

Sonderheft 353
Special Issue

Pferdezucht, -haltung und -fütterung Empfehlungen für die Praxis

Wilfried Brade, Ottmar Distl, Harald Sieme und
Annette Zeyner (Hrsg.)

**Bibliografische Information
der Deutschen Bibliothek**

*Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbiblio-
grafie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://www.d-nb.de/>
abrufbar.*



2011

Landbauforschung
***vTI Agriculture and
Forestry Research***

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI)
Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig,
Germany

Die Verantwortung für die Inhalte liegt
bei den jeweiligen Verfassern bzw.
Verfasserinnen.

landbauforschung@vti.bund.de
www.vti.bund.de

Preis 10 €

ISSN 0376-0723
ISBN 978-3-86576-079-1

Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 353
Special Issue

Pferdezucht, -haltung und -fütterung
Empfehlungen für die Praxis

Wilfried Brade¹, Ottmar Distl², Harald Sieme³ und
Annette Zeyner⁴ (Hrsg.)

¹ Stiftung Tierärztl. Hochschule Hannover, zur Zeit: Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Email: brade@fbn-dummerstorf.de

² Stiftung Tierärztl. Hochschule Hannover, Institut für Tierzucht und Vererbungsfor-
schung, Bünteweg 17 p, 30559 Hannover, Email: ottmar.distl@tiho-hannover.de

³ Stiftung Tierärztl. Hochschule Hannover, Reprod.-med. Einheit der Kliniken, Bünteweg
15, 30559 Hannover, Email: harald.sieme@tiho-hannover.de

⁴ Universität Rostock, Professur für Ernährungsphysiologie u. Tierernährung, Justus-
von-Liebig-Weg 8, 18059 Rostock, Email: annette.zeyner@uni-rostock.de

Vorwort

Lange Zeit befanden sich die meisten Pferde in bäuerlicher Hand. Sie wurden hier vorrangig wegen ihrer Zugkraft gehalten. Die Verdrängung des Pferdes aus der Landwirtschaft, aber auch aus dem Militär und dem Transportwesen, war die Folge der Motorisierung. Nur die (inzwischen auch nicht mehr gültige) Maßeinheit für die mechanische Leistung *PS* (= Pferdestärke) erinnert noch an die zentrale Stellung des Pferdes als Zugtier.

Das Pferd hat innerhalb der Landwirtschaft seine ursprüngliche Funktion als landwirtschaftliches Nutztier längst abgegeben. Es hat dafür eine andere ebenfalls anspruchsvolle Rolle übernommen: das Pferd wurde Sport- und Freizeitgefährte.

Nach neueren Erhebungen treibt etwa die Hälfte unserer Bevölkerung regelmäßig Sport; sei es aus Zeitvertreib oder aus gesundheitlichen Gründen. Das Freizeitreiten ist in den westlichen Industrieländern eine vergleichsweise moderne Art der sportlichen Betätigung. Das schnelle Wachstum des Pferdesports im Verlaufe der letzten 50 Jahre - insbesondere auch in Großstadtnähe - zeigt, dass das Reiten heute längst nicht mehr eine elitäre Sportart bzw. Freizeitbeschäftigung ist.

Die wachsende Bedeutung des Freizeitreitens hat aber auch zu erhöhten Anforderungen an die Qualität der reiterlichen Ausbildung sowie Qualität der Pferde geführt.

Das Freizeitreiten erfordert ein vielseitiges Sportpferd. Zahlreiche Rassen wurden deshalb umgezüchtet bzw. passten sich neuen, veränderten Zuchtzielen an.

Mit wachsendem Können setzte sich bei den neuen Pferdebesitzern die Erkenntnis durch, dass die Qualität von zuverlässigen und sicheren Pferden durchaus verbesserungswürdig ist. Die Zucht steht damit unter permanentem Druck, ein kostengünstiges, leistungswilliges, umgängliches und gesundes Freizeitpferd anzubieten.

Laut einer früheren repräsentativen Umfrage des Bundesverbandes der Deutschen Volks- und Raiffeisenbanken (Bonn) bei 6- bis 16-jährigen Kindern und Jugendlichen nach ihren Lieblingshobbys, rangierte das Reiten in der Beliebtheitsskala hinter Schwimmen und Fußball bundesweit an dritter Stelle. Bei den jungen Mädchen war das Hobby „Reiten/Pferde“ sogar die unangefochtene Nummer eins!

Zwischenzeitlich beklagen ausgerechnet Reitervereine deutliche Nachwuchssorgen bei jugendlichen Mitgliedern. In der Tat weisen zahlreiche Reit- und Fahrvereine aktuell eine rückläufige Tendenz in der Mitgliederzahl aus; speziell in der Altersgruppe unter 14 Jahren.

Für diesen Schwund kann man sicherlich weiter veränderte Freizeit- und auch Naturorientierungen in der modernen Gesellschaft sowie die neuere wirtschaftliche Rezession/Bankenkrise in Rechnung stellen.

Fest steht, dass Bewegungsmangel und fehlender Stressabbau - neben falschen Essgewohnheiten, Genussmittelmisbrauch und schädlichen Umwelteinflüssen - zu den wichtigsten Gefährdungen der Gesundheit unter den Lebensbedingungen unserer Zivilisation gehören. Sportmedizinische Untersuchungen haben ergeben, dass Reiten ein vollwertiger Ausgleichssport ist; ja sogar harte Arbeit sein kann, die sich wesentlich auf das Stütz- und Bewegungssystem, aber auch auf das Herz-Kreislaufsystem günstig auswirkt. Die positiven psychischen Auswirkungen des Reitens, wie sie auch im therapeutischen Bereich genutzt werden, können von zahlreichen Laien in ihrem Wert nicht immer gleich erkannt und die körperlichen Auswirkungen nur ungenau eingeschätzt werden.

Pferdesport und -zucht haben sich in den letzten Jahren zu einem nicht unbedeutenden Wirtschaftsfaktor entwickelt.

Etwa eine Million Pferde leben heute wieder auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Eine Marktanalyse der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN) ergab, dass der Beitrag des Pferdes zum Bruttosozialprodukt der Bundesrepublik Deutschland ca. 5 - 6 Milliarden Euro beträgt. Da für 3 bis 4 Pferde ein Arbeitsplatz geschaffen wird, beschäftigen aktuell Pferdezücht und -sport permanent ca. 300.000 Menschen. Statistische Auswertungen belegen zusätzlich, dass Deutschland - sowohl bei der Zahl der Reiter als auch bei der Anzahl an Pferden - eine Spitzenposition in Europa einnimmt. Die Erfolge von Pferden aus deutscher Zucht genießen weltweit hohe Anerkennung.

Die Entwicklung der Pferdehaltung, weg vom Nutztier hin zum Freizeitgefährten, bringt auch eine Veränderung in den Haltungsbedingungen für Pferde mit sich.

Bezüglich einer ethischen Bewertung der Pferdehaltung ist davon ausgehen, dass Tiere fähig sind, Schmerzen zu empfinden und zu leiden. Weil es jeweils das einzelne Tier ist, das leidend ist, muss das Handeln des Menschen auch auf das Tier bezogen werden, Leiden (z.B. hervorgerufen durch zu hohe Belastungen) zu verhindern. Hier kommt unweigerlich die Frage auf: *Was ist eine für das einzelne Tier gerecht werdende Pferdehaltung?*

In Anlehnung an eine frühere Definition des Autors zum Wohlbefinden der Tiere lässt sich eine Haltungsbedingung als eine jedem einzelnen Tier gerecht werdende Pferdehaltung einstufen, wenn sie den spezifischen Anforderungen der in ihr lebenden Tiere folgendermaßen erfüllt:

- keine Gesundheitsgefährdung der Tiere;
- keine Beeinträchtigung körperlicher Funktionen;
- keine Überforderung der Anpassungsfähigkeit jedes Einzeltieres;
- keine Einschränkung bzw. Modifikation wichtiger Verhaltenseigenschaften in der Weise, dass dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden an einem Tier entstehen.

Moderne, helle und gut klimatisierte Stallungen sind heute wesentlich tiergerechter als frühere (= vorzugsweise ältere Anbindehaltungen). Darüber hinaus bieten sie den darin tätigen Menschen auch komfortablere Arbeitsbedingungen als früher.

Die vorliegende Broschüre soll - analog den vorangegangenen Sonderheften (= „Rinderzucht und Milcherzeugung“ (Heft Nr. 289/2005), „Schweinezücht und Schweinefleischerzeugung“ (Heft Nr. 296/2006), „Rinderzucht und Rindfleischerzeugung“ (Heft Nr. 313/2007) bzw. „Legehühnierzucht und Eierzeugung“ (Heft Nr. 322/2008)) - ein Leitfaden für den praktischen Züchter und Halter, für den Auszubildenden, für Berater, aber auch für interessierte Pferdefreunde sein.

Als Herausgeber freuen wir uns, dass es uns wieder gelungen ist, Spezialisten der verschiedenen Fachdisziplinen für die Bearbeitung der jeweiligen Kapitel zu gewinnen. Die Darstellung von gesichertem Grundlagenwissen und von Erfahrungen aus der Praxis stand im Vordergrund.

Wir hoffen, dass diese Broschüre eine breite Zustimmung erfährt. An Hinweisen zur möglichen weiteren Verbesserung der vorliegenden Broschüre sind die Verfasser sehr interessiert.

Hannover/Dummerstorf, Herbst 2011

Prof. Dr. habil. Wilfried Brade
(im Auftrag aller Herausgeber)

Autorenliste

Dr. rer. nat. Willa Bohnet

Institut für Tierschutz und Verhalten
Stiftung Tierärztliche Hochschule
Hannover, Bünteweg 2,
30559 Hannover
(Email: bohnet@tierschutzzentrum.de)

Prof. Dr. Wilfried Brade

Stiftung Tierärztl. Hochschule Hannover
zur Zeit: Leibniz-Institut für Nutztierbio-
logie (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2,
18196 Dummerstorf
(Email: brade@fbn-dummerstorf.de)

Prof. Dr. Manfred Coenen

Universität Leipzig, Vet.-med. Fakultät
Institut für Tierernährung,
Ernährungsschäden und Diätetik
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
E-Mail: coenen@vetmed.uni-leipzig.de

Prof. Dr. Ottmar Distl

Institut für Tierzucht und Vererbungs-
forschung d. Stift. Tierärztl. Hochschule
Bünteweg 17 p, 30559 Hannover
(Email: ottmar.distl@tiho-hannover.de)

Dr. Teresa Dohms-Warnecke

Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V.
(FN) Freiherr-von-Langen-Str. 13
48231 Warendorf
(Email: tdohms@fn-dokr.de)

Dr. Jens Lorenz Franzen

früher: Forschungsinstitut Senckenberg
jetzt: Jakobistr. 10,
79822 Titisee-Neustadt
(Email: jens.franzen@senckenberg.de)

Prof. Dr. Heidrun Gehlen

Ludwig-Maximilians Universität (LMU)
München, Klinik für Pferde
Veterinärstr. 13, 80539 München
(Email: h.gehlen@lmu.de)

Dr. Gundula Hoffmann

Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim e. V.
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam
(Email: ghoffmann@atb-potsdam.de)

Dr. Jutta Jaitner

vit Verden,
Bereich Biometrie/Zuchtwertschätzung
Heideweg 1,
27283 Verden
(Email: jutta.jaitner@vit.de)

Prof. Dr. Ellen Kienzle

LMU München, Tierärztl Fakultät
Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik
Schönleutnerstraße 8, 85764
Oberschleißheim; E-Mail:
Kienzle@tiph.vetmed.uni-muenchen.de

Dr. Hinrich Köhne

Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger,
Kiebitzweg 13,
28876 Oyten
(Email: koehne-oyten@t-online.de)

Dipl.-Ing. Friedrich Reinhardt

vit Verden,
Heideweg 1,
27283 Verden
(Email: friedrich.reinhardt@vit.de)

Prof. Dr. Norbert Reinsch

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie
(FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2,
18196 Dummerstorf
(Email: reinsch@fbn-dummerstorf.de)

Prof. Dr. Harald Sieme, Reprod.-med.

Einheit der Kliniken, Stiftung Tierärztl.
Hochschule Hannover (TiHo)
Bünteweg 15, 30559 Hannover
(Email: harald.sieme@tiho-hannover.de)

Prof. Dr. Annette Zeyner, Professur für

Ernährungsphysiologie u. Tierer-
nährung, Universität Rostock, Justus-
von-Liebig-Weg 8, 18059 Rostock
(Email: annette.zeyner@uni-rostock.de)

Inhaltsverzeichnis

	<i>Seite</i>
1 <i>Mensch und Pferd (W. Brade und N. Reinsch)</i>	9
2 <i>Evolution des Pferdes (J. L. Franzen)</i>	18
2.1 Einleitung	18
2.2 Stammesgeschichte der Pferde	18
2.3 Stammesgeschichtliche Ausbreitung der Pferde	34
3 <i>Aktueller Stand der Genetik und Genomanalyse in der Pferdeezüchtung (O. Distl)</i>	39
3.1 Einleitung	39
3.2 Entwicklung von Genomkarten und SNP-Arrays für die Hochdurchsatz-genotypisierung beim Pferd	39
3.3 Molekulargenetische Aspekte monogen bedingter Merkmale	41
3.3.1 Fellfarben	41
3.3.2 Erbfehler	41
3.4 Quantitative Merkmale in der Pferdeezüchtung	43
3.4.1 Genetische Analysen für röntgenologische Gliedmaßenbefunde	44
3.4.2 Molekulargenetische Analysen für röntgenologische Gliedmaßenveränderungen	47
3.4.3 Molekulargenetische Analysen für Leistungsmerkmale	50
3.4.4 Molekulargenetische Analyse von Fruchtbarkeitsmerkmalen	50
3.5 Zusammenfassung	52
4 <i>Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung</i>	57
4.1 <i>Leistungsprüfungen in der deutschen Reitpferdeezucht (Teresa Dohms-Warnecke)</i>	57
4.1.1 Zuchtziel und Zuchtprogramm beim Deutschen Reitpferd	57
4.1.2 Hengstleistungsprüfungen	59
4.1.3 Zuchtstutenprüfungen	68
4.1.4 Integrierte Zuchtwertschätzung	70
4.1.5 Fazit	72
4.2 <i>Aktueller Stand der Zuchtwertschätzung in der Reitpferdeezucht (Jutta Jaitner und F. Reinhardt)</i>	74
4.2.1 Datengrundlage	74
4.2.2 Schätzmodell	75
4.2.3 Zusammenfassung zu Teil- und Gesamtzuchtwerten	77
4.2.4 Basis und Skala der Zuchtwerte	78
4.2.5 Sicherheiten der Zuchtwerte	78
4.2.6 Veröffentlichung der Zuchtwerte für Hengste	79
4.2.7 Fazit	79

	Seite
5. <i>Biotechnologie in der Pferdezucht (H. Sieme)</i>	80
5.1 Einleitung	80
5.2 Instrumentelle Samenübertragung	80
5.3 Embryotransfer beim Pferd	84
5.3.1 Vorbemerkung	84
5.3.2 Praktische Nutzung	85
5.3.3 Verfahren des Embryotransfers	86
5.4 In-vitro-Produktion von Pferdeembryonen	90
5.5 Sexing	91
5.6 Somatisches Klonen	91
6 <i>Verhalten des Pferdes (Willa Bohnet)</i>	94
6.1 Das Normalverhalten des Pferdes: Konsequenzen für Haltung und Umgang	94
6.2 Funktionskreise des Verhaltens	94
6.3 Das Ausdrucksverhalten des Pferdes	110
6.4 Ursache, Prophylaxe und Therapie von Problemverhalten	116
7 <i>Leistungsphysiologie beim Pferd (Herz-/Kreislaufsystem) (Heidrun Gehlen)</i>	129
7.1 Physiologische Grundlagen	120
7.2 Regulation der Herztätigkeit	122
7.3 Physiologie des Herz-/Kreislaufsystems des Pferdes unter Belastung	124
7.4 Belastungsuntersuchungen beim Pferd	126
8 <i>Generelle Anforderungen an die Pferdehaltung und Empfehlungen für pferdegerechte Haltungssysteme (Gundula Hoffmann)</i>	133
8.1 Anforderungen der Pferde	133
8.2 Anforderungen der Menschen an Pferdehaltungssysteme	144
8.3 Gegenwärtige Situation in der Pferdehaltung	148
8.4 Haltungsbedingte Krankheiten bei Pferden	149
8.5 Übersicht der verschiedenen Haltungssysteme	151
8.6 Empfehlungen für pferdegerechte Haltungssysteme	157
9. <i>Artgerechte Pferdefütterung (Annette Zeyner, Ellen Kienzle und M. Coenen)</i>	164
9.1 Vorbemerkung	164
9.2 Einleitung	164
9.3 Prinzipien der Rationsgestaltung	165

	Seite
9.3.1	Wirkung von Grobfuttermitteln und Konzentraten im Gastrointestinaltrakt 165
9.3.2	Anforderungen an die Versorgung mit Grobfuttermitteln 167
9.3.3	Futtermittel- und nährstoffspezifische Begrenzung der Konzentratmenge 175
9.4	Zusammenfassung 183
10	<i>Betriebswirtschaftliche Aspekte der Pferdeezucht und -haltung (H. Köhne)</i> 192
10.1	Einführende Bemerkungen 192
10.2	Beurteilung von Produktionsverfahren an Beispielen 193
10.2.1	Zuchtstutenhaltung und Absatzfohlenproduktion 195
10.2.1.2	Aufzuchtverfahren 197
10.2.2	Pensionsreitpferdehaltung 198
10.2.2.1	Bestimmungsgründe der Höhe des Pensionspreises 201
10.2.2.2	Die Alleinstellung als wesentlicher Freiheitsgrad für die Preisgestaltung 203
10.3	Zu den Märkten 204
10.3.1	Markt für Reitpferde 204
10.3.2	Märkte für Dienstleistungen (Pensionspferdehaltung etc.) 207
10.3.2.1	Pensionsreitpferdehaltung 207
10.3.2.2	Zuchtperde- und Aufzuchtension 208
10.3.2.3	Berittpreise 209
10.4	Literaturhinweise 209



Foto: Schwöbel, 2008
Rheinisch-Deutscher Kaltbluthengst: Erpho v. Eichhorn,
Sieger der ZLP (2008)

1. Mensch und Pferd (W. Brade und N. Reinsch)

Die Entwicklung der Menschen hätte ohne das Pferd möglicherweise einen anderen Verlauf genommen. Kein anderes Tier hat aufgrund seiner vielseitigen Nutzung und frühen Verehrung, zunächst als Jagdbeute und Kultobjekt, dann als domestiziertes Zug- bzw. Reittier sowie Milchlieferant und schließlich als Freizeitgefährte, die zivilisatorische Entwicklung der Menschheit so beeinflusst wie das Pferd (o.V., 2011). Es fungierte gewissermaßen als ZIVILISATIONSMOTOR (vgl. Jansen, 2002). Auch steht kaum ein anderes Tier, vielleicht der Hund ausgenommen, dem Menschen so nahe und war mit der Entfaltung menschlicher Kulturen so eng verflochten wie das Pferd. Die Geschichte der Pferde in der menschlichen Kultur kann mehr als 30.000 Jahre zurückverfolgt werden, als erstmalig Pferde (im Paläolithikum) in Höhlenmalereien dargestellt wurden.

Die Pferde in diesen frühen Gemälden waren noch wilde Tiere. Mit einem Gewicht von 250 bis 350 kg war das Wildpferd eine begehrte Jagdbeute. Neben Fleisch und Fett lieferte es Haut, Haare, Sehnen und Knochen.

