronbein und Strahlbein - mit der Hufbeinspitze als Drehpunkt - nach rückwärts und unten gedrückt, wodurch

die Bewegung am Zehen-Kronenrand (s.o.) zustandekommt. Diese Theorie wurde durch moderne Maßmethoden nur dahingehend ergänzt, daß neben der abwärtsrotierenden Bewegung - wie sie Peters

beschrieben hat - gleichzeitig eine absenkende Bewegung des gesamten Hufbeines stattfindet, die im Mittel 0,55 mm beträgt (Fischerleitner, 1974). Diese „Depression“ des Hufbeines erklärt die Absenkung der Sohle.



Scheuerrillen auf der Tragefläche eines mehrmals umgeschlagenen Hufeisens: Die Rille wird nach vorne hin schmaler und reicht bis in den Bereich des 3. Nagels. Der 3. Nagel kann die geringen Bewegungen mitmachen, ein 4. Nagel würde aufgerüttelt.

Die Druckkräfte und die Zugkräfte üben über den Bandapparat Druck auf die Sohle, Eckstreben und Strahl aus, wodurch insbesondere die Durchblutung gefördert wird (Pollitt, 1995). Die Weichhornanteile (weiße Linie, Strahl, dazu die Hufknorpel) haben - mehr oder weniger - stoßbrechende Wirkung und ermöglichen mit anderen stoßbrechenden Systemen (Mehrfachwinkelung der Gliedmaßen; Gelenke, Sehnen; rein muskuläre Aufhängung des Rumpfes zwischen den Schulterblättern) überhaupt einen elastischen und damit verschleißfreien Gang.

Während also die Druck- und Zugkraftwirkung auf den Zehen-Kronenrand und die Sohle einsichtig ist, ist nicht ohne weiteres zu verstehen, warum im Trachtenbereich die Hornwand am Kronenrand weiter auseinandertritt als am Tragerand. Ein vereinfachtes Modell hilft hier weiter: Die Öffnung eines Plastikeimers - in unserem Modell

auf 55 mm Breite eingeschnitten und von da im Eimerboden ein dem Strahl entsprechender keilförmiger Einschnitt angebracht. Der so behandelte Eimer stellt - vereinfacht - das harte Horn dar: den Hornschuh sowie die Sohle. Druck oder Zug auf den oberen Rand (entspricht dem vorderen Kronrand) bewirken eine Verbreiterung des Spaltes (entspricht den Trachten) und zwar oben auf 76 mm und unten auf 63 mm. Die unterschiedlichen Bewegungen an den Trachten lassen sich also ebenfalls direkt über die auf vordere Hornwand wirkende Zugkraft und die Gestalt der Hornkapsel erklären. Dieses vereinfachte Modell führt zudem zu folgender theoretischen Überlegung: der Strahl (Weichhorn) und die Sohle/Eckstrebe (Harthorn) wirken als Antagonisten, d.h. der Strahl ermöglicht passiv - vor allem an seiner breitesten Stelle - ein geringgradiges seitliches Auseinandertreten des Hornschuhes und der Sohle, während die Sohle als Ganzes (der „Boden“ des Hornschuhes) im Verbund mit den Eckstreben diese Seitwärtsbewegung begrenzt.

Auswirkung des Beschlages auf den Hufmechanismus

Zunächst produziert der Hufmechanismus auf der Tragefläche des Hufeisens Scheuerrillen, die von der weitesten Stelle zu den Trachten hin breiter werden, manchmal bis zu 10 mm Breite. Dabei wird durch feine Sandkörner einerseits Trachtenhorn abgerieben (bis zu 10 mm und mehr Länge gegenüber 2 mm an der Zehe und 4 mm an der weitesten Stelle in einer Beschlagperiode nach Rupperts, 1941), andererseits auch Material vom Hufeisen abgeschmirgelt (die Rille). Die seitliche Ausdehnung der Bewegung der Trachtenwände beträgt höchstens einen knappen Millimeter (s.o.), so daß sich die Breite des Tragerandes scheuert und zudem mit zunehmendem Längen- und Breitenwachstum des Hufes innerhalb einer Beschlagperiode der Tragerand geringgradig auf dem



Fraktur des Hufbeins mit Absplinterung vorne links. Das Bild zeigt den Huf nach der operativen Entfernung des Splitters.

