

## **VI ZUSAMMENFASSUNG**

Bei Hochleistungssportpferden nimmt die Frage der ausreichenden Energieversorgung für die während Training und Wettkampf geforderten Leistungen eine zentrale Stellung ein.

In der traditionellen Pferdefütterung werden Gras bzw. Heu und Getreide, also überwiegend Rohfaser und Kohlenhydrate, eingesetzt. Die bei gesteigerter Belastung notwendige Erhöhung der Energiezufuhr geschieht in der Regel über eine Anhebung des Kohlenhydratanteils der Ration. Da hierdurch jedoch gesundheitliche Probleme, wie Kolik, Durchfall und Hufrehe, hervorgerufen werden können, wird seit einiger Zeit auch Fett als energiereiches Substrat verwendet.

Im ersten Teil dieser Arbeit wird auf die Verdauung und Absorption von Fett im Allgemeinen sowie auf die beim Pferd bestehenden Besonderheiten eingegangen. Der Transport der Lipide beim Pferd wird dargestellt.

Weiterhin werden Grundlagen des Energiestoffwechsels beim Pferd aufgeführt. Die durch ein Training hervorgerufenen Veränderungen im Energiestoffwechsel werden erläutert.

Den Abschluss bildet ein Überblick über die bisher zum Thema Fettfütterung in Hinsicht auf den Energiestoffwechsel beim Leistungspferd durchgeführten Studien. Hier werden vor allem die Ergebnisse der Untersuchungen zum Muskelglykogengehalt und zur Nutzung des Muskelglykogens während Belastung nach verschiedenen Diäten betrachtet. Diese Ergebnisse sind sehr verschieden und zum Teil widersprüchlich. Eine mögliche Erklärung für die enormen Abweichungen ist in den sehr verschiedenen Versuchsprotokollen zu sehen. So bestehen unter anderem große Unterschiede in der Art und Menge des eingesetzten Fettes oder Öles, in der Dauer der Fettadaptation, in der Anzahl, der Rasse und dem Alter der Pferde sowie der im Belastungstest geforderten Dauer und Intensität.

Anhand der bisher durchgeführten Untersuchungen lässt sich keine klare Aussage zu möglichen Vorteilen einer Fütterung von Fett auf die Leistungsfähigkeit von Sportpferden machen.

Im zweiten Teil wird der Beginn des Einsatzes der massenspektrometrischen Bestimmung von Isotopenverhältnissen in der Erforschung des Fettstoffwechsels beim Pferd beschrieben.

Hierzu absolvierten 8 Pferde zwei Belastungstests auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband. Dabei handelte es sich um jeweils einen Kontroll- und einen Versuchsdurchgang. Im Versuchsdurchgang wurde den Pferden etwa zwei Stunden nach der Belastung 400 g Maisöl per Nasenschlundsonde verabreicht. Von allen Pferden wurden zu definierten Zeitpunkten Blut- und Muskelproben entnommen. Aus den Proben wurden die Lipide extrahiert. Mit einem Isotopenmassenspektrometer wurde das Verhältnis der Kohlenstoffisotope  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in den Plasma- und Muskellipiden bestimmt.

Die erwartete Anreicherung von  $^{13}\text{C}$  in den Lipidproben konnte nicht nachgewiesen werden. Eine mögliche Ursache hierfür ist die eingesetzte Menge des Öles, welche gegenüber der durch vorangehende Berechnung der für erforderlich gehaltenen Menge über 50% niedriger war. Eventuell bestand auch ein Effekt durch die zur Extraktion der Lipide eingesetzten Lösungsmittel.

Durch eine Anreicherung des verabreichten Maisöls mit  $^{13}\text{C}$ -Triglyceriden sollte es möglich sein, weitere Kenntnisse über die Stoffwechselforgänge der oral verabreichten Öle oder Fette im Organismus des Pferdes zu erlangen.

In der Humanmedizin werden mit Erfolg Atemtests nach der Applikation  $^{13}\text{C}$ -markierter Substanzen u.a. zur Diagnostik und Therapiekontrolle von Fettresorptionsstörungen eingesetzt.

Der Effekt eines Ausdauertrainings auf den Glukosestoffwechsel während einer Belastung wurde beim Menschen mittels  $^{13}\text{C}$ -markierter Glukose untersucht. Ähnliche den Fettstoffwechsel betreffende Untersuchungen sollten beim Pferd möglich sein.

## VII SUMMARY

The energy supply during training and competition is a central demand in top-class performance horses management.

The traditional feedstuffs used in equine nutrition are grass respective hay and grain, thus roughage and carbohydrates are predominant. The enhanced energy requirements by increased exercise intensity are usually maintained by enlarging the carbohydrate portion of the horses diet. However, this feeding practice has been associated with metabolic problems such as colic, diarrhoea and laminitis. Therefore, fat is recently being used as a high energy substrate in feeding horses.

The digestion and absorption of fats in general as well as the special peculiarities in horses are described in the first part of this study. The processes of lipid transport in horses are explained.

Furthermore, the basic physiology and biochemistry of energy metabolism of the horse are outlined. The alterations in energy metabolism caused by a training program are shown.

Finally there is a survey given on studies carried out about feeding fat to horses with emphasis to energy metabolism in racing horses. The results of researches concerning the muscle glycogen content and the utilization of glycogen during exercise following diets with different amounts of fat are viewed above all. The results are highly variable and in part contradictory. A possible explanation for the enormous discrepancies observed can be found in the various experimental protocols. Among others, there are extreme differences in the type and amount of fat or oil used, in the duration of adapting the horses to the fat diet, in the number, breed and age of horses and in the requested intensity and duration of the exercise test.

The investigations carried out hitherto do not lead to a definite statement concerning possible advantages of feeding a fat rich diet to the performing sports horse.

The second part of this study deals with the incipency of using isotope ratio mass spectrometry for the determination of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -ratios in fat metabolism of horses.

Eight horses were used in the study. They performed two exercise tests on a high speed treadmill. One heat served as control, the other as experimental trial. After the experimental exercise test the horses were given 400 g corn oil via nasogastric tube. At clearly set times blood and muscle samples were taken. The ratio of the stable carbon isotopes  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in plasma- and muscle lipids was determined by using an isotope ratio mass spectrometer.

The expected enrichment of  $^{13}\text{C}$  in the lipid samples could not be demonstrated. A possible reason might be the amount of corn oil used. This has been reduced by more than 50% of the amount which was calculated to be required after larger amounts had caused digestive problems.

By enriching the corn oil with  $^{13}\text{C}$ -labelled fatty acid-compounds it should be possible to obtain a better knowledge and insight in the metabolic processes of orally administered oils or fats in the horse.

In human medicine, breath tests after the application of  $^{13}\text{C}$ -labelled substrates are successfully used for diagnostic investigations and therapy control of disturbances in fat absorption.

The effect of an endurance training on glucose metabolism during exercise in man has been investigated by stable isotope studies with  $^{13}\text{C}$ -labelled glucose.

Similar research concerning the fat metabolism of horses should be possible.