Die erste Nutzungsform bestand somit in der Fleischgewinnung; es folgten der Einsatz als Zugtier und schließlich, seit ca. 3.800 Jahren, als Reittier.

Über viele Jahrhunderte waren die Pferde eine entscheidende Grundlage der Kriegsführung; sei es vor dem Kampfwagen der Antike, sei es als Reit- oder Zugpferd in der Kavallerie.

Auch spiegelt die Entwicklung des Wortes *Pferd* bereits selbst die historische Bedeutung dieses Tieres für den Menschen wider. Das Wort *Pferd* ist gallischen Ursprungs und stammt von *veredus* ab. *Veredus* gilt als die latinisierte Form des keltischen *vehoreda* (= *Quia rhedam vehit* – weil es den Wagen zieht). Aus *veredus* entwickelte sich über *verdus* und *verd* das Wort *Pferd* (s. Löwe et al., 1979, u.a.m.).

Tab. 1.1: Einige aktuelle Nutzungsrichtungen von Pferden

Nutzungsrichtung	Nutzungsart	genutzte Eigenschaften/ spezielle Nutzung
1. Sport	Rennsport Turniersport Freizeitsport Spiele	Galopp, Trab, Pass Reiten, Fahren Reiten, Fahren Jagd, Polo, Voltigieren, Zirkus u.ä.
2. Arbeit	Zugtiere Tragetier Therapeutisches Reiten Stock Horse	Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau, Transportgewerbe Lastenträger, Wanderbegleiter Hippotherapie, heilpädagogisches Reiten, Behindertenreiten Hütehilfe; speziell für Fleischrinder
3. Rohstoffe	Fleisch Milch Serum	Lebensmittel Lebensmittel, Kosmetik Impfstoffe, spezielle Nutzung (PMS)
4. Liebhaberei	Repräsentation Hobby	Wertanlage, Kulturgut Freizeitgestaltung; Kulturgut

Quelle: Kräußlich (1997, S. 459 ff., modifiziert)

Lange Zeit befanden sich die meisten Pferde in bäuerlicher Hand. Diese Tiere wurden vor allem wegen ihrer Zugkraft gehalten. In der Landwirtschaft verwendete

Pferde gehörten deshalb vorwiegend dem Kaltblut oder dem Schweren Warmblut an (vgl. Tab 1.1).

Im Allgemeinen verfügten die (leibeigenen) Landwirte^{*1)} noch bis Anfang/Mitte des 19. Jahrhunderts nur über einen geringen Handlungsspielraum, ihre Tierhaltung nach ihren Bedürfnissen zu organisieren.

Wenn sie Frondienste in natura ableisten mussten, waren sie gezwungen, Zugtiere in einer Anzahl zu halten, die in den meisten Fällen über den Bedarf des Hofes hinausging (vgl. Achilles, 1993). Das dafür benötigte Futter wurde vor allem den Rindern entzogen. Um 1800 wurden beispielsweise in Deutschland ca. 2,7 Mio. Pferde; aber nur 5,6 Mio. Kühe gehalten (= *eine Relation von 1:2,1*).

Im Zusammenhang mit der Intensivierung des Pflanzenbaus (= Nutzung des Pfluges etc.) und der Ausdehnung des Transportwesens (Lastenkarren, Droschken, Pferdebahnen in den Städten etc.) bzw. der Kavallerie wuchs die Zahl der Pferde in Deutschland bis 1913 auf 4,6 Mio. Stück, davon ca. 160.000 Militärpferde, an.

Für die überwiegende Zahl der herkömmlichen landwirtschaftlichen Betriebe war die Pferdehaltung in erster Linie ein *Kostenfaktor* (Achilles, 1993). Die Pferde mussten gefüttert werden. Man benötigte über 1 ha, um allein die erforderliche Hafermenge für ein mittelschweres Arbeitspferd zu erzeugen. Weitere Futtermittel (Heu, Stroh) sowie zusätzliche Ausgaben kamen hinzu (Sattler, Schmied, Wagner etc.). Ein Landwirt war deshalb generell gut beraten, wenn er den Umfang der Pferdehaltung so stark wie möglich drosselte, ohne dadurch die termingerechte Erledigung notwendiger Gespannarbeiten zu gefährden (vgl. Achilles, 1993).

Seit etwa 50 - 60 Jahren hat das Pferd in der Gesellschaft eine völlig veränderte Rolle übernommen. Vor allem in der Landwirtschaft wurde durch die technische Entwicklung, u. a. der Verbreitung des Traktors, das Pferd als Zugkraft abgelöst.

Am stärksten von der Motorisierung betroffen wurde die deutsche Kaltblutzucht. Der Bestand ging hier auf aktuell etwa 1.500 Zuchstuten und ca. 100 Hengsten zurück. Lediglich in der Forstwirtschaft besinnt man sich erneut auf ihre Vorzüge gegenüber den Motorfahrzeugen.

Im Jahre 1950 wurden in der BRD noch mehr als 1,5 Millionen Pferde gezählt. Innerhalb von 20 Jahren erreichte der Pferdebestand in der BRD mit 250.000 seinen Tiefstand. Heute werden - nach Angaben der FN^{**1)} - wieder ca. 1 Million Pferde in Deutschland gehalten; vorrangig für die Freizeitreiterei bzw. den Pferdesport sowie als Freizeitgefährte und als Hobby.

Im Gegensatz zu Frankreich oder Belgien spielen Pferde in Deutschland zwecks Fleischgewinnung nur eine untergeordnete Rolle.

Eine neue Nische der Pferdehaltung scheint hingegen die Stutenmilcherzeugung für *medizinische* Zwecke zu sein. Die Nutzung von Pferden zur Serumproduktion sowie im Rahmen des therapeutischen Reitens verdient gleichfalls Erwähnung.

*1) Beispielsweise wurde erst 1822 die Leibeigenschaft in Mecklenburg formal-rechtlich abgeschafft. Die Gutsherren erhielten jedoch ein Kündigungsrecht. In Mecklenburg fehlte z.B. das Recht der freien Ansiedlung. Wegen der Unvollkommenheit des Gesetzes und des Fehlens eines Freizügigkeits- und Niederlassungsrechts konnten die Bauern zunächst keine wirkliche Freiheit und wirtschaftliche Selbständigkeit erlangen. vgl: <http://de.wikipedia.org/wiki/Leibeigenschaft> (Zugriff am 02.05.2011)

**1) Nach Angaben der FN (= Deutsche Reiterliche Vereinigung; Fédération Equestre Nationale) in Warendorf; siehe: <http://www.pferd-aktuell.de/Wir-ueber-uns/Zahlen-Fakten/-96/Zahlen-Fakten.htm> (Zugriff am: 09.05.2011); demgegenüber nennt die offizielle FAO-Statistik (= FAOSTAT-Datenbank) deutlich weniger Pferde für Deutschland; vgl. auch: <http://faostat.fao.org> (Zugriff am: 09.05.2011)

Bis heute sind edle Pferde kostbare Güter. Der Pferdesport ist in vielen Ländern zwischenzeitlich zu einem erheblichen Wirtschaftsfaktor geworden. Als Beispiele seien hier die Vollblutzucht in England, die Warmblutzucht in Deutschland oder die Zucht des Quarter Horses in den USA genannt. Im Vordergrund steht somit die Nutzung als Reittier, sei es im Bereich der Freizeitgestaltung oder im Rahmen sportlicher Disziplinen (Springen, Dressur, Vielseitigkeitsreiterei, Rennen). Zunehmender Beliebtheit erfreut sich zudem der Fahrsport.

Das steigende Bewusstsein der Menschen bezüglich ihrer Verantwortung zur Erhaltung des Kulturgutes PFERD sowie seiner genetischen Diversität ist es zu verdanken, dass heute in vielen Erhaltungs- und Zuchtbemühungen selten gewordene Populationen bzw. Rassen oder Schläge vor dem Aussterben bewahrt werden.

Im Jahr 2008 lebten gemäß der FAOSTAT-Datenbank weltweit rund 59 Millionen Pferde (<http://apps.fao.org>).

Pferde erreichen je nach Rasse zwischen 60 und 200 cm Schulterhöhe (Widerrist). Pferde mit einer Widerristhöhe bis 148 cm bezeichnet man als Ponys. Alle Pferde die dieses Maß überschreiten werden als Großpferde bezeichnet. Das Gewicht der Ponys und Großpferde kann zwischen 90 kg (Falabella) und 1200 kg (Shire) liegen.

Die Tragezeit beträgt bei allen Pferden ca. 330 Tage (11 Monate). Der Brunstzyklus (= Rosse) beginnt im Frühjahr mit der stärksten Rosse und nimmt dann immer weiter ab. In Stallhaltung und bei intensiver Fütterung können auch im Winter Trächtigkeiten erzeugt werden. Stuten sind nur alle 21 bis 24 Tage rossig. Nach ca. 11 Monaten bringt die Stute ihr Fohlen zur Welt, das direkt danach versucht aufzustehen. Dies ist für ein Fohlen in freier Wildbahn wichtig, da es sonst Fressfeinden zum Opfer fiel.

Domestikation des Pferdes

Domestikation ist ein Prozess bei dem eine Population von Tieren sich an den Menschen und an eine eingeschränkte Umwelt anpasst. Diese Anpassung erfolgt durch genetische Änderungen im Verlauf vieler Generationen und umweltinduzierter Entwicklungsereignisse (Prägung etc.), die sich in jeder Generation wiederholen. Diese Definition betrachtet genetische und nichtgenetische Effekte nicht isoliert und unabhängig voneinander. Im engeren Sinn ist Domestikation somit ein evolutionärer Prozess sowie ein Entwicklungsphänomen. Die Domestikation ist somit auch nicht als ein Ereignis sondern als Vorgang zu verstehen (vgl. Brade, 2003).

Die Menschen domestizierten bereits ca. 8.000 v. Chr. Ziegen, Schafe und Rinder; beginnend vermutlich im Gebiet des Fruchtbaren Halbmondes und an verschiedenen anderen Orten. Bei Rindern oder Schafen scheint der rezente Bestand sich nachweislich von einer vergleichsweise kleineren Anzahl Tiere herzuleiten, die vor 8000 bis 10 000 Jahren in einem begrenzten Areal domestiziert worden sind. Diese gezähmten Tiere breiteten sich dann unter der Obhut des Menschen weiter aus (Brade, 2003).

Das erste Zugtier war interessanterweise der Ochse, der bereits ca. 5.500 v. Chr. genutzt wurde. Der Esel wurde - auch dies sei hier angemerkt - früher als das Pferd domestiziert. Schon 4000 v. Chr. hat man im Niltal Ägyptens den nubischen Wildesel zum Haustier gemacht.

Wildpferde wurden wohl erstmalig im 3. Jahrtausend v. Chr. in der Ponto-Kaspischen-Steppe (heutiges Russland, Kasachstan, Ukraine, Rumänien) domestiziert. Mit Hilfe der Analyse von Farbgenen, aus sehr alten DNA Proben, konnten Ludwig et al. (2009) Ort und Zeit bestimmen. Der rasante Anstieg der Fellfarbvariabilität bei Pferden ist beispielsweise ein direktes Ergebnis dieser Domestikation. Gleichzeitig

wurde nachgewiesen, dass ein Großteil der heute bekannten Farbmutationen bereits durch Pferdezüchter des 3. Jahrtausends v. Chr. beeinflusst wurde und nicht erst auf die Zucht von Rassen während der letzten Jahrhunderte zurückzuführen ist.

C. Vilà et al. (2001) analysierten gezielt Mitochondrien-DNA (mtDNA) domestizierter Pferde. Da die Mitochondrien ausschließlich über das Muttertier weitervererbt werden, wäre so die Rückverfolgung auf eine *gemeinsame Stammutter* möglich. Grundlage dieser Studie waren sehr unterschiedliche Pferderassen. Neben schwedischen und englischen Zuchten standen auch Tiere aus Island zur Verfügung. Zum Vergleich wurden mtDNA-Proben aus Knochen von Pferden herangezogen, die mehr als 12.000 Jahre im Frostboden Alaskas gelegen hatten. Darüber hinaus wurden 1.000 bis 2.000 Jahre alte Überreste aus archäologischen Stätten Südschwedens und Estlands analysiert.

Das Gesamtergebnis dieser Studie lässt sich wie folgt zusammenfassen: Es liegt ein hoher Grad an Vielfalt in bestimmten Genbereichen vor. Die hohe Variabilität der mtDNA spricht für eine *Integration sehr unterschiedlicher Ausgangslinien* in das heutige Hauspferd, d.h. für eine *räumlich und zeitlich divergierende* Zähmung von Wildpferden.

Die Untersuchungen von Vilà et al. (2001) lassen somit weiter die Möglichkeit offen, dass Pferde zunächst in den Steppen Asiens domestiziert wurden. Diese gezähmten Tiere bildeten aber keinen einheitlichen Ausgangspunkt für die weitere Verbreitung des Pferdes. Was sich ausbreitete, war die Idee der Zähmung von Wildpferden und einer Zucht unter der Obhut des Menschen. Im Ergebnis bildete sich eine Vielfalt an Linien, die sich schließlich in ihrer Vielfalt zu unserem heutigen Hauspferd vereinigten.

Zunächst wurde - wie bereits beschrieben - das Pferd nur als Fleischlieferant genutzt. Esel sowie Pferd kamen später als Lasttiere, dann als Zugtiere und letztlich als Reittiere hinzu. Die Domestikation des Pferdes brachte den Völkern einen außerordentlichen Vorteil: weite Strecken waren nun in viel kürzerer Zeit zu überwinden.

Die enge Beziehung des Menschen zum Pferd hat dazu geführt, dass es in der Mythologie vieler Völker zahlreiche Pferdegestalten gibt, denen eine große Bedeutung zukommt (s. Goodall, 1984, Thein et al., 2005, u.a.). So ist die Griechische Mythologie reich an Pferden bzw. pferdeähnlichen Wesen: Der Zentaur ist ein Mischwesen aus Mensch und Pferd; anstelle eines Pferdekopfs ist der Oberkörper eines Menschen zu sehen. Pegasus war ein geflügeltes, halbgöttliches Pferd, das Bellerophon bei zahlreichen Heldentaten half; unter anderem beim Töten der Chímaira. Der Mythos vom legendären Einhorn, einem Pferd mit Ziegenhufen, dem Schwanz eines Löwen und mit einem Horn auf der Stirn, stammt wahrscheinlich aus Indien.

Neben der Nutzung als Fleischlieferant, Reittier oder Kriegswaffe fiel dem Pferd - vor allem bei den Germanen – auch eine entscheidende Rolle als Kultobjekt zu. Die gebräuchlichen Pferdeopfer, bei denen das Fleisch (und z.T. Blut) verzehrt wurde, sollten den Kriegern Schnelligkeit und Stärke verleihen.

Während der Christianisierung im frühen Mittelalter wollte sich die Kirche dieser heidnischen Bräuche entledigen, und so eine Loslösung vom Heidentum erzwingen. Überliefert ist, dass Papst Gregor III. bereits 732 das Essen von Pferden als *heidnische Abscheulichkeit* verurteilte (s. <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauspferd>). Interessanterweise wirkt dieses mittelalterliche kirchliche Verbot noch heute im deutschen Sprachkreis umfassend nach.

Pferdezüchtung/Rassenbildung

Rassenbildung: Unter einer Rasse versteht man eine Fortpflanzungsgemeinschaft (Population) von domestizierten Tieren innerhalb der Art, die einander in wesentlichen morphologischen und physiologischen Merkmalen ähnlich sind und eine gemeinsame Zuchtgeschichte haben. Allerdings ist die Variation innerhalb der Rassen oft sehr erheblich (Brade, 2003).

Man unterscheidet heute mehr als 350 Pferderassen, die in Internetpräsentationen zwischenzeitlich sehr gut dokumentiert sind (= www.ansi.okstate.edu/breeds/horses oder bei WIKIPEDIA: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_horse_breeds).

Da Haustiere und damit Rassen einer ständigen züchterischen Beeinflussung durch den Menschen unterliegen, bleibt gleichzeitig eine hohe Dynamik sowohl zwischen als auch innerhalb der Rassen anzuerkennen. Mit anderen Worten: sowohl die einzelne Rasse als auch die vorhandene Rassenvielfalt unterliegen einer ständigen Veränderung (Brade, 2003).

Das Aussehen des Hauspferdes variiert in seinem Körperbau, der Körpergröße und der Haar- bzw. Fellfarbe.

Im deutschsprachigen Raum unterteilt man die verschiedenen Pferdetyten bevorzugt in Kaltblüter, Warmblüter und Vollblüter.

Unter *Pferdezüchtung* versteht man die *geplante und gezielte Auslese und Vermehrung von Pferden* mit dem Ziel, das Leistungsvermögen und die -bereitschaft sowie ausgewählte Rassemkmale und die Tiergesundheit zu erhalten bzw. zu verbessern.

Beim REINZUCHTVERFAHREN werden nur Tiere der gleichen Rasse miteinander verpaart. Die bekanntesten Rassen mit geschlossenen Zuchtbüchern sind das Arabische Vollblutpferd (Rassekürzel: ox), das Englische Vollblutpferd (Rassekürzel: xx) oder das Islandpferd. Auch einige Warmblutrassen, wie der Trakehner, haben ein nahezu geschlossenes Zuchtbuch.

Die VEREDLUNGSZUCHT bedeutet die systematische Verwendung von (wenigen) selektierten Tieren einer anderen Rasse mit besonders gewünschten Eigenschaften. So wurden in vielen Rassen Araber, Englische Vollblüter oder Trakehner zur Veredlung eingesetzt.

Der VOLLBLUTARABER gilt als eine der ältesten Pferderassen der Welt. Der Vollblutaraber – auch ARABISCHES VOLLBLUT genannt – ist die rein gezogene Form des Arabischen Pferdes. Shagya-Araber, Anglo-Araber oder Arabische Halbblüter werden vom Arabischen Vollblüter unterschieden. Vollblutaraber werden mindestens seit dem 7. Jahrhundert auf der arabischen Halbinsel gezüchtet. (Als Stammütter gelten jene fünf Stuten, die der Prophet Mohammed bei seiner Flucht nach Medina mit sich führte). Vollblutaraber sind robust aber auch sehr sensibel. Ihre bevorzugte sportliche Nutzung ist der Distanzritt. Der gute Ruf dieser Pferderasse drang frühzeitig, insbesondere über das jahrhundertlang von den Arabern beherrschte Spanien, bis nach Mitteleuropa (vgl. Flade, 1990, oder Nissen, 1997). Das Arabische Pferd wurde so eine wichtige Zuchtbasis. Viele europäische Pferdezuchten schöpften aus dieser Rasse. So wären die großen Erfolge des Englischen Vollbluts ohne seine berühmten arabischen Stammväter nicht denkbar (vgl. Miller und Uppenborn, 1961).

Das ENGLISCHE VOLLBLUT bezeichnet eine speziell für den Galopprennsport gezüchtete Pferderasse aus der Gruppe der Vollblüter. Es ist somit eine Pferderasse, für die die Rennleistung züchterisch besonders relevant ist; sie können kurzzeitig bis zu 70 km/h schnell laufen. Neben ihrer Schnelligkeit sind Englische Vollblüter aber auch gute Reit- und Springpferde.

Die Engländer nennen ihre Galopper „thoroughbred“ (= ‚durchgezüchtet‘). Diese Bezeichnung dürfte wohl treffender als das deutsche Wort „Vollblut“ sein. Und in der Tat wird der Englische Vollblüter seit ca. 30-35 Generationen ‚durchgezüchtet‘. Bereits seit 1793 wird die Zugehörigkeit zu dieser Pferderasse über das GENERAL STUD BOOK definiert.