Eisen nach außen „wandert“, also an verschiedenen Stellen reibt.

Zur vieldiskutierten Frage, ob die Nagelung den Hufmechanismus behindert, kann nun folgendes festgestellt werden:

1) Hinter der weitesten Stelle wirkt

le sei unbedenklich (Ruthe, 1955 sowie in längeren Versuchen Hanslian, 1932).

3) Die Vertreter der gegenteiligen Meinung (besonders Rödder, 1982) argumentieren mit häufigen Lahmheiten, die aufgrund der Behinde-



Medizinisch erforderliche zeitweise Ruhigstellung des Hufmechanismus derselben Fraktur mittels Eiereisen mit weit hinten angebrachten Seitenkappen.

der Hufmechanismus auf den 4. Nagel, er rüttelt den Niet auf (Ruthe, 1955). Dies ist besonders an weiten, großen Hufen zu beobachten, deren Hufmechanismus stärker ausgeprägt als bei schmalen, engen Hufe. Die Erfahrung zeigt, daß bei großen, weiten Hufen sogar der 3. Nagel noch innerhalb der Beschlagperiode aufgerüttelt wird.

2) Aufgrund dieses Befundes haben H. Ruthe u.a. behauptet, eine Nagelung hinter der weitesten Stelle

des Hufmechanismus durch den 4. Nagel entstanden seien.

4) Diese Befunde scheinen sich zu widersprechen: das Aufrütteln der hinteren Nägel beweist, daß der Hufmechanismus sich nicht unterdrücken läßt (Ruthe), während Lahmheiten im Zusammenhang mit dem 4. Nagel feststellbar sind (Rödder); andere konnten wieder keine Probleme beim Nageln hinter der weitesten Stelle finden (Hanslian). Eigene praktische Erfahrungen

und eine etwas andere Interpretation der Befunde von Ruthe und Rödder könnten diesen Widerspruch auflösen: Das Aufrütteln der hinteren Nieten gerade am weiten, großen Huf nach einigen Wochen wird m.E. nicht allein durch den Hufmechanismus verursacht, sondern durch das schnellere Breiter- und Längerwerden solcher Hufe werden die hinteren Nägel regelrecht umgedrückt - der Niet öffnet sich, der Nagel wird nach außen gebogen (bes. wenn die Eisen eng gelegt sind!). Lahmheiten bei der über die weiteste Stelle genagelten Eisen werden m.E. nicht primär durch die Einschränkung des Hufmechanismus hervorgerufen, sondern dadurch, daß alle Strukturen hinter der weitesten Stelle (weiße Linie, Wandhorn) dünner werden (bes. bei kleinen, steilen Hufen) und ein Nagel hier deswegen leicht Nageldruck ausüben kann. Insofern bleibt völlig unbestritten, daß die Nagelung - nach F. Rödder - nur vor/bis zur weitesten Stelle erfolgen sollte, wenn auch aus einem anderen Grund. Eine Nagelung über die weiteste Stelle

erledigt sich bei korrektem Beschlag eigentlich von selbst, da ab der weitesten Stelle das Eisen Garnitur zeigt und die am Fabrikeisen vorgegebenen Nagellöcher somit viel zu weit außen liegen.

Die Nägel sind übrigens nicht starr, sondern Zäh-elastisch (bes. die M- und E-Nägel). Sie sind daher in der Lage, die geringgradigen Bewegungen aufgrund des Hufmechanismus mitzumachen, was an Scheuerstellen um den 2. und 3. Nagel zu sehen ist, ohne daß diese Nägel locker geworden wären. Von einem grundsätzlichen „Festnageln“ des Hufmechanismus durch den Beschlag kann also keine Rede sein.

