

# Fütterung des Hufes – biochemische Grundlagen und Beispiele zur Optimierung

Dipl. Ing. Sonja Appelt, Fa. Wild Horse KEG, Österreich

## 2. Weltkonferenz für ganzheitliche Hufbehandlung, 13.-15. November 2006 in Tübingen

Viele Pferdebesitzer beobachten zu Beginn der Weidezeit ein deutlich verbessertes Hufwachstum. Über den Einfluß der Fütterung auf die Qualität des Hufhornes und die Hufgesundheit wird in Pferdezeitschriften häufig spekuliert, Futtermittelherzeuger bieten spezielle Produkte zur Hufverbesserung und sogar zur Verhinderung von Hufrehe an. Dieser Vortrag bietet eine Zusammenfassung der zur Hornbildung nötigen Baustoffe und Möglichkeiten zur Beeinflussung der Hornbildung über die Fütterung des Pferdes.

### *Keratinbildung*

Hufhorn wird durch Bildung von Keratinproteinen in den Zellen der Epidermis gebildet. Die verhornenden Zellen in der gefäßfreien Epidermis werden durch Diffusion aus der darunter liegenden, gut durchbluteten Dermis mit Nährstoffen, Makromineralien, Spurenelementen und Vitaminen versorgt. Selbstverständlich ist daher Durchblutung (Hufmechanismus) und somit Bewegung neben der Fütterung die Grundvoraussetzung für die richtige Ernährung der Huflederhaut.

Keratinfilamente findet man außer im Hufhorn in den Haaren, Hörnern, Nägeln und Federn der Wirbeltiere. Die Keratinproteine bestehen aus Aminosäuren - v.a. Cystein, Histidin und Methionin spielen hier eine entscheidende Rolle - und sind über Disulfid-Brücken miteinander verbunden. Je höher der Anteil an Disulfid-Brücken, desto starrer ist das Keratin.

Man unterscheidet nach den mechanischen Eigenschaften weiches und hartes Keratin. Die Proteinzusammensetzung variiert entsprechend. Weiches Keratin - z.B. in der Haut - hat einen Schwefelgehalt (v.a. Cystein und Methionin) von etwa 1% und einen Lipidgehalt von ca. 4%. Hartes Keratin - z.B. in hartem Horn - besteht aus bis zu 5% Schwefel (v.a. Cystein) und hat einen geringen Lipidgehalt.

Bei der Keratinisierung laufen komplexe biochemische Vorgänge ab. Folgende Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine sind hierfür wichtig:

**Calcium** ist durch Aktivierung des Enzyms Transglutaminase bei der Hornbildung entscheidend beteiligt. Ein Ca-Mangel führt zur Bildung von dyskeratotischem Horn.

**Zink** ist das häufigste intrazelluläre Spurenelement und ein Bestandteil von mehr als 200 Enzymsystemen. Zn-Metalloenzyme sind katalytisch an der Hornbildung beteiligt. Eine wichtige Rolle von sogenannten Zn-Fingerproteinen bei der Bildung von Keratinfilamenten wird diskutiert. Starker Zinkmangel macht sich u.a. durch gestörte Hornbildung, Haarausfall und Dermatitis sowie Bindegewebsdegeneration bemerkbar.

**Kupfer** ist ebenfalls als Cofaktor vieler Enzyme v. a. auch bei der Zellatmung beteiligt. Zudem aktiviert Kupfer das Enzym Thioloxydase, das für die Bildung der Disulfid-Brücken zwischen den Cysteinenden der Keratinfilamente verantwortlich ist. Zusammen mit **Schwefel** ist also Kupfer wichtig für die Hornsteifigkeit. Ein ausgeprägter Kupfermangel wird als ungleichmäßige weiße Flecken im Fell des Pferdes sichtbar. Das Fell ist meist stumpf, das Immunsystem beeinträchtigt und die Anfälligkeit für Verwürmungen höher. Im Huf kann sich Kupfermangel als Anfälligkeit der Weißen Linie für bakterielle und Pilzinfektionen bemerkbar machen sowie eine Prädisposition für Hufrehe schaffen.

**Selen** schützt Zellen gegen oxidative Schäden. Bereits ein geringer Überschuss kann jedoch bei der Proteinbildung Schwefel verdrängen und die Festigkeit der Proteinstruktur vermindern. Dies führt bei Selenüberdosierung bis hin zum Ausschuten des Pferdes.

**Biotin** – ein B-Vitamin das im Darm des Pferdes gebildet wird – ist als Cofaktor in einer Reihe von Enzymen an verschiedenen Stoffwechselprozessen auch bei der Keratinisierung beteiligt. Insbesondere ist Biotin wichtig für die Bildung komplexer Lipidmoleküle im interzellulären Bindehorn („Kittsubstanz“), somit für den Hornzusammenhalt.

Weiters wichtig sind **Vitamin A** und **Vitamin E**.