Die Warmblutpferde stellen mit über 100 Rassen den größten Anteil der Hauspferde. Sie sind etwas schwerer und ruhiger als Vollblutpferde; aber leichter und temperamentvoller als die Kaltblutpferde. Warmblüter sind heute vorrangig Reitpferde. Sie wurden in der Vergangenheit aber auch als Wagen- sowie als Kutschpferde von Bauern bzw. Händlern genutzt (= schwere Warmblüter). Die Herauszüchtung moderner Warmblüter wäre ohne die gezielte Verwendung Englischer Vollblüter kaum möglich gewesen. In allen deutschen Pferdezuchten wurden Vollblüter als Veredler in ehemals vorhandene (schwere) Warmblutschläge eingesetzt. Auch heute noch ist das Englische Vollblut ein wichtiger Veredler in der deutschen Warmblutzucht. Die Kreuzungen aus Warmblütern und Vollblütern nennt man häufig auch Halbblüter. Halbblüter werden im Gestütbuch eines (Landes)-pferdezuchtverbandes (wie z. B. Hannoversches Pferdestammbuch etc.) eingetragen und nicht beim Direktorium für Vollblutzucht und Rennen, Köln (s.: <http://www.galopp-sport.de/dvrWebApp/htdocs/oeffentliche/service/indexService.jsp>).

Das Kaltblut wurde demgegenüber als schweres Schrittzugpferd gezüchtet. Zu den Kaltblütern zählen in der Regel Pferde mit einem Gewicht über 800 kg. Kaltblüter sind in der Regel gemächlich und kräftig und lassen vieles mit Ruhe über sich ergehen. Die Gründung des belgischen Stutbuchs im Jahr 1885 in Brüssel brachte auch für die Zucht des Rheinisch-Deutschen Kaltblutes entscheidende Impulse. Im Jahr 1892 wurde das Rheinische Pferdestammbuch gegründet und als einheitliches Zuchtziel „ein kräftiges, gut gebautes, tiefes Pferd kaltblütigen Schlages mit starken Knochen und freien Bewegungen“ definiert (= http://pferdezuechtung.suite101.de/article.cfm/das_rheinisch_deutsche_kaltblut). Das Zuchtgebiet im Rheinland beeinflusste die Entwicklung fast aller Zugpferdezuchten Deutschlands; abgesehen vor allem von den süddeutschen Zuchtgebieten.

Die Motorisierung der Landwirtschaft in den 1950er Jahren verdrängte die Zugpferde in den bäuerlichen Betrieben bzw. in der Forstwirtschaft sowie im Transportwesen. Ihre Arbeitskraft wurde systematisch durch Maschinen ersetzt. Es folgte eine drastische Reduzierung der Pferdebestände. Als attraktive Relikte dieser Zeit sieht man vereinzelt noch schwere Kaltblutpferde in Vierer- oder Sechser-Zügen beispielsweise vor Brauereiwagen zu besonderen Anlässen. Auch kommen Kaltblüter beim Holzrücken im Forst inzwischen wieder zu neuen Ehren.

Durchführung der Zuchtprogramme und Zuchtbücher in der Pferdezucht

Die Pferdezucht ist, wie die übrige Tierzucht auch, in gesetzliche Rahmenbedingungen eingebunden. Die Durchführung eines Zuchtprogramms ist lt. deutschem Tierzuchtrecht den tierzuchtrechtlich anerkannten Zuchtverbänden übertragen worden (vgl. auch 4. Kapitel.) Zu den satzungsmäßigen Aufgaben eines Pferdezuchtverbandes gehören z.B.: die verantwortliche Durchführung des Zuchtprogramms, die Führung des Zuchtbuches bzw. die Durchführung von Leistungsprüfungen, Schauen, züchterischen Veranstaltungen und Prämierungen im Sinne der Zuchtselektion (Haring, 2005, Dohms-Warnecke, 2011).

Zuchtbücher

Stuten

Die Stutbücher der einzelnen Verbände werden generell wie folgt gruppiert:

- *Vorbuch* (Sonderabteilung)
- *Stutbuch 2* (Hauptabteilung)
- *Stutbuch 1* (Hauptabteilung).

Jede registrierte Zuchtstute muss in einem Stutbuch eingetragen sein. Diese Eintragung erfolgt nicht automatisch bei der Geburt, sondern die Stute muss, frühestens dreijährig, einer Kommission des jeweiligen Zuchtverbandes vorgestellt werden.

Dem Zuchtziel in besonderem Maße entsprechende *Stuten* werden häufig zusätzlich prämiert (VERBANDSPRÄMIENSTUTE, STAATSPRÄMIENSTUTE, ELITESTUTE etc.).

Hengste

Die Hengstbücher sind generell in die folgenden Abschnitte unterteilt:

- *Hengstbuch I*
 - für Hengste mit Körung und Hengstleistungsprüfung
- *Hengstbuch II*
 - für Hengste deren Abstammung über mehrere Generationen bekannt ist und welche die gesundheitlichen Voraussetzungen erfüllen, die jedoch nicht gekört sind und/oder keine Hengstleistungsprüfung haben
- *Vorbuch.*

Fohlen

Fohlen, deren Mutter im Hauptstutbuch oder Stutbuch und deren Vater im Hengstbuch I eines Verbandes eingetragen sind, erhalten einen *Abstammungsnachweis*. Fohlen, deren Mutter im Vorbuch oder deren Vater im Hengstbuch II eingetragen sind, erhalten ‚nur‘ eine *Geburtsbescheinigung*.

Pferd kontra Esel

Der Esel wurde - wie bereits erwähnt - früher als Pferde domestiziert. Schon vor dem klassischen Altertum gelangten Esel nach Europa. Esel wurden sowohl als Reit- und Packtiere als auch zum Ziehen von Wagen verwendet.

Später wurden sie von Pferden abgelöst, die schneller und kräftiger waren.

Dass man den Esel trotzdem nicht aufgab liegt an seiner Zähigkeit. Besser als beim Pferd sind die Hufe des Esels steinig, unebenen Untergrund angepasst. Sie geben sicheren Halt, sind aber weniger zum schnellen Rennen geeignet. Und: viel länger als ein Pferd kann ein Esel ohne Wasser und Nahrung auskommen.

Durch Kreuzung von Eseln und Pferden entstehen meist unfruchtbare Mischformen:

- Maultiere (Vater Esel, Mutter Pferd)
- Maulesel (Mutter Esel, Vater Pferd).

Neben den rein äußerlichen Unterschieden zu Pferden, verfügen Esel über einige Besonderheiten, die nicht auf den ersten Blick erkennbar sind. Im Gegensatz zu Pferden besitzen Esel 5 statt 6 Lendenwirbel. Esel verfügen über 31 Chromosomen-paare, Pferde haben 32. Die Körpertemperatur ist bei Eseln etwas niedriger, sie beträgt ca. 37°C (statt 37,5 - 38,2°C). Die Tragzeit ist bei Eseln länger als bei Pferden. Im Mittel beträgt sie 365 Tage.

Wirtschaftsfaktor: Pferdezücht und Reitsport

Pferdehaltung und -zücht, Freizeitreiterei sowie Pferdesport sind in Deutschland längst nicht mehr nur Liebhaberei und Freizeitvergnügen (Brade, 2011).

Ca. 11 Millionen Deutsche reiten oder interessieren sich für den Reitsport, davon betreiben 1,7 Millionen Menschen regelmäßig Pferdesport, sei es in Form von Fahr-, Reitsport oder Voltigieren (lt. Angaben der FN). Interessant ist, dass ca. 300.000 Menschen in unmittelbarer bzw. indirekter Form ihren Lebensunterhalt durch Pferde und Pferdesport beziehen.

Pferdezücht und -sport einschl. Freizeitreiterei haben sich in Deutschland zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor entwickelt, deren Gesamtumsatz aktuell auf ca. 5-6 Milliarden Euro geschätzt wird (lt. Angaben der FN).

Die Pensionspferdehaltung hat sich gleichzeitig zu einer Einkommensalternative für viele landwirtschaftliche Betriebe entwickelt. Der wesentliche Unterschied zur herkömmlichen landwirtschaftlichen Produktion ist der Dienstleistungscharakter der Arbeit. Wer Pensionspferde hält, muss die Wünsche der Pferdebesitzer berücksichtigen. Für den Besitzer/Halter gehört nicht nur das Reiten, sondern das ganze ‚Drumherum‘ einschl. der Stall- und Pferdepflege mit zum Freizeitvergnügen.

Eine Umfrage der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (= FN) ergab, dass Pferdesportler die Unterbringung der Pferde für das wichtigste Kriterium der Reitanlage halten. Als gute Unterbringungsmöglichkeiten gelten die Einzelbox mit Paddock oder Gruppenhaltung im Offenstall. Pferdeliebhaber lassen sich ihr Hobby auch etwas Kosten; im bundesdeutschen Mittel ca. 150 bis 250 Euro pro Monat je Pferd (vgl. 10. Kapitel).

Noch relativ jung sind die gesetzlichen Regelungen zur Berufsausbildung in Pferdesport, -zucht und -haltung. Es wurde ein spezieller Ausbildungsberuf, der Pferdewirt, geschaffen. Inzwischen können auf der Grundlage des Berufsbildungsgesetzes auch die Meisterprüfung für den Beruf Pferdewirt abgelegt bzw. sogar spezialisierte Bachelor- oder Masterstudiengänge an Hochschulen/Universitäten belegt werden.

Die Pferdezucht und -haltung gehört - trotz ihrer spezifischen Probleme, die jeder Betriebszweig mit sich bringt - nicht zu den großen ‚Sorgenkindern‘ in der aktuellen agrarpolitischen Diskussion bzw. in zugehörigen Tierschutzdebatten. Es ist offensichtlich gelungen, die Pferdehaltung auf den noch einzigen wichtigen Verwendungszweck, den Einsatz in der Freizeitgestaltung, abzustimmen und einzustellen.

Literatur

- Achilles, W. (1993): Deutsche Agrargeschichte im Zeitalter der Reformen und der Industrialisierung. Stuttgart: Ulmer, 1993; ISBN 3-8001-3090-4.
- Anthony, D., D. Y. Telegin, D. Brown (1991): Origin of horseback riding. *Scientific American* 225, 44-48
- Bowling A.T., A. Ruvinsky (2000): Genetic Aspects of Domestication, breeds and their origins in: The genetics of the horse, 25-51, edited by A.T. Bowling and A. Ruvinsky, CABI Publishing, Oxon, Großbritannien.
- Brade, W. (2003): Neuere Erkenntnisse zur Domestikation und Genetik der Rinder. *Tierärztliche Umschau*, Bd. 53, S. 241-251.
- Brade, W. (2011): Wirtschaftsfaktor Reitpferdezucht und -haltung. *Neue Landwirt.*, H.10/2011, 80 - 81.
- Brade, W.; E. Groeneveld (1999): Estimation of genetic parameters in Hanoverian horses including special combining ability. 50th Annual Meeting, EAAP, Zürich, 22.-26.08.1999. Commission Animal Genetics, Session Ga 4.24.
- Dohms-Warnecke, T. (2011): Leistungsprüfungen in der deutschen Reitpferdezucht (vgl. 4. Kapitel in dieser Broschüre).
- Edwards E.H. (2002): Das große Pferdebuch. Dorling Kindersley, Starnberg.
- Ensminger, M.E., W. Uppenborn (1961): Traberpferde. In: *Handbuch der Tierzüchtung*. 3. Band: Rassenkunde (1. Halbband), Paul Parey Verlag, S. 100 – 124.
- Flade, J. E. (1990): Das Araberpferd. Wittenberg, 7.Auflage.
- Goodall, D. (1984): Weltgeschichte des Pferdes. Nymphenburger, München.
- Haring, H. (2005): Entwicklung, Stand und Perspektiven der Deutschen Pferdezucht. *Züchtungskunde*, Bd. 77, (6) S. 490 – 495.
- Jansen, Th. (2002): Untersuchungen zur Phylogenie und Domestikation des Hauspferdes (*Equus ferus f. caballus*) Stammesentwicklung und geografische Verteilung. Diss., Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Kräußlich, H (1997): Pferde. In: *Tierzucht und Allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner*. Herausgeber: H Kräußlich und G. Brem, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1997.
- Ludwig A., M. Pruvost, M. Reissmann, N. Benecke, G. A. Brockmann, P. Castaños, M. Cieslak, S. Lippold, L. Llorente, A. Malaspinas, M. Slatkin und M. Hofreiter (2009): Coat color variation at the beginning of horse domestication. *Science* 324, 485.
- Löwe, H., H. Meyer, H. Bruns u.a. (1979): Pferdezucht und Pferdefütterung (= Tierzuchtbücherei). Eugen Ulmer, 1979; 5. Auflage, 387 S.
- Löwe, H. (1961): Kaltblut-Pferderassen in den verschiedenen Ländern der Welt. In: *Handbuch der Tierzüchtung*. 3. Band: Rassenkunde (1. Halbband), Paul Parey Verlag, S. 153 – 179.
- Miller, Wm. C., W. Uppenborn (1961): Vollblutpferde. In: *Handbuch der Tierzüchtung*. 3. Band: Rassenkunde (1. Halbband), Paul Parey Verlag, S. 79 - 99.
- Nissen, J. (1997): Enzyklopädie der Pferderassen: Europa- Band 1, Deutschland, Belgien, Niederlande, Luxemburg. Kosmos Verlag, Stuttgart.

o.V. (2010): Das Pferd – Vom Beutetier zum Gefährten. <http://www.archaeologie-online.de/magazin/thema/das-pferd> (Zugriff am 28.09.2010)

o.V. (2011): <http://en.wikipedia.org/wiki/Horse> (Zugriff am 09.05.2011)

Thein P. (Red., 2005): Handbuch Pferd. Zucht, Haltung, Ausbildung, Sport, Medizin, Recht. 6. Auflage. BLV, München 2005.

Uppenborn, W. (1961): Warmblutpferderassen in den verschiedenen Ländern der Welt. In: Handbuch der Tierzüchtung. 3. Band: Rassenkunde (1. Halbband), Paul Parey Verlag, S. 125 – 152.

Vilà, C, Jennifer A. Leonard, A. Götherström, St. Marklun et al. (2001): Widespread Origins of Domestic Horse Lineages. Science 291, 474 - 477.

Verfasser:

Prof. Dr. Wilfried Brade

Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo);

jetzt: Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN)

18196 Dummerstorf, Wilhelm-Stahl-Allee 2

(Email: wilfried.brade@t-online.de bzw. brade@fbn-dummerstorf.de)

Prof. Dr. Norbert Reinsch

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN)

18196 Dummerstorf, Wilhelm-Stahl-Allee 2

(Email: reinsch@fbn-dummerstorf.de)



Pferde erhöhen nicht nur die Attraktivität und den Erholungswert ländlicher Räume sondern tragen auch zur Offenhaltung der Landschaft bei (Foto: W. Brade)

Viele Menschen besitzen eine enge emotionale Bindung zu Pferden (Foto: K. Heiden)



Ruhendes Fohlen
Foto: W. Brade

2 Evolution des Pferdes (J. L. Franzen)

2.1 Einleitung

Pferde sind für Niedersachsen von besonderer Bedeutung, ziert doch ein springendes Pferd seit über 600 Jahren das Landeswappen. Es ist aber nicht nur diese heraldische Beziehung, Pferde haben auf niedersächsischen Bauernhöfen seit Menschengedenken wertvolle Arbeit verrichtet. Darüber hinaus hat es die Rasse der Hannoveraner im Sport wiederholt zu olympischen Ehren gebracht. Im Folgenden soll jedoch von einer ganz anderen Bedeutung der Pferde die Rede sein, nämlich ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung.

Betrachtet man die allerälteste bekannte Stammform der Pferde, die bis zu 55 Millionen Jahre alte Gattung *Hyracotherium*, so fragt man sich verblüfft, wie man überhaupt darauf kommt, in diesen nur foxterriergroßen Tierchen die Stammform aller heutigen Pferde zu erblicken (Abb. 2.1).

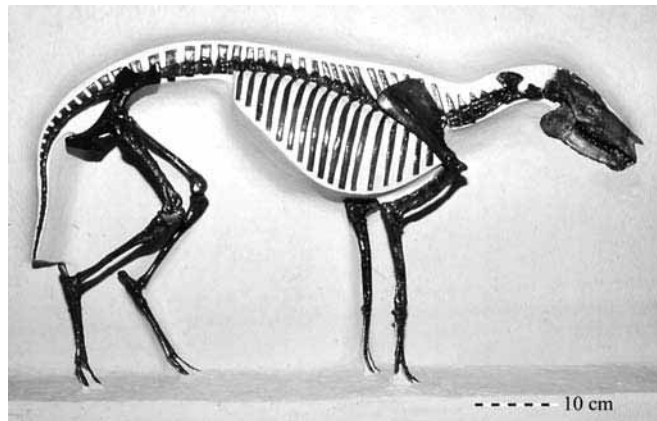


Abb. 2.1: Skelettrekonstruktion eines nordamerikanischen *Hyracotherium*. Abguss im Senckenberg-Museum in Frankfurt am Main; Foto: Forschungsinstitut Senckenberg (Sven Tränkner)

2.2 Stammesgeschichte der Pferde

Erinnert sie mit ihrem hochgewölbten Rücken doch eher an Ducker-Antilopen, während ihre 14-hufigen Extremitäten – vier an jeder Vorder- und drei an jeder Hinterextremität -- heutigen Tapiren gleichen. Auch die Backenzähne sind sehr verschieden von heutigen Pferden, ausgesprochen niederkronig und von Höckern bedeckt, die sich nur ansatzweise zu Jochen verbinden (Abb. 2.2).

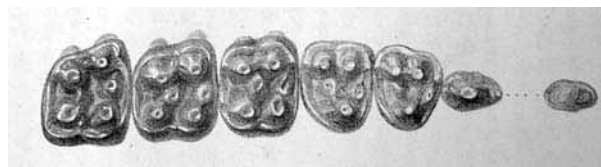


Abb. 2.2: Blick auf die rechte Oberkieferbackenzahnreihe von *Hyracotherium leporinum* aus der Originalbeschreibung von Richard Owen 1840

Warum also erblickt man in diesen ‚Tierchen‘, von denen fossile Überreste in Europa, aber auch in Nordamerika gefunden wurden, Vorfahren der Pferde? Zwei Gründe spielen in diesem Zusammenhang eine Rolle. Zum Einen ähneln die Funde fossiler Pferde *Hyracotherium* umso mehr je älter sie erdgeschichtlich sind, wobei sie sich zugleich mehr und mehr vom Erscheinungsbild heutiger Pferde entfernen (Abb. 2.3).

Zum Anderen gibt es mittlerweile gute Erklärungen für den Verlauf der evolutiven Entwicklungen, die von *Hyracotherium* zum heutigen *Equus* führen.