Das Zusammenwirken von Hufmechanismus und Beschlag - sichtbar an den Scheuerrillen - bringt einen erheblichen Nachteil mit sich: den ungleichen Abrieb des Hufes. Während die Zehe nahezu ungehindert wächst, wird die Trachte stark abgerieben. Als Folge kommt es zu spitzgewinkelten Hufen und nach hinten gebrochener Zehenachse.

Der Hufmechanismus ist an beschlagenen Hufen insgesamt stärker als an unbeschlagenen. Genauer läßt sich sagen: auf hartem Boden zeigen beschlagene Hufe am Trachtenträgerand geringere Bewegungen als unbeschlagene, dafür am Kronenrand eine erhebliche Verstärkung der Bewegung im Vergleich zum unbeschlagenen Huf. Es gilt also: der Hufbeschlag hemmt den Hufmechanismus nicht, sondern jeder Hufbeschlag (auf hartem Boden) nimmt den Hufmechanismus übermäßig in Anspruch. Als Grund wird das veränderte Erschütterungsverhalten angegeben, das das Schwingungsverhalten der Hornkapsel verändert (Bein, 1984 und Harders, 1985).

Folgen für Hufzubereitung Hufbeschlag

Der Nachteil des stärkeren Trachtenabriebes kann nur durch richtige Hufzubereitung (in der Regel Kürzen der Zehe, Schonen der Trachten, vgl. FRF 4/97) und einen richtigen Beschlag (kurze Beschlagsintervalle; Zehenrichtung; Unterstützungsflächen im Trachtenbereich, vgl. FRF 2/97) gewährleistet werden. Unterstützend können evtl. Materialien im Trachtenbereich wirken, die so glatt und verschleißfest sind, daß die Bewegung der Trachtenwände nicht behindert werden. Sie verhindern den Abrieb der Trachten aber nicht, da für deren Abrieb Sandkörner - und nicht das Auflagematerial - verantwortlich sind. Deshalb messe ich solchen Maßnahmen keine große Bedeutung bei.

Wichtiger für den Hufmechanismus ist dagegen, daß die Tragefläche des Eisens eine Ebene bildet. Vor allem dürfen die Eisenschenkel bzw. die Tragefläche keinesfalls nach innen geneigt sein. Behindert wird der Hufmechanismus auch durch Kappen an und vor allem hinter der weitesten Stelle. Deshalb sind bei korrekt geschmiedeten Hintereisen die Seitenkappen vor der weitesten Stelle angebracht, etwa im Bereich des 2. Nagels. Seitenkappen hinter der wei-

Der orthopädisch beschlagene Huf mit künstlich wiederhergestellter Wand (Dermotec).



testen Stelle sind nur sinnvoll, wenn der Hufmechanismus bewußt zeitweilig stillgelegt werden soll, nämlich bei Knochenbrüchen oder -absplitterungen des Hufes.

Die übermäßige Beanspruchung des Hufmechanismus sowie das veränderte Erschütterungsverhalten durch den Beschlag wirken sich letztendlich als geminderte Stoßdämpfung aus. Diese Verminderung kann durch gänzlichen Verzicht auf Eisenbeschlag begegnet werden oder durch Plastikbeschläge bzw. Hufschuhe. Jedoch bieten stoßdämpfende Einlagen die Möglichkeit, die Vorteile von Eisenbeschlägen (vgl. FRF 1/97 bis 3/97) mit den Vorteilen von Kunststoff zu kombinieren. Ähnliche Methoden wurden früher schon häufig angewendet (Korkeinlagen, Tauhufeisen), sind jedoch in Vergessenheit geraten.