## ***Glucosestoffwechsel***

Sowohl die Zellen der Dermis als auch der Epidermis sprechen experimentell auf Insulin an. Insulin steigert die Aufnahme von Glucose und somit Energieproduktion und Zellstoffwechsel. Probleme im Glucosestoffwechsel der Zellen beeinträchtigen die Versorgung der Huflederhaut. Eine mögliche Folge ist Hufrehe. Insulinresistente Pferde - also Tiere, bei denen die Zellen nicht gut auf Insulin ansprechen und somit Insulin und Glucosespiegel im Blut erhöht sind - reagieren auf Fütterungsfehler mit übermäßiger Fühligkeit - trotz optimaler Hufform.

Bei Veranlagung zu Insulinresistenz kann das im Glucosetoleranzfaktor (GTF) enthaltene Spurenelement **Chrom** und **Vitamin B<sub>3</sub>** die Glucoseversorgung der Zellen verbessern. Durch Fütterung von Bierhefe kann GTF zugeführt werden. Vitamin B<sub>3</sub> kann der Körper auch selbst aus **Tryptophan** herstellen. In Hafer ist diese Aminosäure reichlich enthalten, im Gegensatz zu Mais und Gerste. Bei haferfreier Fütterung kann es daher zu einem Mangel kommen. Auch auf die **Magnesium**versorgung ist bei insulinresistenten Pferden besonders zu achten. Magnesium ist an der Aktivierung vieler Enzyme und nahezu an allen Reaktionen des Stoffwechsels beteiligt.

Wichtig ist selbstverständlich generell eine zugrunde liegende bedarfsgerechte Fütterung mit **cellulosereichem** Heu und reduziertem Gehalt an nicht-struktur Kohlehydraten (**Zucker** und **Stärke**), die Sicherstellung ausreichender **Wasseraufnahme** und **Bewegung**.

## ***Mineralstoff- und Spurenelementversorgung***

Der Mineralstoff- und Spurenelementgehalt im Grundfutter (Heu) ist stark von der Geochemie, vom Pflanzenbewuchs und von der Bodenbiologie abhängig. Pferde bekommen häufig über Jahre hinweg das Heu aus der gleichen Region, im Extremfall von der Wiese auf der sie auch weiden. Defizite in der Versorgung können sie daher nicht ausgleichen. Durch eine Heuanalyse kann man den Gehalt an Mineralstoffen und den wichtigsten Spurenelementen ermitteln, sowie ebenfalls Rohprotein und nicht-struktur Kohlehydrate.

Es werden mehrere Beispiele für Rationsberechnungen auf Basis unterschiedlicher Heuzusammensetzungen gezeigt. Da Heu die überwiegende Masse des Futters ausmacht, können Mängel oder Ungleichgewichte bei Mineralstoffen und Spurenelementen meist kaum mit natürlichen Futtermitteln (Zweige, Obst etc.) kompensiert werden. Diese frischen, natürlichen Futtermittel spielen jedoch eine große Rolle bei der Versorgung mit Vitaminen und anderen Vitalstoffen.

Ein Pferd im Erhaltungsstoffwechsel benötigt bedingt durch die mengenmäßig geringere Aufnahme an Futtermitteln zumeist eine gezielte, regional abhängige Mineralstoffergänzung (häufig Zink, Kupfer und Magnesium), um den Bedarf für die Bildung lebensnotwendiger Enzyme zu decken und den Stoffwechsel ausreichend zu versorgen.

Ein Pferd im Training erhält jedoch durch die erhöhte Nahrungsmenge deutlich mehr und meist mengenmäßig ausreichend Mineralstoffe und Spurenelemente. Es muß lediglich das Verhältnis zueinander überprüft werden, um die Blockierung einzelner Spurenelemente durch starke Ungleichgewichte zu verhindern. Eine Deckung des Energiebedarfes mit angereicherten „Müslifuttermitteln“ kann hier zuviel des Guten sein und den Organismus belasten.

## Ausgleich von Defiziten

Bei der Mineralstoff- und Spurenelementergänzung sind vielfältige Interaktionen zu beachten (vgl. Fig. 1). Beispielsweise teilen sich die für die Hufhornbildung wichtigen Spurenelemente Kupfer und Zink die Aufnahmewege im Körper. Ein günstiges Cu:Zn-Verhältnis im Mineralfutter ist somit äußerst wichtig.

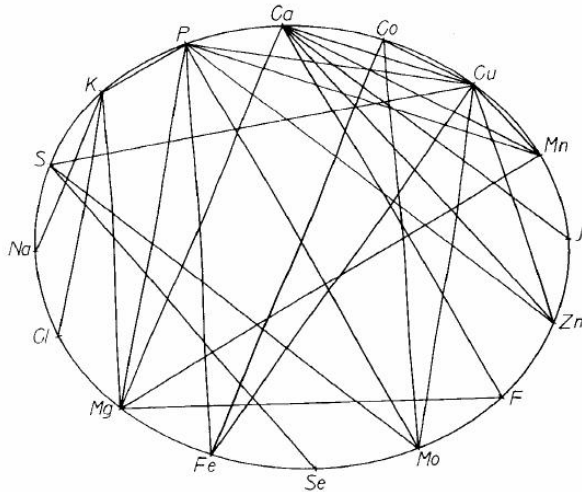


FIG. 1: MINERALSTOFF- UND SPURENELEMENTINTERAKTIONEN NACH WIESNER (1970)

Das Ca:P-Verhältnis der Ration sollte in engen Grenzen (1:1 bis 3:1) gehalten werden. Ein erhöhter Calciumgehalt beeinträchtigt die Aufnahme von Magnesium sowie der Spurenelemente Kupfer, Zink, Mangan und Jod. Vor allem in den Kalkalpen ist häufig ein sehr hoher Calciumgehalt zu finden. Hier sollte das Mineralfutter entsprechend geringere Mengen Calcium enthalten.