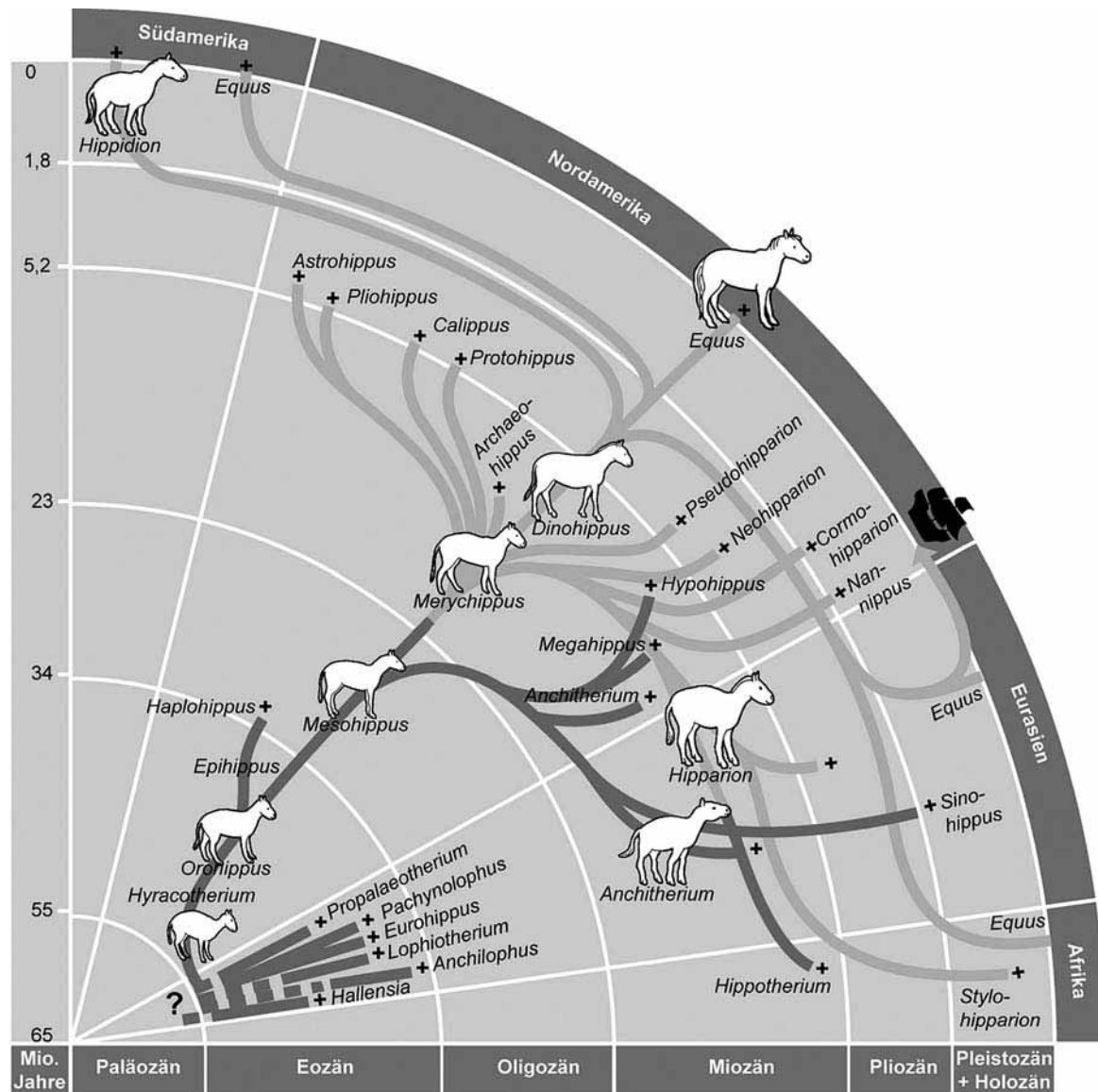


Abb. 2.3: Stark vereinfachter Stammbaum der Pferde auf Gattungsebene, getrennt nach Kontinenten. Dunkelgrau: laubäsend, hellgrau: grasend. -- Grafik: Vera Kassühlke aus Franzen 2007a.

Bevor wir uns jedoch mit dem Stammbaum der Pferde näher befassen, erscheint es angebracht, sich mit der Tiefe erdgeschichtlicher Zeiten vertraut zu machen. Wenn dabei von Millionen von Jahren die Rede ist, so wird das tatsächliche Ausmaß dieser Zeiten kaum bewußt. Was man benötigt, sind Vergleichsmaßstäbe. Als solcher bietet sich an erster Stelle die Geburt Christi vor 2.000 Jahren als Beginn unserer Zeitrechnung an.

Setzt man dazu die fossil dokumentierte Evolution der Pferde in Beziehung, so läge deren Beginn etwa 27 500 mal weiter zurück als die Geburt Christi oder die Zeit der Alten Römer. Auch das kann man sich noch nicht so richtig vorstellen. Klarer wird die zeitliche Dimension, wenn man erfährt, dass es die Alpen zu jener Zeit als Gebirge noch nicht gab, dass der Indische Ozean damals noch an die Südküste Europas brandete. Und was das Ausmaß der evolutiven Veränderungen betrifft, so befanden sich nach allem, was wir zu wissen glauben, unsere eigenen Vorfahren zu jener Zeit noch auf einem Entwicklungsniveau, das Lemuren-ähnlichen Halbaffen glich.

Auch die klimatischen und vegetativen Verhältnisse sahen zu jener Zeit, am Anfang des Eozäns, noch ganz anders aus als heute. Vereiste Polkappen gab es damals nicht. Dafür breiteten sich tropisch heiße Regenwälder über weite Teile der Nord- und Südhalbkugel aus. Der Europäische Kontinent glich einem Inselarchipel, ähnlich wie heute Indonesien. Auf Ellesmere Island lebten in ca. 80° nördlicher Breite Alligatoren, und auf Grönland wuchsen Weintrauben. Es waren Regenwälder tropischen Charakters, in denen die frühesten Urpferdchen lebten. Eingesetzt hat die Entwicklung zum Pferd allerdings bereits viel früher, denn als ursprüngliche Zehenanzahl dürfen wir für die frühesten Vorfahren der Pferde fünf Zehen voraussetzen, wie es dem ursprünglichen Zustand aller Landwirbeltiere entspricht. Die Hyracotherien hatten also bereits die Reduktion von vorn fünf auf vier beziehungsweise hinten drei Zehen hinter sich, als sie die Bühne der Evolution zu Beginn des Eozäns betraten.

Die anschließende stammesgeschichtliche Entwicklung war hauptsächlich durch folgende Tendenzen gekennzeichnet:

- Zunahme der Körpergröße: Im Verlauf von ca. 55 Millionen Jahren steigerte sich die Körpergröße von etwa Hasengröße bis zu den Pferden heutiger Tage.
- Reduktion der Seitenzehen bis hin zu den einzigen Einhufern unserer Zeit.
- Umwandlung von ursprünglich niederkronigen Höckerzähnen in extrem hochkronige, mit einem komplizierten Kauflächenmuster versehene Backenzähne, wie sie für die heutigen Pferde charakteristisch sind.

Wie vollzogen sich diese Entwicklungen, und welche Ursachen waren dafür verantwortlich?

Die stammesgeschichtliche Zunahme der Körpergröße ist so allgemein verbreitet, dass man in dieser Hinsicht von der Cope'schen Regel spricht, benannt nach Edwin Drinker Cope (1840-1897); dem großen Erforscher früher Pferde und allgemein Säugetiere.

Eine Regel ist jedoch nicht mehr als eine Verallgemeinerung. Die eigentliche Ursache dafür fanden Physiologen erst vor wenigen Jahrzehnten (Owen-Smith 1988). Es stellte sich nämlich heraus, dass Organismen ähnlich wie Wirtschaftsunternehmen umso effektiver („kostengünstiger“) arbeiten, je größer sie sind. Körpergrößenzunahme stellt bereits per se einen Selektionsvorteil dar. Viel erstaunlicher ist, dass es daneben vereinzelt auch immer wieder zu stammesgeschichtlicher Körpergrößenabnahme kommt. Beispiele dafür bieten manche Inselformen, wie heute etwa die Shetland-Ponies. Allgemeine Ursache könnte dafür in einem begrenzten Nahrungsangebot bestehen. Dann gilt *small is beautiful*.

Eine weitere auffällige Tendenz in der Evolution der Pferde stellt die Reduktion der Seitenzehen verbunden mit einer Entwicklung zum Zehenspitzengang dar (Abb. 2.4). Sie erstreckt sich über fast den gesamten fossil belegten Evolutionsverlauf der Pferde vom frühesten Eozän, vor 55 Millionen Jahren, bis ins Pliozän, vor etwa 5 Millionen Jahren, also über rund 50 Millionen Jahre. Damit stellt sich die Frage, wie es den Pferden gelang, sich dauerhaft auf ihre Zehenspitzen zu erheben und zu bewegen, und warum es überhaupt zu dieser Entwicklung kam. Worin bestanden die Vorteile des Zehenspitzenganges?

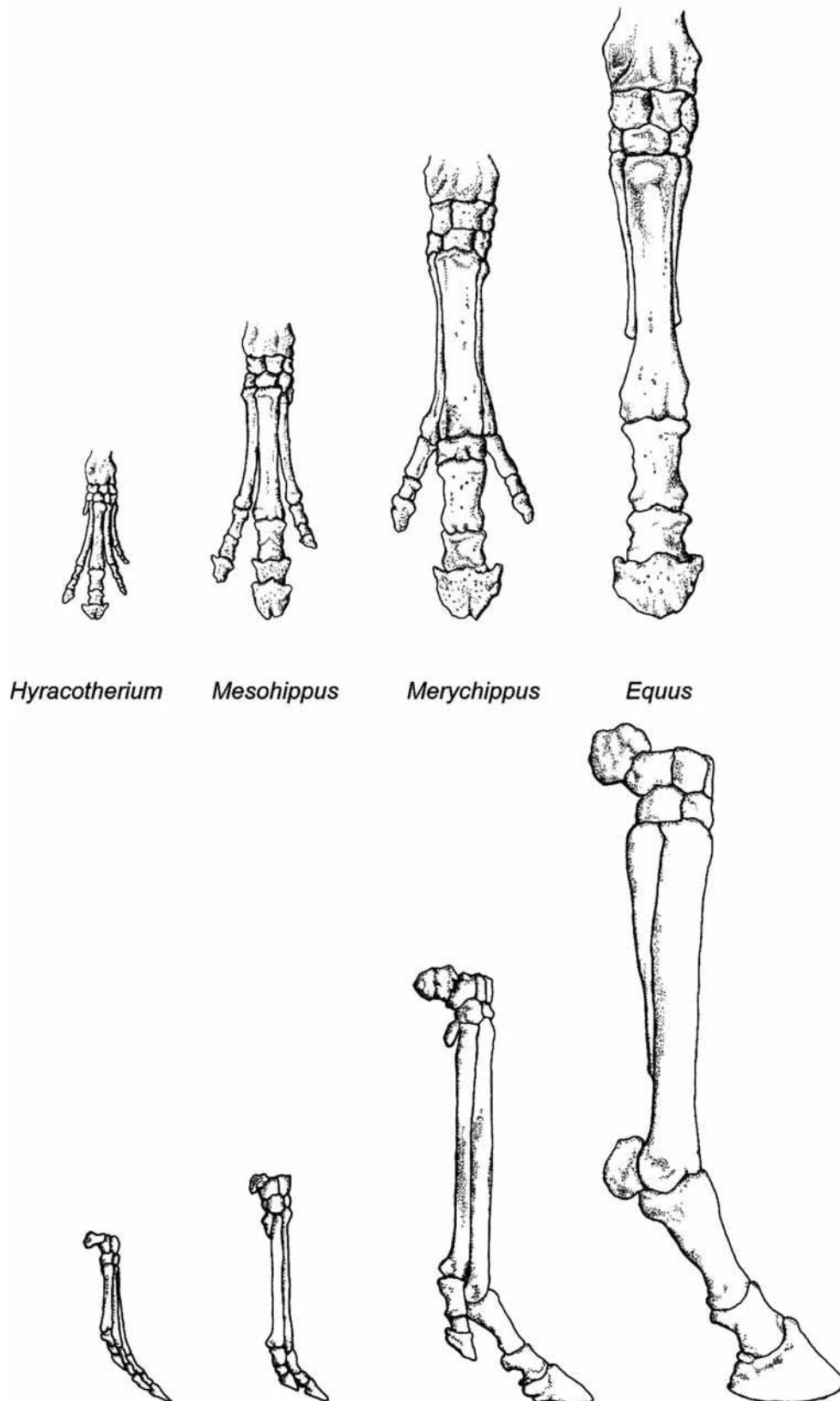


Abb. 2.4: Entwicklung des Pferdefusses zur Einzigkeit und zum Zehenspitzenengang im Laufe von 50 Millionen Jahren. Dargestellt ist der vordere rechte Fuß, oben von vorn und unten von der Seite. -- Grafik: Vera Kassühlke aus Franzen 2007a

Lange Zeit versuchte man diese Entwicklung als Folge eines Umweltwechsels zu erklären. Es erschien einleuchtend, dass relativ breite, fünfstrahlige Füße auf weichem Waldboden günstiger sind als einhufige Extremitäten. Nicht umsonst schnallte man früher Pferden bei der Landarbeit auf feuchten Wiesen hölzerne Pantinen unter. Umgekehrt scheinen Einhufer besser auf hartem Steppenboden zurechtzukommen. Nur ist es so, dass sich die entsprechende Entwicklung -- wie gesagt -- über rund 50 Millionen Jahre erstreckte und keineswegs auf die Zeit des Wechsels vom Urwald- zum Steppen-Savannenleben beschränkt war, wie er zu Beginn des Miozäns, vor etwa 22-17 Millionen Jahren, erfolgte.

Andere Gründe müssen deshalb für die Entwicklung der Gliedmaßen maßgeblich gewesen sein. Als solche kommen vor allem biomechanische, konstruktive Verbesserungen des Fortbewegungsapparates infrage.

Wie alles in der Welt gehorchen auch die Lebewesen den Naturgesetzen. Als solche spielen bei der Fortbewegung vor allem die Pendel- und Hebelgesetze eine Rolle. Vereinfacht lassen sich die Beine der Pferde als Pendel betrachten, die mittels Muskelantrieb für Fortbewegung sorgen. Unmittelbar einsehbar ist, dass diese umso effektiver erfolgt, je länger die Schrittweite, also die Pendel werden. So ist es nicht verwunderlich, dass die Beine im Laufe der Evolution der Pferde immer länger wurden. Allerdings stößt diese Art der Verbesserung bald an Grenzen. Je länger nämlich die Pendel werden, umso größer wird auch ihre Masse, womit sie umso langsamer pendeln. Abgesehen von ihrer Längenzunahme ist deshalb nach dem Trägheitsgesetz die Entwicklung auf eine Reduktion der trägen Massen ausgerichtet, und dies umso mehr je weiter diese Massen von der Pendelachse, das heißt dem Schulter- beziehungsweise Hüftgelenk, entfernt sind. Schwere Muskeln, wie sie als Motoren dem Antrieb dienen, erhalten und entwickeln sich deshalb vor allem körpernah, während ihre Kräfte mit Hilfe eines vergleichsweise leichten Sehnen- und Bänderapparates an ihren Wirkungsort, nämlich bis zum Bodenkontakt, transferiert werden (Abb. 2.5).

In diesem Zusammenhang ist auch die Reduktion der Seitenzehen zu verstehen. Je mehr die Kraftübertragung auf die Fortbewegungsebene, das heißt die Pendelebene, konzentriert wird, umso effektiver wird ihr Einsatz durch den Abbau der Lasthebel und der Massen der seitlich gelegenen Zehen. Deshalb also der Übergang zum Einhufer! Das solch ein Fortbewegungsapparat auf Steppenböden besser funktioniert als auf weichen Waldböden stellt nur einen Nebeneffekt dar, der dazu beigetragen haben dürfte, dass die Pferde im Laufe ihrer Evolution aus den Urwäldern in die offenen Steppen-Savannenengebiete gewechselt sind. So herum wird also ein Schuh daraus! Der Umweltwechsel ist nicht die Ursache, sondern eine Folge der Gliedmaßenentwicklung!

Auch das allmähliche Verwachsen von Elle und Speiche (Ulna und Radius) in der Vorderextremität beziehungsweise von Schien- und Wadenbein (Tibia und Fibula) in der Hinterextremität wird vor diesem Hintergrund verständlich, dient doch auch dieses nicht nur der Reduktion träger Massen, sondern zusätzlich einer besseren Führung der pendelnden Extremitäten in der Fortbewegungsebene (Abb. 2.6).

Von ganz besonderer Bedeutung für die Verbesserung der Fortbewegungsleistung ist der Übergang zum Zehenspitzenengang. Die Zehen dienen einer dreifachen Funktion. Zum Einen wird in ihrem Bereich das Körpergewicht beim Aufsetzen auf dem Boden abgefedert. Zum Anderen geben die Zehen dem Körper beim Vortrieb den letzten Kick. Außerdem tragen sie zur Verlängerung der Pendel der Beine, und damit zu einer Verbesserung der Fortbewegung bei. Falsch wäre allerdings die Annahme, dass sich die Pferde im Laufe ihrer Evolution sozusagen absichtlich auf ihre Zehenspitzen erhoben hätten. Dies ist vielmehr unbewusst durch Selektion im Sinne einer Verbesserung der genannten Funktionen erfolgt. Aber wie, auf welche Weise erfolgte diese Verbesserung? Am Anfang war es das Abfedern des Körpergewichtes. Eine Verbesserung dieser Funktion wurde durch eine Vergrößerung der Fußballen erreicht. Diese wiederum führte zu einer steileren Stellung der Zehen, und dadurch schließlich zum Zehenspitzenengang. Damit war ein Evolutionsniveau erreicht, das in dieser Hinsicht heutigen Tapiren ähnelte. Es ist das Evolutionsniveau von *Hyracotherium*, der Ausgangsform der fossil belegten Evolution der Pferde.

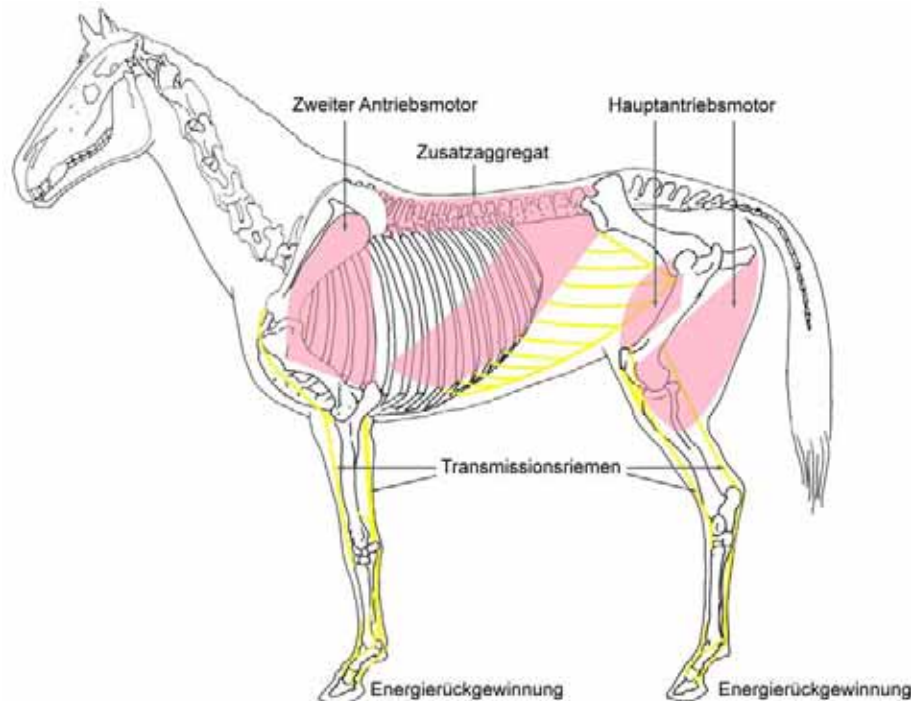


Abb. 2.5: Bei den Pferden war die Evolution einerseits auf eine Verlängerung der Beine (wegen der Schrittlänge) und andererseits auf eine Verringerung der trägen Massen am Ende der Extremitäten ausgerichtet. Muskeln im unteren Bereich der Extremitäten wurden deshalb weitestgehend durch Sehnen ersetzt, während die nahe am Rumpf befindlichen Muskelpakete zu starken Antriebsmotoren wurden. Ihre Kraft wird durch lange, von Bändern gebündelte und geführte Sehnenzüge, die wie Transmissionsriemen wirken, auf die Zehenspitzen übertragen. Grafik: Vera Kassühlke aus: Franzen 2007a.