Insgesamt wird m.E. das Thema Stoßdämpfung zu hoch gehängt und zwar deshalb, weil die meisten Pferde heute Freizeitpferde sind und 1. weniger auf harten Böden gehen müssen und 2. insgesamt wenig beansprucht (bewegt) werden. Ein echtes Problem ist die Stoßdämpfung noch heute für schwere Zugpferde oder manche Sportpferde. Für die Kavallerie war das Thema früher sehr gravierend, da die Armeepferde ganz anderen Belastungen wie heute ausgesetzt und Lahmheiten ihren Einsatz gefährdeten. Diese Probleme bestehen heute nicht mehr in diesem Maße. Wichtig in unserer Zeit ist zunächst die Abwägung zwischen Barfußgehen und Hufbeschlag. Ein orthopädisch korrekter Beschlag (vgl. FRF 2/97) behindert weder den Hufmechanismus noch löst er Schmerzen aus, wie gelegentlich behauptet wurde. Stoßdämpfende Maßnahmen zusätzlich mit verschiedenen Methoden erreicht werden, sollten aber nur angewendet werden, wenn es wirklich nötig ist.

Nikolai Wandruszka

Literatur:

L. Bein, Prüfung eines elastischen Pferdehufbeschlages mit Hilfe un-gulographischer Untersuchung im Vergleich zum Eisenbeschlag, Diss. vet. med., Zürich 1984; R. Hanslian, Hufmechanismus und Hufbeschlag, in: Hufschmied 50 (1932), 173-176; T.Harders, Die elastische Verformung des Pferdehufes, Diss. vet. med. Hannover 1985; J.Hickman, Der richtige Hufbeschlag, BLV München-Wien-Zürich 1983; R.Pellmann, K.-D.Budras und H.Bragulla, Struktur und Funktion des Hufbeinträgers beim Pferd und seine Bedeutung bei der Hufrehe, in: Pferdeheilkunde 13 (1996), 53-64; F.Peters, Die Formveränderung des Pferdehufes bei der Einwirkung der Last mit besonderem Bezug auf die Ausdehnungstheorie, Berlin 1883; C.C. Pollitt, Color Atlas of the Horse's

Foot, Mosby-Wolfe 1995; O.C. Richter, Über den Bau und die Funktionen der Fußenden der Perissodactyla unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungsvorgänge am Hufe des Pferdes, Diss.vet.med., Zürich 1905; F.Röd-der, Gesunder Huf - Gesundes Pferd. Anleitungen - Praxis - Fallbeispiele, Müller-Rüschlikon 1982; E.Ruppert, Die Abnutzung des Tragerandes der Vorderhufe auf dem Hufeisen unter Berücksichtigung von Gliedmaßenstellung und Huf-form, Diss.vet.med., Hannover 1941; H.Ruthe, Kritische Betrachtungen über den Hufmechanismus im Zusammenhang mit einigen Hufkrankheiten, in: Monatshefte Veterinärmedizin 10 (1955), 149-152; H.Ruthe und H. Müller, Der Huf. Lehrbuch des Hufbeschlages, überarbeitet von F.Reinhard, F.Enke Vlg. 1997.

PAT PARELLI kommt

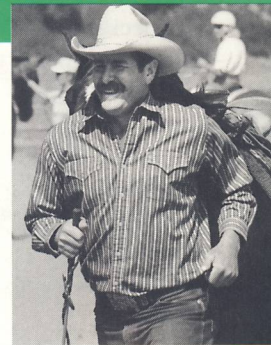
Savvy-Day

2.+3. APRIL

Frankfurt

5. APRIL

Hamburg



Sie möchten mit Ihrem Pferd flüstern?
Sprechen Sie „Pferd“

PAT PARELLI

zeigt Ihnen, wie!



Info:
Parelli-Agentur Deutschland
Birger Gieseke, Brückenstraße 21, 29308 Meißendorf, Tel: (0 50 56) 3 29