Im Gegensatz dazu leiden viele Regionen unter Calcium- und Magnesiummangel. Insbesondere Granitböden wie Schweden, Finnland und die Tschechische Platte (österreichisches Waldviertel), benötigen also ein völlig anders zusammengesetztes Mineralfutter.

Ein hoher Phosphorgehalt als Phytinsäure in Kleie, Getreide und Soja beeinträchtigt durch Komplexbildung die Aufnahme der Spurenelemente Kupfer, Mangan, Zink, Molybdän, Eisen sowie Magnesium. Im Extremfall kann bei übermäßiger Fütterung der Körper an Zink verarmen.

Eine ausreichende Versorgung mit Schwefel und Kupfer ist wie beschrieben wichtig für die Steifigkeit des Hufhorns. Zuviel Schwefel (z.B. durch Fütterung übermäßiger Mengen Rohprotein, MSM oder Düngung mit Ammoniumsulfat) beeinträchtigt jedoch die Kupfer- und Selenaufnahme. In vielen Regionen enthält Heu nur 4-6 ppm Kupfer und ist daher nicht bedarfsdeckend. Auch Getreide ist generell kupferarm. Häufig behindert zudem ein hoher Eisengehalt oder ein hoher Molybdängehalt die Kupferaufnahme.

Bei der Kupfersupplementierung ist zu beachten, dass eine Interaktion zwischen Kupfer, Molybdän und Chrom besteht. Molybdän wird für den Stoffwechsel von schwefelhaltigen Aminosäuren benötigt, Chrom ist wie erwähnt im Glucosetoleranzfaktor wichtig.

## Ultrapurenelemente

In den letzten Jahren wurden immer mehr Elemente als essentiell im Körper erkannt. Die Liste wächst ständig. Von Bor über Chrom, Vanadium, Lithium, Germanium, Nickel, Zinn bis hin zum Arsen. Bei der Supplementierung der oben beschriebenen Hauptspurenelemente ist zu bedenken, dass solche Ultrapurenelemente, deren Funktionen im Körper noch nicht vollständig aufgeklärt sind, verdrängt werden können. Eine übermäßige Zufuhr von Mineralstoffen und Spurenelementen ist daher zu vermeiden, auch da sie auch keine weiteren Verbesserungen bietet, sondern stattdessen den Stoffwechsel belastet.

## ***Weitere Fütterungsfehler***

Bei beständig schlechter Hufbeinbindung ohne Anzeichen von metabolischem Syndrom ist die Fütterung des Pferdebesitzers genauestens auf Giftpflanzen (Weißklee, Sumpfschachtelhalm, Wicke, Hahnenfuß, Eicheln etc.) und Schimmel zu überprüfen.

Weißklee produziert als Freßgift Cyanide, die die Sauerstoffversorgung der Huflederhaut gefährden und dadurch auch bereits in geringen Mengen zu schleichender oder akuter Hufrehe führen können. Auch einige Grasarten haben Potential zur Bildung von Cyaniden. Die Cyanidbildung steigt mit dem Streß der Pflanze, ist also besonders hoch auf kurzgefressenen Weiden. Im Gegensatz zur Fruktanbildung steigt der Cyanidgehalt in der Nacht und bei Regen an!

## ***Literaturverzeichnis***

**CRUSH, J. (1995):**

Cyanogenesis potential and iodine concentration in white clover (*Trifolium repens* L.) cultivars.

New Zealand Journal of Agricultural Research 38, 309-316.

**LEWIS, L. D. (1982):**

Feeding and care of the horse.  
Bailliere Tindall, London.

**MEYER, H. (1995):**

Pferdefütterung.  
Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin - Wien.

**TOMLINSON, D., MÜLLING, C. UND FAKLER, T. (2003):**

Formation of Keratins in the Bovine Claw: Roles of Hormones, Minerals and Vitamins in Functional Claw Integrity.  
J. Dairy Sci. 87, 797 - 809

**WESELOH, G. (2001):**

Untersuchungen zur Chromaufnahme von Hefezellen und Charakterisierung chromhaltiger Komplexe aus Bierhefe  
Dissertation, Universität Hamburg

**WIESNER, E. (1970):**

Ernährungsschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere.  
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

Die Präsentation steht ab Ende November 2006 im Internet zum Download zur Verfügung:  
<http://www.wildhorse.at>