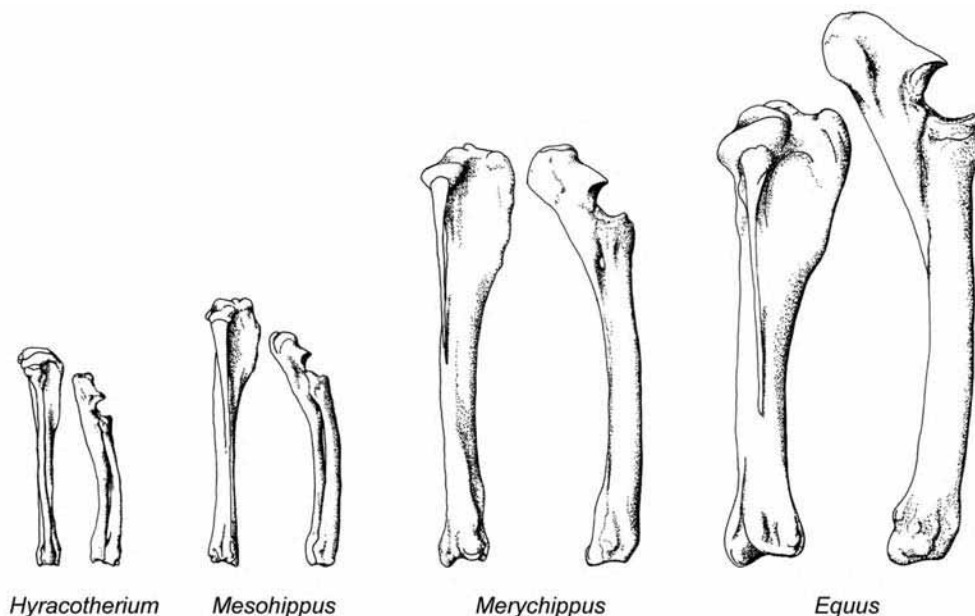


Abb. 2.6: Das Hin- und Herschwingen der Beine wurde im Laufe der Evolution der Pferde zunehmend auf die Fortbewegungsebene eingeeengt, um Energieverluste durch seitwärts gerichtete Drehbewegungen möglichst zu vermeiden. Außer der engen Gelenkführung diente diesem Zweck auch das Verwachsen von Schien- und Wadenbein (jeweils links) sowie Elle und Speiche (jeweils rechts). Grafik: Vera Kassühlke aus: Franzen 2007a.

Eine Vergrößerung der Fußballen bedeute zwar eine Verbesserung der Federfunktion der Füße und zugleich eine Verlängerung der Beine, war aber auch mit einer Zunahme an träger Masse am Ende der Beine verbunden. Diese träge Masse abzubauen, ohne an Abfedern des Körpergewichtes und Beinlänge einzubüßen, war daher Ziel der weiteren Evolution. Selektiv erreicht wurde es durch einen allmählichen Ersatz der schweren Fußballen durch einen sich stammesgeschichtlich verstärkenden Sehnen- und Bänderapparat auf der Unterseite der Füße (Abb. 2.7). Dass dies nicht nur schöne Theorie, sondern tatsächlich passiert ist, konnten die amerikanischen Forscher Charles Camp und Natasha Smith bereits 1942 nachweisen. Zwar sind Sehnen und Bänder als Weichkörperbestand-teile in aller Regel fossil nicht überlieferungsfähig, wohl aber ihre Ansatzstellen am Knochengestütze. Camp und Smith konnten durch sorgfältige Analyse entsprechender Fossilfunde zeigen, dass diese Ansatzstellen im Laufe der Evolution nicht nur größer, sondern auch komplexer wurden (Abb. 2.8). Der Ersatz der schweren Sohlenpolster durch einen feingliedrigen und elastischen Sehnen- und Bänderapparat bedeutete aber nicht nur eine Erhaltung von Federfunktion und Beinlänge bei Einsparung von träger Masse am Ende der Beine. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Entwicklung war, dass infolge der Elastizität der Sehnen beim Aufsetzen der Hufe Energie gespeichert wurde, die sonst im Boden verpufft wäre. Beim Abdrücken wieder freigegeben, verstärkte sie auf diese Weise den Antrieb. Und noch Eines war bei der Entwicklung des Bänder- Sehnenapparates vorteilhaft: In dem Moment, als er kräftig genug geworden war, um die gesamte Körperlast auf den mittleren Zehen zu tragen, konnten die Seitenzehen endgültig abgebaut werden!

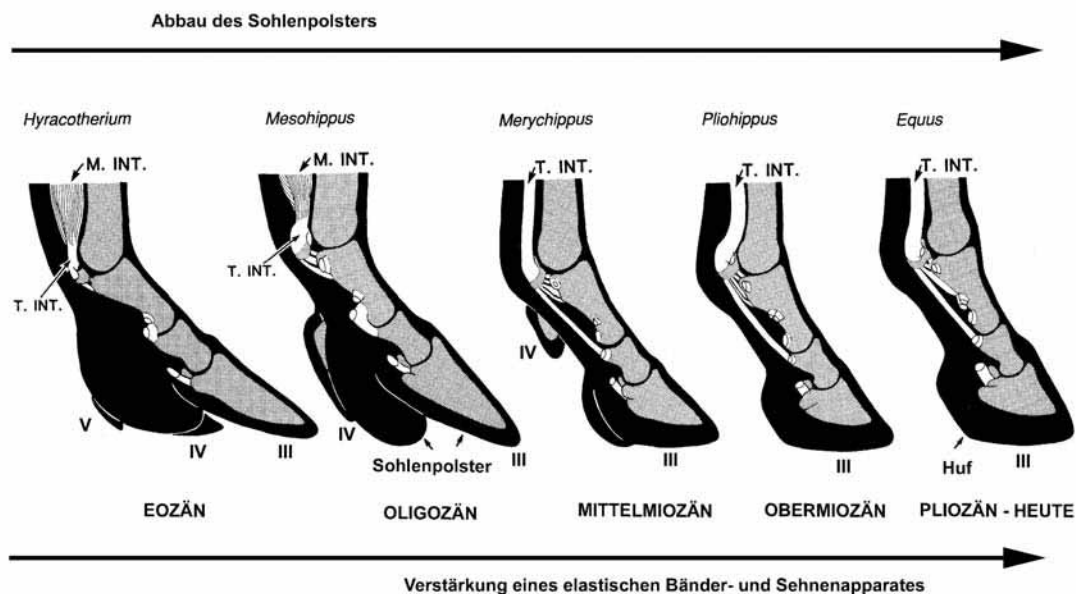


Abb. 2.7: Entwicklung zum Zehenspitzenang in seitlicher Darstellung eines Pferdefusses. Zuerst erhoben sich die Pferde mittels eines sich aufblähenden Sohlenpolsters auf die Zehenspitzen. Anschließend wurde die träge Masse des Sohlenpolsters zunehmend durch einen elastischen Sehnen-Bänder-Apparat auf der Unterseite der Füße ersetzt. Grafik: Vera Kassühlke nach Camp & Smith 1942 aus: Franzen 2007a.

Mit dieser Erkenntnis löste sich ein weiteres Rätsel der Evolution der Pferde. Lange Zeit hatte man nämlich gemeint, die sich allmählich verkleinernden und relativ zur Mittelzehe auch verkürzenden Seitenzehen wären – da nutzlos in der Luft hängend – von der Evolution als selektionsneutrale Merkmale noch eine Weile mitgeschleppt worden. Auch dies entpuppte sich als Fehleinschätzung. Schon 1952 konnte der bekannte Säugetierpaläontologe Heinz Tobien - am Beispiel von Urpferdfunden vom Höwenegg (Hegau) - zeigen, dass die Seitenzehen des dreizehigen *Hippotherium primigenium* bei Extrembelastungen sehr wohl noch eine Stützfunktion ausübten, um ein verhängnisvolles Durchtreten des Fußes zu verhindern (Abb. 2.9). Überdies belegten Fußspuren, die ein afrikanisches *Hipparion* vor 3,6 Millionen Jahren in Ostafrika in Vulkanaschen hinterlassen hatte (Abb. 2.10), dass die Seitenzehen in besonderen Situationen tatsächlich noch zum Einsatz kamen.

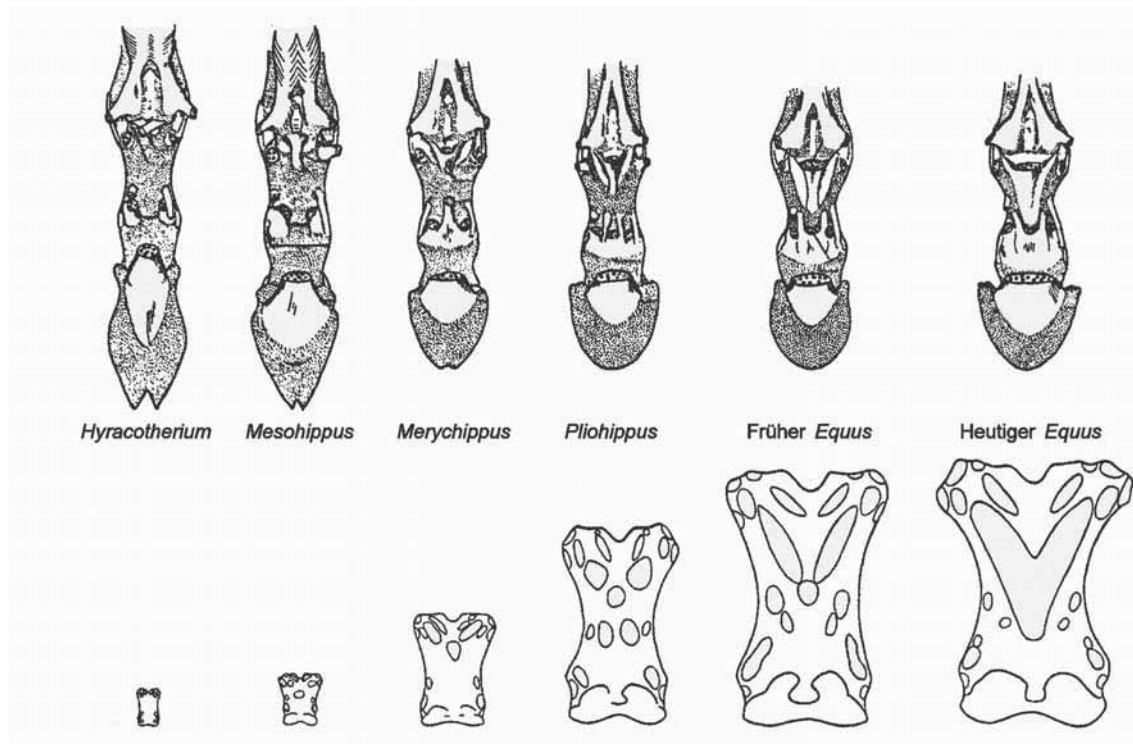


Abb. 2.8: Die evolutive Veränderung der Ansatzstellen erlaubt die Rekonstruktion der Entwicklung der Sehnen und Bänder, die selber fossil nicht erhaltungsfähig sind. -- Grafik: Vera Kassühlke nach Camp & Smith 1942 aus Franzen 2007a

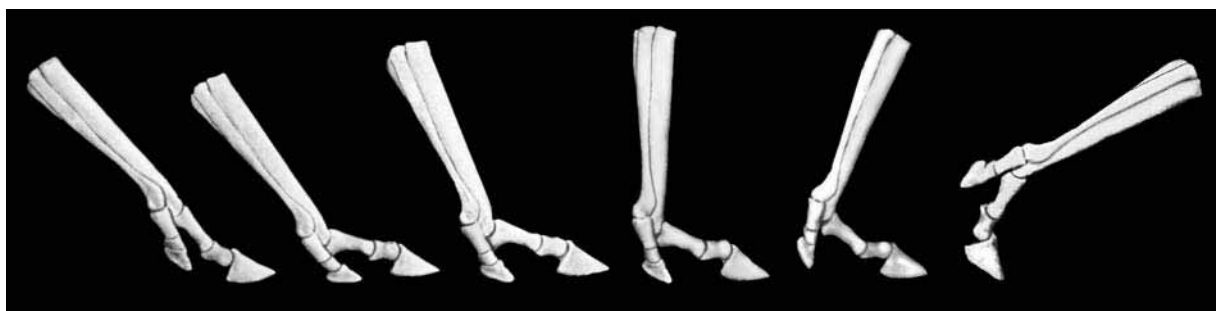


Abb. 2.9: Die Funktion der Seitenzehen im Bewegungsablauf von *Hippotherium primigenium* vom Aufsetzen (links) bis zum Abheben des Fußes (rechts). Grafik: Vera Kassühlke aus: Franzen 2007a, abgeändert nach Tobien 1959.

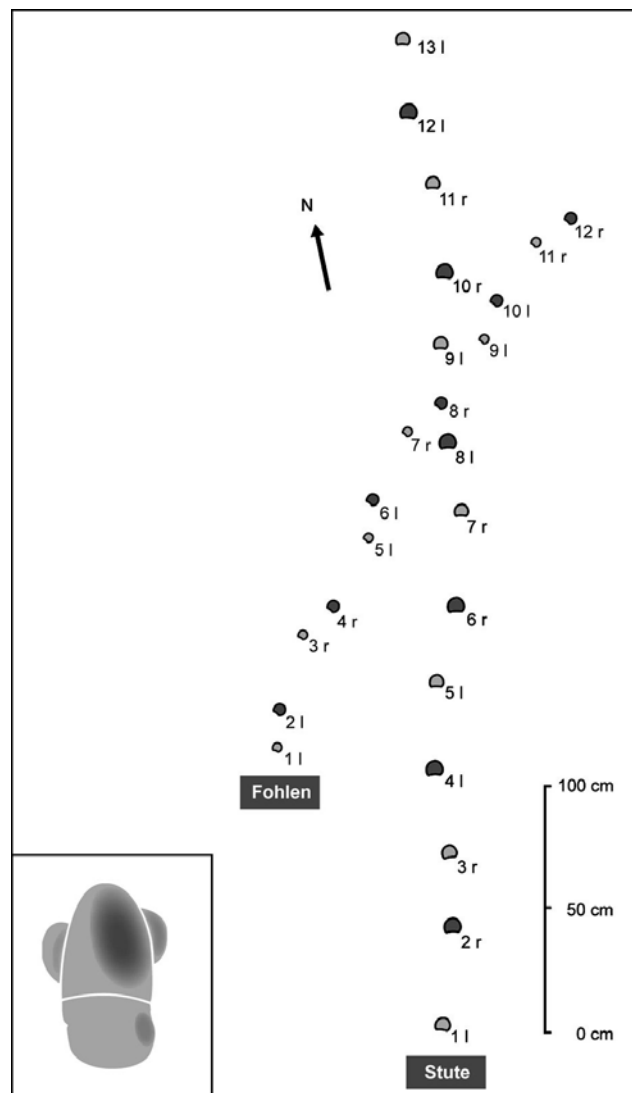


Abb. 2.10: Die Spuren, welche ein erwachsenes *Hipparion* und ein Fohlen in 3,5 Millionen Jahre alten Vulkanaschen bei Laetoli in Ostafrika hinterlassen haben. Die einzelnen Fußabdrücke (unten links) geben zu erkennen, dass die Seitenhufe bei stärkerer Belastung auf dem Boden aufsetzten, also in Funktion waren, um eine Überstreckung der Füße zu verhindern. Grafik: Vera Kassühlke aus: Franzen 2007a.

Von überlebenswichtiger Bedeutung ist neben dem Fortbewegungs- auch der Gebiss- und Verdauungsapparat. Je größer die Pferde im Laufe der Stammesgeschichte wurden, umso größer wurde ihr Nahrungsbedarf. Dabei wächst der Körper in der dritten, die Kaufläche der Backenzähne aber nur in der zweiten Potenz. Das heißt, es liegt ein hoher Selektionsdruck auf einer Erweiterung der Kaufläche und Steigerung ihrer Effizienz. Dafür bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die auch alle realisiert wurden. Zum Einen gibt es die einfache Zunahme der Kauflächengröße, die allerdings allein nicht ausreicht. Deshalb kommt es zusätzlich zur so genannten Molarisierung der Prämolaren (Abb. 2.11). Dabei nehmen die Vorbackenzähne mehr und mehr Form und Größe der in der Zahnreihe hinter ihnen folgenden Dauerbackenzähne oder Molaren an, die im Gegensatz zu den Prämolaren keine Vorläufer im Milchgebiss besitzen. Da auch die Molarisierung der Prämolaren noch nicht ausreicht, um die Steigerung der Körpergröße zu kompensieren, ist die Natur auf einen zusätzlichen Trick gekommen, nämlich Kauflächen sozusagen übereinander zu stapeln,

d.h. die Kronenhöhe zu steigern. Das ist von entscheidender Bedeutung, wenn beim Übergang zu harter Grasnahrung der Abschleiß der Kaufläche in besonderem Maße zunimmt. Nun reicht auch die Steigerung der Kronenhöhe nicht mehr aus, um die Kauleistung im nötigen Maße zu erhöhen. So bleibt es nur noch übrig, die Effektivität der Kauleistung durch eine Zunahme der Schmelzkantenlänge zu erhöhen, die für das Zerschneiden der Nahrung wesentlich ist. Auf diese Weise sind rein selektiv in geologisch kurzer Zeit die kompliziert verfähtelten Kauflächenmuster entstanden, wie sie für grasfressende Pferde, aber auch für große Wiederkäuer, wie Rinder, so typisch sind.

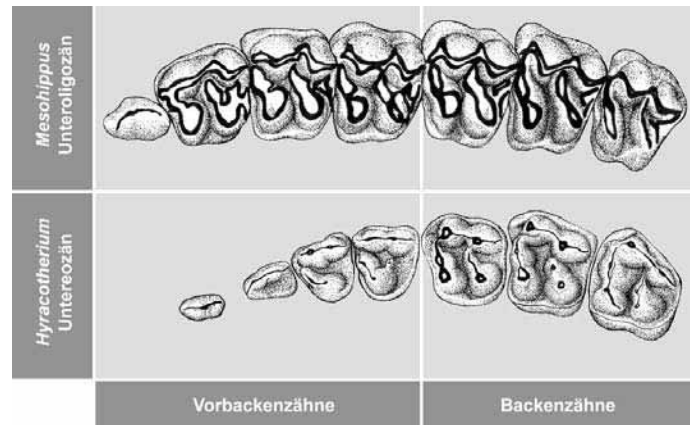


Abb. 2.11: Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Oberkieferbackenzähne von *Hyracotherium* (unten) zu *Meshippus* (oben) betraf neben der hier nicht dargestellten Größenzunahme vor allem die Molarisierung der Prämolaren (Vorbackenzähne) sowie die Umwandlung von Höcker- in Jochzähne. Grafik: Vera Kassühlke aus Franzen 2007a

Weitere morphologische Veränderungen

Im Stammbaum der Pferde kennzeichnet diese geradezu explosive Entwicklung zu Beginn des Miozäns offenbar den Übergang zur Grasnahrung (Abb. 2.12).

Entscheidend war für diesen Übergang aber nicht nur die Zunahme von Kronenhöhe und Komplexität des Kauflächenmusters. Voraussetzung bildete vielmehr in erster Linie die Fähigkeit, zellulosereiche Nahrung nicht nur zermahlen, sondern auch verdauen zu können. Dazu sind Säugetiere bekanntlich von sich aus nicht in der Lage, da sie nicht die dafür nötigen Enzyme produzieren können. Auch hierfür hat sich durch Selektion eine geniale Lösung gefunden, und zwar interessanterweise lange bevor die Pferde tatsächlich zur Grasnahrung übergegangen sind. Wenn man schon nicht in der Lage war, selber die nötigen Enzyme zu produzieren, so begann man, sich dafür sozusagen Haustiere zu halten, die für Kost und Logis diese Aufgabe übernahmen. Diese Domestikation von Bakterien im Blinddarm muß spätestens zu Beginn des Eozäns erfolgt sein, da sämtliche noch heute lebenden Unpaarhufer – Tapire, Nashörner und Pferde – über die Fähigkeit zur Blinddarmfermentierung verfügen, obwohl sie in ihrer stammesgeschichtlichen Entwicklung seit dem Untereozän getrennte Wege gegangen sind. Dies hat die amerikanische Paläobiologin Christine Janis bereits 1976 erkannt. 1982 gelang es uns, anhand eines besonders gut erhaltenen Urpferdes der Gattung *Hallensia* aus der Fossilfundstelle Messel erstmals den Nachweis zu führen, dass dieses tatsächlich bereits zu Beginn des Mitteleozäns – also rund 25 Millionen Jahre vor dem Übergang der Pferde zur Grasnahrung – über einen enorm vergrößerten Blinddarm verfügte, der geeignet war, um hier mit Hilfe von Bakterien Zellulose zu fermentieren (Abb. 2.13).

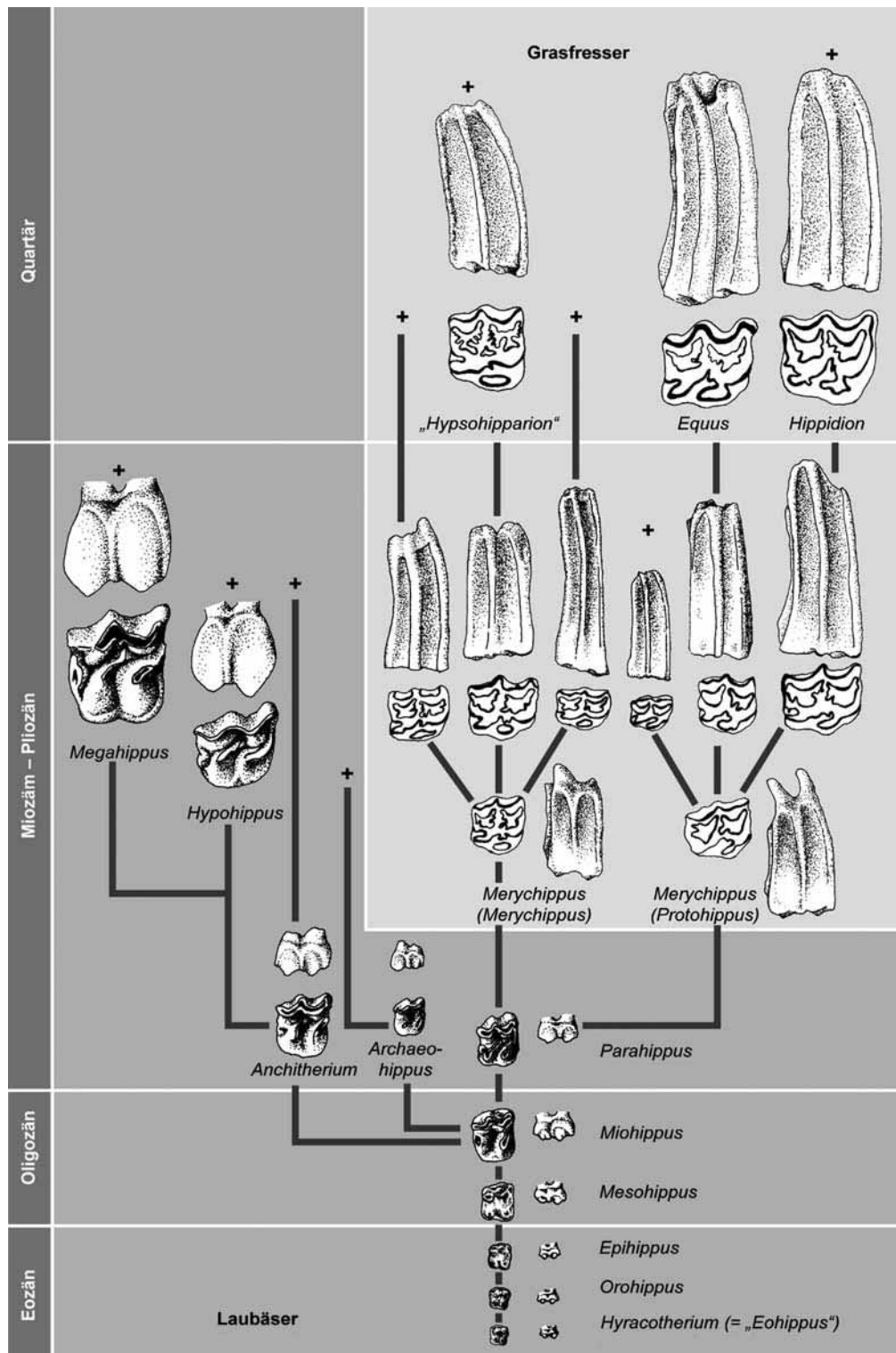


Abb. 12. Die stammesgeschichtliche Entwicklung des Pferdegebisses im Laufe von 55 Millionen Jahren. Dargestellt ist jeweils ein Oberkieferbackenzahn, gesehen von seiner Außenseite und seiner Kaufläche. Man beachte die geradezu explosive Zunahme von Kronenhöhe und Komplizierung des Kauflächenmusters vor etwa 20-18 Millionen Jahren. -- Grafik: Vera Kassühlke aus Franzen 2007a, nach Thenius & Hofer 1960.

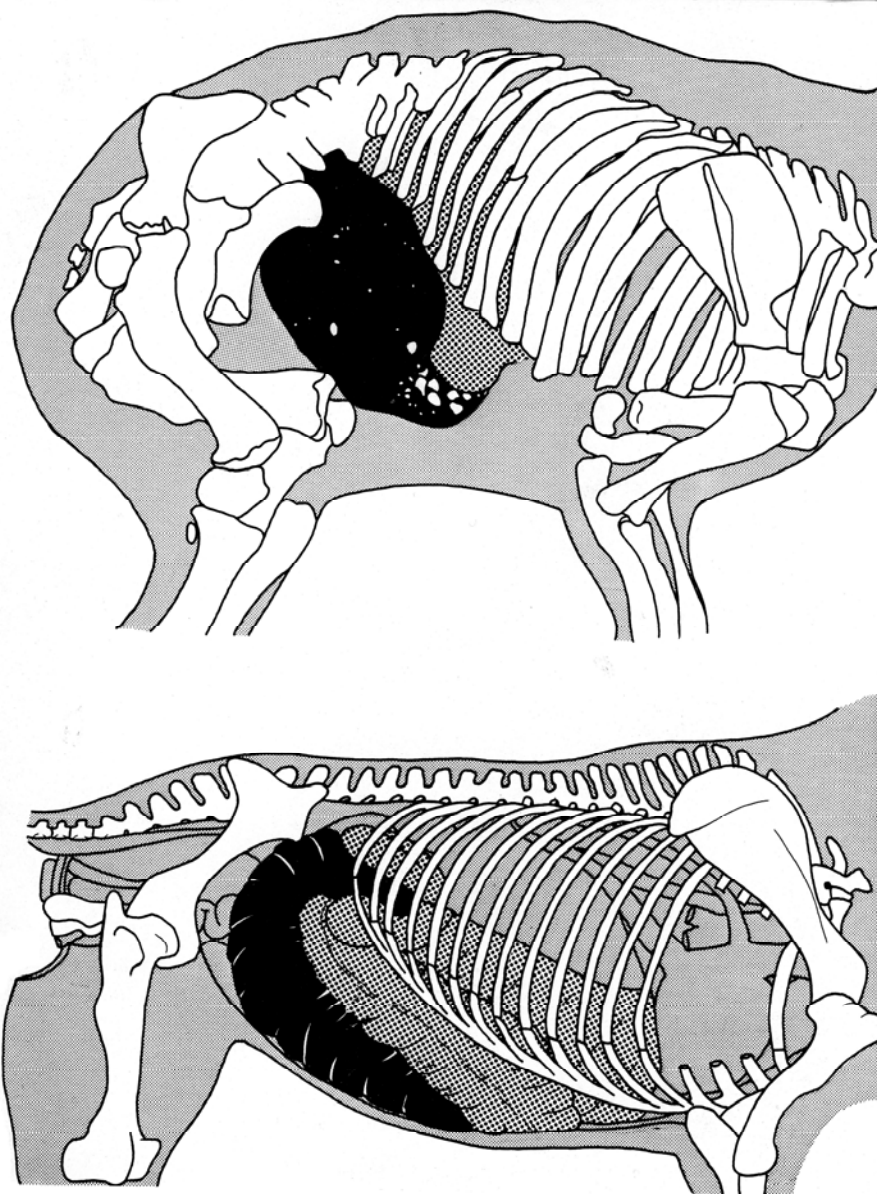


Abb. 2.13: Ausdehnung und Lage des Blinddarms (schwarz) beim 47 Millionen Jahre alten Urpferd *Hallensia matthesi* (oben) und beim heutigen *Equus caballus* (unten). Zeichnung: Autor

An dieser Stelle sei auf die einmalige Qualität der Fossilerhaltung in den mitteleozänen Ölschiefern der Grube Messel bei Darmstadt – dem einzigen Weltnaturerbe auf deutschem Boden – hingewiesen. Dazu zählt nicht nur die Erhaltung vollständiger Skelette, sondern auch Weichkörperüberlieferung bis hin in die Ohr- und Haarspitzen (Abb. 2.14 bis 2.15), in besonderen Fällen auch von Details der Weichkörperanatomie, wie Blutgefäßen und Lungen von Fröschen und eben auch dem Umriss des Blinddarms bei wenigstens einem der rund 60 Urpferdskelette von dieser Fundstelle.

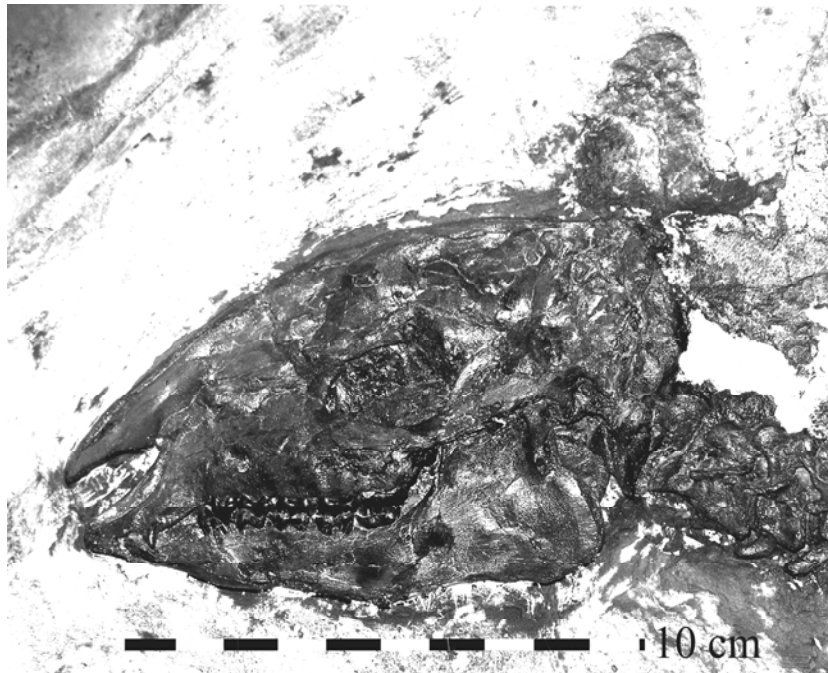


Abb. 2.14: Äußeres Ohr bei einem Urpferd der Art *Eurohippus messelensis* aus der Grabung 1984 des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe in der Grube Messel. – Foto: Verfasser, mit Genehmigung vom Landesmuseum für Naturkunde Karlsruhe



Abb. 2.15: Erhaltene Schwanzbehaarung bei einer trächtigen Stute der Art *Eurohippus messelensis*, ausgestellt im Museum „Mensch und Natur“ in München. – Foto: Verfasser, mit Genehmigung vom Museum „Mensch und Natur“, München.

Es sind jedoch nicht nur Weichkörperteile, die sich in Messel erhalten haben. Hinzu kommt weltweit erstmals von hier nachgewiesener Darminhalt. Dieser entschied die Frage, ob es sich bei den frühen Urpferden des Eozäns und Oligozäns um Allesfresser handelte, wie es der russische Säugetierpaläontologe Wladimir Kowalevsky 1876 vor dem Hintergrund der zu Lebzeiten der Urpferdchen vorherrschenden Regenwälder vermutete. Oder ob es sich dabei doch eher um Laubäser handelte, wie es sein amerikanischer Gegenspieler William Diller Matthew 50 Jahre später aufgrund von Vergleichen mit Gebiss und Nahrung heutiger Hirsche annahm. Eindeutig fanden sich im Darmbereich der Messeler Urpferdchen die zerkleinerten Überreste von Laubblättern, hauptsächlich Lorbeerblättern (Abb. 2.16).

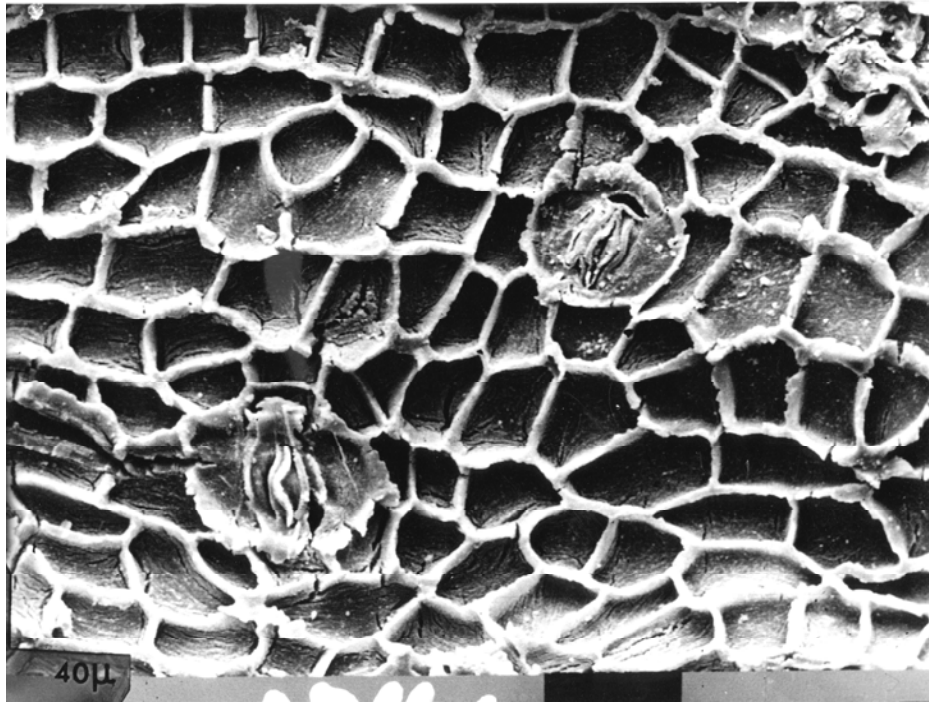


Abb. 2.16: Rest eines Lorbeerblattes aus dem Darmtrakt eines Urpferdfundes der Art *Eurohippus messelensis* aus der Grube Messel, ausgestellt im Senckenberg-Museum in Frankfurt am Main. Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme gibt das Mosaik der Zellwände mit eingeschalteten Spaltöffnungen zu erkennen, wie sie auf der Unterseite von Laubblättern dem Gasaustausch dienen. – REM-Aufnahme: Forschungsinstitut Senckenberg (Dr. Gotthard Richter)

Nur bei zwei Exemplaren – einem *Eurohippus messelensis* und einem *Propalaeotherium hassiacum* – tauchten daneben Fruchtkerne auf, die bezeugten, dass diese frühen Urpferde zumindest gelegentlich auch Früchte, darunter Weintrauben (!), nicht verschmähten.

Eine weitere Erkenntnis, die wir der fantastischen Qualität der Erhaltung Messeler Urpferde verdanken, sind mehrere Funde trächtiger Stuten, die innerhalb des Hinterleibes des Muttertieres auch knöcherne Überreste von Föten geliefert haben, und zwar jeweils nur eines Fötus. Damit war es möglich zu überprüfen, ob auch zur Zeit des Eozäns, vor ca. 47 Millionen Jahren, der hintere Ausgang des Beckenkanals bereits wie bei heutigen Stuten weit und rund geformt, und nicht wie bei heutigen Hengsten von Vorsprüngen der Darmbeine eingeengt war. Dies ist tatsächlich der Fall (Abb. 17). Damit ließ sich nachweisen, dass sich damals beide Geschlechter in ihrer Größe noch nicht unterschieden, sich also eine typische Haremsstruktur der Herden oder besser gesagt der zusammenlebenden Gruppen noch nicht herausgebildet hatte.

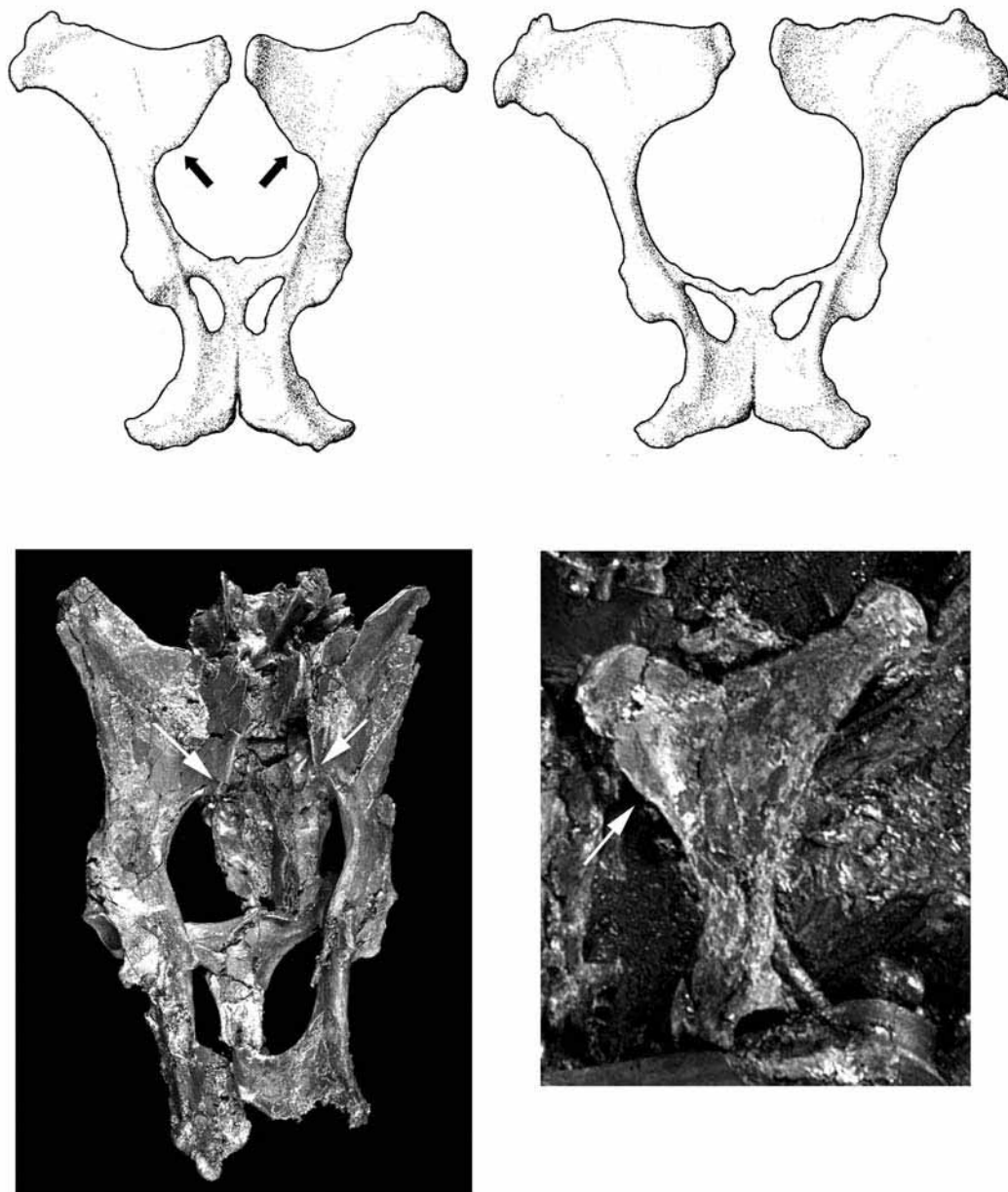


Abb. 2.17: Unterschiede in der Weite des Beckenkanals bei oben) einem heutigen Hengst (links) und einer Stute (rechts) und unten) bei einem männlichen (links) und einem weiblichen Urpferd (rechts) der Art *Eurohippus messelensis* aus der Grube Messel. Aus: Franzen 2007a.

Schließlich sei noch auf einen ganz besonderen Höhepunkt bei der Erhaltung eozäner Urpferde hingewiesen. Dieser stammt allerdings nicht aus Messel, sondern aus der ähnlich als Maarsee gebildeten Fundstelle im Eckfelder Maar, dem mit 44,3 Millionen Jahren ältesten Maar der Eifel. Hier fand sich bei Grabungen des Naturhistorischen Museums Mainz (Landessammlung für Naturkunde Rheinland-Pfalz) das Skelett einer trächtigen Stute, bei dem der Embryo noch weitgehend von der allerdings mineralisierten Plazenta umhüllt war (Abb. 2.18; Franzen 2006). Dies ist meines Wissens weltweit das erste Mal, dass bei einem fossilen Plazentalier die Plazenta selber überliefert ist.

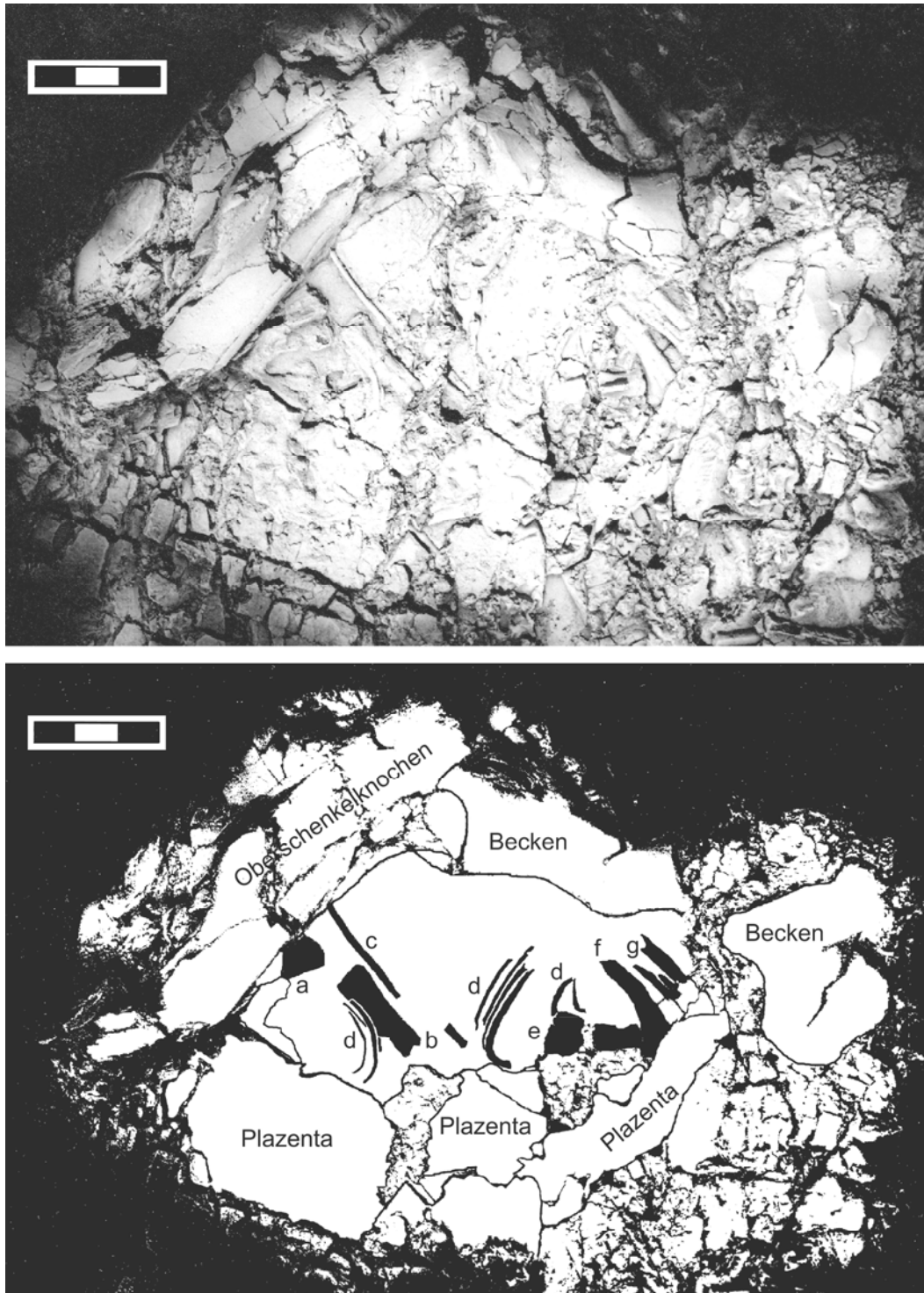


Abb. 18. Fötus und Plazenta bei einer trächtigen Stute der Art *Propalaeotherium voighti* aus der 44 Millionen Jahre alten Fossilfundstelle Eckfeld (Eifel), ausgestellt im Maarmuseum von Manderscheid. Beim Foto (oben) ist die Hinterleibsregion der Stute mit Ammoniumchlorid bedampft, um die Details besser sichtbar zu machen. In der interpretierenden Zeichnung (unten) sind die Knochen des Fötus durch Schwarzfärbung hervorgehoben (a = Schienbein, b = Oberschenkelknochen, c = Wadenbein, d = Rippen, e = Schulterblatt, f = Oberarmknochen, g = Unterarmknochen). Die Knochen des Muttertieres sind hellgrau gefärbt, während die Plazenta dunkelgrau dargestellt ist (Foto: Franzen)

2.3 Stammesgeschichtliche Ausbreitung der Pferde

Betrachten wir zum Abschluss die stammesgeschichtliche Ausbreitung der Pferde über den Globus. Wie schon gesagt, liegt das Anfangskapitel der Evolution der Pferde noch im Dunkeln.

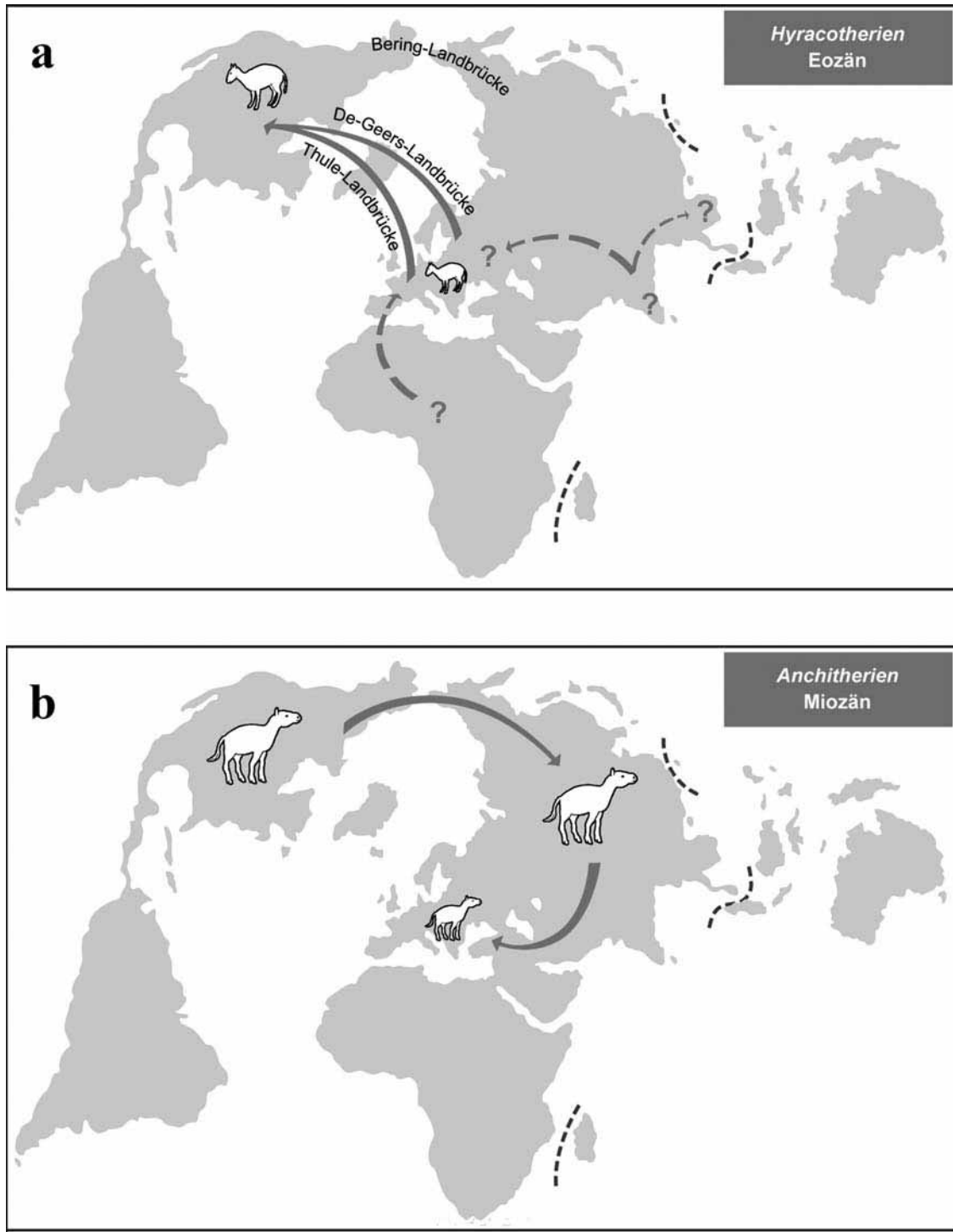


Abb. 2.19 a bis b: Ursprung und Ausbreitung der Pferde in vier Phasen, oben-links die eozänen Hyracotherien, unten-links die miozänen Anchitherien. Grafik: Vera Kassühlke nach einem Entwurf des Verfassers

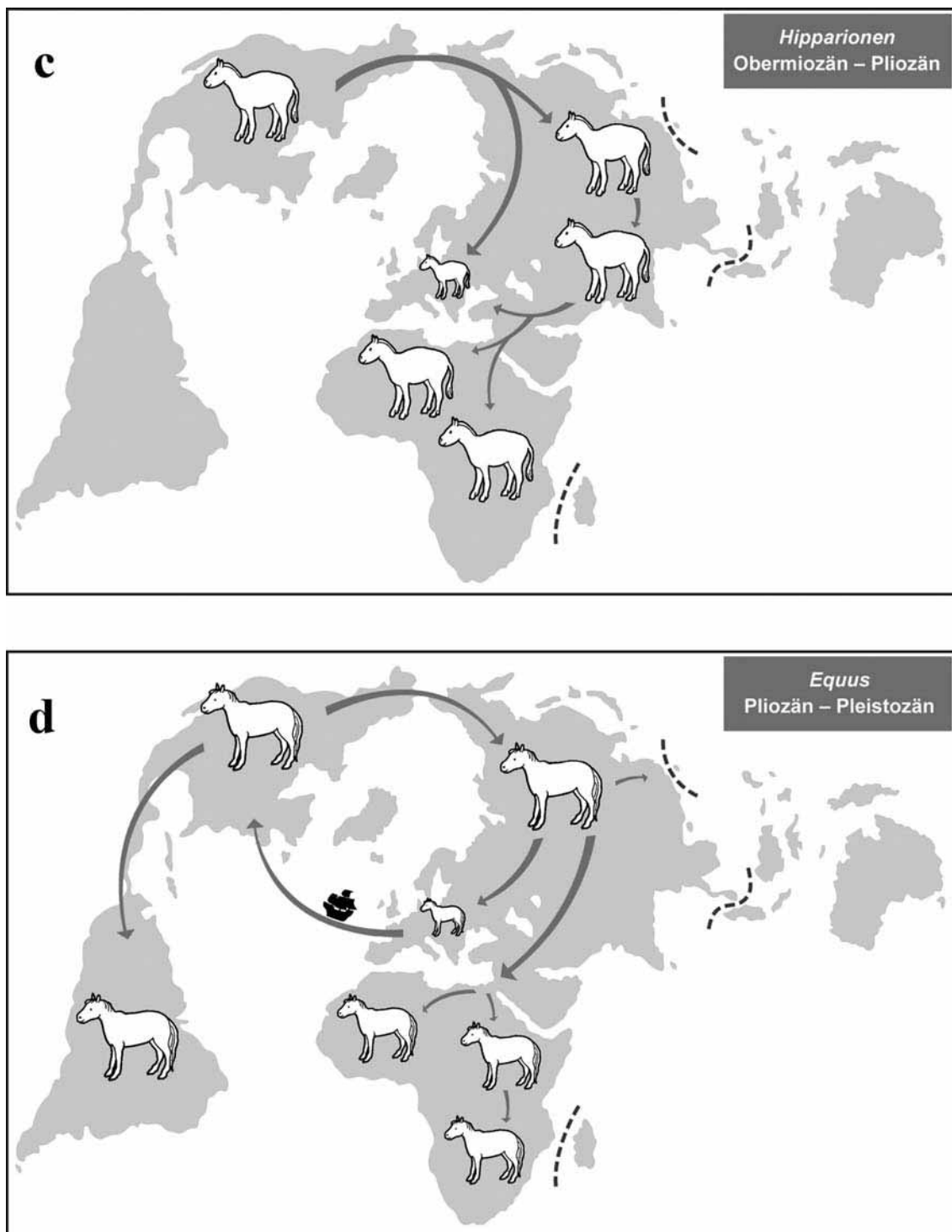


Abb. 2.19 c bis d: Ursprung und Ausbreitung der Pferde in vier Phasen, oben-rechts die obermiozänen bis pliozänen Hipparionen und unten rechts die pliozänen bis heutigen Pferde. – Grafik: Vera Kassühlke nach einem Entwurf des Verfassers.

Die ältesten Urpferde, die wir in Gestalt der Gattungen *Hyracotherium* und *Hallensia* kennen, tauchen erst zu Beginn des Eozäns vor rund 55 Millionen Jahren zunächst in Europa, *Hyracotherium* etwas später dann auch in Nordamerika auf. Aus Asien sind eindeutige Urpferdfunde erst gegen Ende des Eozäns bekannt. Ihr Ursprung muss also auf einem der Südkontinente gelegen haben.

Die fossil belegte Säugetierfauna Südamerikas und Australiens ist während des gesamten Tertiärs derart verschieden von derjenigen der Nordkontinente, dass Südamerika und Australien wohl lange Zeit isoliert waren, so dass die Evolution auf ihnen ganz eigene Wege beschritten hat. Dies gilt noch mehr für die Antarktis. Somit bleiben für den Ursprung der Pferdentwicklung nur Afrika und das damals noch nicht mit Asien verbundene Indien übrig. Hier aber fehlen bislang Fundstellen, die geeignet wären, über das Anfangskapitel der Evolution der Pferde Auskunft zu geben.

Die frühesten Urpferde tauchen in Europa auf, von wo aus sie kurze Zeit später über Landbrücken den damals noch gar nicht breiten Nordatlantik überwinden und in Nordamerika erscheinen (Abb. 2.19a). Dieser Kontinent wird für die folgenden 55 Millionen Jahre zum hauptsächlichen Schauplatz der Pferdeentwicklung. Zahlreiche Fossilfunde aus dem früheren Wilden Westen belegen die Entwicklung streckenweise in filmartig dichter Abfolge. Nur zu gewissen Zeiten kommt es offenbar in Zusammenhang mit vorübergehenden Absenkungen des Meeresspiegels zu Abwanderungen in die Alte Welt, die nun aber ausschließlich über eine Landbrücke im Bereich der heutigen Beringstraße von Alaska nach Sibirien erfolgen. Nachdem die frühesten Urpferde in der Alten Welt gegen Ende des Eozäns vor ca. 35 Millionen Jahren ausgestorben sind, erscheinen auf dem Weg über die Beringbrücke zu Beginn des Miozäns, vor ca. 22 Millionen Jahren, Vertreter der in Amerika entstandenen Gattung *Anchitherium* (Abb. 2.19b). Das waren knapp eselgroße dreizehige Huftiere, die mit ihrem niederkronigen Gebiss nur weiche Nahrung, wie Blätter und Früchte, äsen konnten. Anchitherien sind von zahllosen Fundstellen in Asien, aber auch aus Europa bekannt. Erst zu Beginn des Obermiozäns sterben sie in der Alten Welt aus, wobei ihre letzten Vertreter noch dem nachfolgenden Schub von Einwanderern begegnet sind, der vor rund 11 Millionen Jahren die ersten Hipparionen mit sich brachte (Abb. 2.19c). Das waren ebenfalls dreizehige, nur wenig größere Urpferde, die sich allerdings gegenüber *Anchitherium* bereits durch hochkronige, säulenförmige Backenzähne mit komplexem Kauflächenmuster auszeichneten, wie sie für Grasfresser kennzeichnend sind. Das hinderte freilich einige Vertreter -- wie das bereits erwähnte *Hippotherium primigenium* -- nicht daran, als Waldbewohner zumindest partiell zum Laubäsen zurückzukehren. Möglicherweise war es aber die Fähigkeit zum Grasäsen, die es der Gattung *Stylohipparion* als erstem Pferd ermöglichte, zu Beginn des Eiszeitalters vor etwa 2 Millionen Jahren über den Trockengürtel der heutigen Sahara hinweg bis ins östliche Afrika vorzudringen.

Entgegen früheren Vermutungen zählen die Hipparionen jedoch nicht zu den direkten Vorfahren der heutigen Pferde. Das haben zahlreiche Fossilfunde in der Zwischenzeit ergeben. Schon zur Zeit des Pliozäns gingen in Nordamerika aus der Gattung *Dinohippus* die eigentlichen Pferde hervor. Der älteste Schädel von *Equus* stammt aus rund zwei Millionen Jahre alten Schichten der Anza Borrego-Wüste Südkaliforniens. Erst im mittleren Eiszeitalter (Pleistozän) erscheint vor etwa 500 000 Jahren mit dem riesenhaften *Equus mosbachensis* in Europa eine Art, welche zu den direkten Vorfahren der heutigen Pferde gezählt wird. Eine Skelettrekonstruktion, die aus Funden zusammengesetzt wurde, die in Ablagerungen des Urrheins, den mitteleiszeitlichen Mosbacher Sanden, in der Umgebung von Wiesbaden gemacht wurden, ist im Naturhistorischen Museum der Stadt Mainz zu sehen (Abb. 2.20). Danach verliert sich trotz zahlreicher Funde die Spur der Entwicklung, die letztlich zum modernen *Equus caballus* führt.

Geradezu wie ein Treppenwitz mutet es an, dass die Pferde am Ende des Eiszeitalters nach rund 55 Millionen Jahren erfolgreicher, vielfältiger Entwicklung vor etwa 8 000 Jahren in ihrer Urheimat Nordamerika ausstarben, und erst im 16. Jahrhundert von den spanischen Eroberern per Schiff in die Neue Welt zurück gebracht werden (Abb. 19d). Dabei ist ein heißer Disput darüber entstanden, ob es die Ureinwohner waren, welche am Ende des Eiszeitalters die Pferde zusammen mit anderen Großsäugern, wie den Elefanten, in Amerika ausgerottet haben, oder ob die Pferde und andere Großsäuger den massiven Veränderungen von Klima und Vegetation am Ende der Eiszeit zum Opfer gefallen sind, vielleicht geschwächt durch Epidemien.

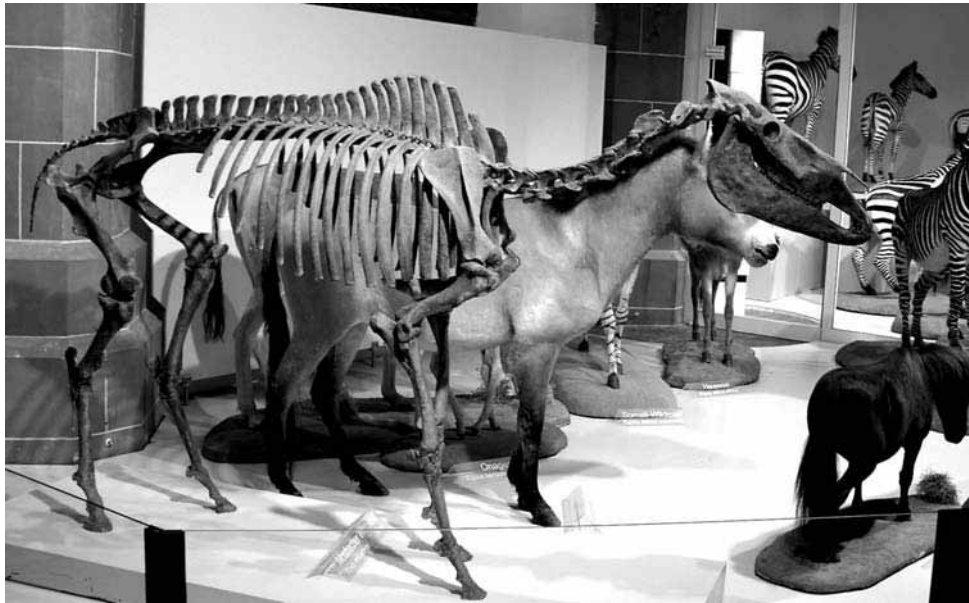


Abb. 2.20: Ein rekonstruiertes Skelett von *Equus mosbachensis* nach Funden von Einzelknochen aus den Urrhein-Ablagerungen von Mosbach bei Wiesbaden; ausgestellt im Naturhistorischen Museum in Mainz. Alter: etwa eine halbe Million Jahre. – Foto: Verfasser, mit Genehmigung des Naturhistorischen Museum Mainz.

Erstaunlich ist jedenfalls, dass die modernen Pferde sich in kürzester Zeit wieder erfolgreich über den gesamten amerikanischen Kontinent ausgebreitet haben. Allerdings handelt es sich hierbei um eine andere Art, *Equus caballus*, als die ausgestorbenen Arten am Ende der Eiszeit. Auf jeden Fall erscheint es recht unwahrscheinlich, dass die relativ wenigen indianischen Ureinwohner Amerikas ohne eigene Pferde und ohne Feuerwaffen in der Lage gewesen sein sollen, die zahlreichen Wildpferde am Ende der Eiszeit auszurotten. Vor allem stellt sich die Frage, warum sie dies ganz im Gegensatz zu ihrer sonstigen Einstellung der Natur gegenüber getan haben sollen.

Literatur

Franzen, J.L. (2007a): Die Urpferde der Morgenröte. Ursprung und Evolution der Pferde. 221 Seiten, zahlreiche farbige Abbildungen; Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. (hier zahlreiche weitere Literaturhinweise)

FRANZEN, J.L. (2007b): Eozäne Equoidea (Mammalia, Perissodactyla) aus der Grube Messel bei Darmstadt (Deutschland). Funde der Jahre 1969 – 2000. – Schweizerische Paläontologische Abhandlungen, 127: 1-245; Basel.

Verfasser:

Dr. Jens Lorenz Franzen (ehemaliger Leiter der Abt. Paläoanthropologie und Quartärpaläontologie am Forschungsinstitut Senckenberg)
Jakobstr. 10, D-79822 Titisee-Neustadt; e-mail: jens.franzen@senckenberg.de



Foto: Dr. Clar (Uelzen)
Rheinisch-Deutscher Kaltbluthengst: Eros von Brueck
(Hengstschau, Alsfeld, 2009)



Fotos (2): K. Heiden

3 Aktueller Stand der Genetik und Genomanalyse in der Pferdezüchtung (O. Distl)

3.1 Einleitung

Die deutsche Pferdezüchtung ist im Reit- und Fahrsport weltweit führend, was an den Pedigrees der im internationalen Spitzensport vertretenen Pferde leicht nachweisbar ist. Die Pferdezüchtung war lange Zeit weitgehend auf die Methoden der Populationsgenetik angewiesen, da bis auf die letzten fünf bis zehn Jahre wenig in die Grundlagenforschung des Pferdegenoms investiert wurde. Die Sequenzierung des Pferdegenoms wurde 2006 begonnen und Ende 2007 war die Pferdegenomreferenzsequenz (EquCab2.0) verfügbar. Die Kenntnis der Genomsequenz des Pferdes ermöglicht die molekulargenetische Aufklärung für viele Merkmalskomplexe, die in der Pferdezüchtung bzw. Veterinärmedizin von großer Bedeutung sind.

Mit der vollständigen Sequenzierung des Pferdegenoms wurden die Werkzeuge für umfassende molekulargenetische Analysen geschaffen. In dem Pferdegenomprojekt wurden zwei methodische Ansätze miteinander vereint. Zum einen wurde das Genom der Englischen Vollblutstute *Twilight* über sehr kurze Fragmente in 6,8-facher Abdeckung (WGS, whole genome shotgun) sequenziert und zum anderen wurde die BAC-Bibliothek des Englischen Vollbluthengstes *Bravo*, einem Halbbruder von *Twilight*, für die Sequenzierung herangezogen. Über die chromosomal angeordneten BAC-Endsequenzen konnte die Assemblierung der WGS-Sequenzen wesentlich verbessert werden, so dass für das Pferd eine sehr hochwertige Sequenz mit einer sehr präzisen Anordnung vorliegt. Für das Y-Chromosom wurde ebenfalls eine komplette Sequenz erstellt. Diese ist jedoch noch nicht öffentlich verfügbar. Das Pferd zeigt von allen bisher sequenzierten Haustierspezies die höchste *Syntäniebeziehung* zum humanen Genom, d.h. dass für die Anordnung der Gene auf dem Pferdegenom mit dem humanen Genom eine sehr hohe Übereinstimmung besteht. Eine genetische Referenzsequenz ist die Voraussetzung, um genomweite SNP (single nucleotide polymorphism) Sets für die Hochdurchsatzgenotypisierung entwickeln zu können. Die Entwicklung von Beadchips mit mehr als 50.000 gleichmäßig über das gesamte Genom verteilten SNPs konnte daher sofort im Anschluss an die Genomsequenzierung und die SNP-Detektion erfolgen (Wade et al., 2009). Die Genomforschung beim Pferd konnte somit ab 2008 intensiviert werden.

3.2 Entwicklung von Genomkarten und SNP-Arrays für die Hochdurchsatzgenotypisierung beim Pferd

Lindgren et al. (1998) konnten ein Markerset mit einer Abdeckung von 679 cM auf dem equinen Genom anordnen. Das Markerset umfasste 121 Mikrosatelliten und 19 andere polymorphe Genorte wie Proteinpolymorphismen und RFLPs. Die durchschnittliche Distanz zwischen den gekoppelten Markern betrug 12,6 cM. Guérin et al. (1999) testeten 161 Marker am International Horse Reference Family Panel (IHRFP) und konnten für 124 Marker 29 Kopplungsgruppen finden. Die von den Markern abgedeckte Distanz betrug 936 cM, wenn die Randbereiche außerhalb der Kopplungsgruppen und der nichtgekoppelten Marker unberücksichtigt blieben. Die durchschnittliche Markerdistanz lag bei 14,2 cM. Die Markerkarte umfasste 26 Autosomen. Die zweite Version dieser Kopplungskarte enthielt 344 Marker in 34 Kopplungsgruppen, die alle 31 Autosomen, jedoch nicht die Gonosomen enthielten (Guérin et al., 2003). Die Kopplungsgruppen umspannten 2262 cM bei einer mittleren Markerdistanz von 10,1 cM. In einer weiteren Pferdereferenzfamilie mit drei Generationen wurden 353 Mikrosatellitenmarker und 6 biallele Marker typisiert (Swinburne et

al., 2000). Diese Genkarte deckte erstmals alle Autosomen und das X-Chromosom ab. Die durchschnittliche Markerdistanz betrug 10,5 cM bei einer Genomabdeckung von 1780 cM. Eine deutlich verbesserte Karte wurde von Swinburne et al. (2006) publiziert. Diese Kopplungskarte basierte auf 742 Markern und umfasste 2772 cM bei einem Markerabstand von 3,7 cM und stellte damals die zuverlässigste Genkarte des Pferdes dar. Eine weitere auf das männliche Geschlecht bezogene Kopplungskarte, die auf vier Referenzfamilien und 766 Markern basierte, entwickelten Penedo et al. (2005). Diese Karte deckt alle 31 Autosomen und das X-Chromosom ab, bei einer Größe von 3740 cM und einer Markerdichte von 6,3 cM. Für die zytogenetische Kartierung wurden sowohl equine genomische BAC-Klone wie heterologe Ziegen BAC-Klone verwendet. Mittels Fluoreszenz *in situ* Hybridisierung (FISH) von 136 BAC-Klonen konnte erstmals eine alle Chromosomen umfassende vergleichende Genkarte zwischen Mensch und Pferd erstellt werden (Milenkovic et al., 2002). Eine weitere verbesserte Auflösung der vergleichenden Genkarte zwischen Mensch und Pferd erbrachte die FISH-Kartierung von zusätzlichen 165 Genen sowie die Verankerung der zytogenetischen Karte mit der equinen Radiation Hybrid (RH) Karte (Perrocheau et al., 2006).

Die syntänischen Karten auf der Basis von somatischen Zellhybrid-Panels umfassten etwa 500 Marker, die 33 Syntäniegruppen zugeordnet werden konnten (Shiue et al., 1999).

Einen wesentlichen Fortschritt in der physikalischen Kartierung brachte die Entwicklung eines equinen 5000-rad RH Panels auf der Grundlage von 92 Pferd-Hamster Hybridzelllinien. Mittels dieses RH Panels wurde zunächst die physikalische Genkarte des Pferdes für die Chromosomen 1, 10 und 11 verfeinert (Kiguwa et al., 2000; Chowdhary et al., 2002). Die erste umfassende equine RH-Karte umfasste 730 Marker bei einer Dichte von 19 cR (etwa 4 Mb). Über 253 zytogenetisch kartierte Gene wurde die physikalische Anordnung der RH-Karte abgesichert. Die vergleichenden Genkarten zu Mensch und Maus konnten mit dieser RH-Karte deutlich verfeinert werden, da die Syntäniebeziehungen auf 447 kartierten Genen beruhten und sich über alle Chromosomen erstreckten (Chowdhary et al., 2003). Weitere Verfeinerungen der equinen RH-Karte wie auch der vergleichenden Genkarten wurden für das X- und Y-Chromosom, ECA4, ECA6, ECA7, ECA10, ECA15, ECA17, ECA18, ECA21 und ECA22 erstellt (Brinkmeyer-Langford et al., 2005; Dierks et al., 2006; Gustafson-Seabury et al., 2005; Lee et al., 2004; Raudsepp et al., 2002, 2004; Wagner et al., 2006).

Die bis zum Jahre 2006 beim Pferd publizierten Karten umfassten insgesamt 2950 Loci (2555 angeordnet) mit 1537 Mikrosatellitenmarkern (1285 angeordnet) und 1143 Genen (Typ I Marker, davon 1004 angeordnet). Die vollständige Sequenzierung eines Pferdes und die BAC-End-Sequenzierung eines weiteren Pferdes begannen Ende 2006.

Das Broad Institute, Massachusetts Institute of Technology, Harvard University (MA, USA) arbeitete unter Leitung von Eric Lander und Kerstin Lindblad-Toh an einer WGS Sequenzierung des Pferdegenoms. Das Pferdegenom wurde mittels WGS-Sequenzen 6,8-fach (ca. 30 Millionen WGS Reads) abgedeckt. Zur verbesserten physikalischen Verankerung der WGS-Reads erfolgte eine Sequenzierung der BAC-Enden (BESs) der equinen genomischen BAC-Library CHORI-241 sowie eine Anordnung dieser BAC-Klone mit einem Fluoreszenz-Fingerprint-Verfahren an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und dem Helmholtz-Zentrum (HZI) in Braunschweig. Die BAC-Bibliothek deckt das Pferdegenom 11,8-fach ab. Aus diesen Arbeiten resultierte die Anordnung des gesamten Pferdegenoms über WGS Sequenzen, BAC-Fingerprints und BAC-End-Sequenzen (Wade et al., 2009). Die aktuelle Pferdegenomreferenzsequenz ist unter der Bezeichnung EquCab2.0 öffentlich zugänglich. Anhand dieser Referenzsequenz wurden mehr als 24.000 Mikrosatelliten annotiert (Mittmann et al., 2010).

Auf der Grundlage der Pferdegenomreferenzsequenz und der Re-Sequenzierung von ca. 62-82 Mb bei je einem Pferd der Rassen Englisches Vollblut, Amerikanischer Traber, Araber, Quarter Horse, Andalusier, Isländer und Ahal Tekkiner wurden insgesamt 1.165.320 SNPs identifiziert. Durch die Sequenzierung von Twilight konnten bereits 763.991 SNPs gefunden werden.

Im Jahre 2008 wurde der erste Beadchip auf der Basis von Infinium Assays für das Pferd von der Fa. Illumina (San Diego, USA) für die Anwendung freigegeben. Dieser Beadchip enthält 54.502 SNPs, die gleichmäßig über die Autosomen und das X-Chromosom angeordnet sind. Der 50K Beadchip wurde inzwischen von einem 70K Beadchip der Fa. Illumina mit 65.102 SNPs abgelöst. Dieser neue 70K Beadchip deckt das Pferdegenom entsprechend den Haplotypblöcken gleichmäßiger ab als der frühere 50K Beadchip und stellt damit eine Weiterentwicklung dar. Für die Genotypisierung ist eine Mindestanzahl von 24 Proben notwendig. Die Kosten pro Genotypisierung liegen momentan bei ca. 210 US \$.

3.3 Molekulargenetische Aspekte monogen bedingter Merkmale

3.3.1 Fellfarben

Für mehrere Farbgenorte konnten entweder kausale Mutationen oder Marker gefunden werden. Für den dominanten Weiss-Genort, den Grau-Genort (Schimmel) und die Appaloosa Fellfarbe konnten die Genombereiche zunächst über Kopplungsstudien eingegrenzt und anschließend aufgeklärt werden (Tab. 3.1).

3.3.2 Erbfehler

Beim Pferd wird für etwa 30-40 angeborene Anomalien von einer monogenen Vererbung ausgegangen. Allerdings ist die genetische Analyse von angeborenen Anomalien im Vergleich zu anderen Haustierarten nicht sehr weit fortgeschritten, so dass vermutlich auch beim Pferd mit einer viel höheren Anzahl von monogenen Erbdefekten auszugehen ist.

Für mehrere Erbfehler konnten über vergleichende Genanalysen die kausalen Mutationen aufgefunden werden (Tab. 3.2). In den letzten Jahren wurden die Analysen für Erbfehler durch genomweite Assoziationstudien und regionsspezifisches „Next-Generation-Sequencing“ (NGS) ergänzt, so dass eine schnellere Aufklärung von monogenen Defekten möglich wurde.

Für das Letale Weisse Fohlensyndrom (LWFS) ist eine Missense-Mutation (TC>AG) im EDNRB (endothelin receptor type B) Gen verantwortlich. LWFS ist mit dem Overo-Scheckungsmuster assoziiert und führt bei den neugeborenen und weiss-geborenen Fohlen zum raschen Tod (Yang et al., 1998).

Tab. 3.1: Molekulargenetische Charakterisierung von Farbgenorten beim Pferd

Farbgenort	Gen	Lokalisation (ECA)	Mutation	mit der Mutation/ Genomregion assoziierte Farbphänotypen	Referenz
Agouti	ASIP (agouti signaling protein)	22	11 bp Deletion in Exon 2	Rappe (schwarz)	Rieder et al. (2001)
Extension	MC1R (melanocortin-1-receptor)	3	C>T Mutation in Exon 1	Fuchs (rot)	Marklund et al. (1996)
Weiss	KIT (mast cell growth factor receptor)	3	Diverse Mutationen	Weiss	Mau et al. (2004), Haase et al. (2009)
Cream	MATP (membrane associated transporter protein)	21	G>A Mutation in Exon 2	Aufhellung zu Falben, Palominos, Perlino und Cremello	Mariat et al. (2003)
Grau	STX17 (syntaxin 17)	25	Duplikation eines Intronabschnittes	Schimmel	Pielberg et al. (2008)
Sabino	KIT (mast cell growth factor receptor)	3	T>A Mutation in Intron 16 (Spleissmutation)	Sabino-Scheckung	Brooks und Bailey (2005)
Silver	PMEL17/SILV	6	C>T Missense Mutation in Exon 11	Farbaufhellung	Brunberg et al. (2006)
Tobiano	KIT	3	Paracentrische Inversion	Tobiano-Scheckung	Brooks et al. (2007)
Champagner	SLC36A1	14	C>G Mutation in Exon 2	Aufhellung der Grundfarben	Cook et al. (2008)
Leopard Muster/ Appaloosa	TRPM1 (transient receptor potential cation channel subfamily M, member 1)	1	1,4 kb Insertionsmutation	Tigerung	Bellone et al. (2011)
Pearl	SLC45A2	21	G>A Missense Mutation	Aufhellung ähnlich zu Cream	Penedo et al. (2011)

Die schwere kombinierte Immundefizienz (SCID) tritt vorwiegend beim Arabischen Pferd auf und wird durch eine Leserastermutation in der katalytischen Untereinheit der DNA-abhängigen Proteinkinase (DNA-PK_{CS}, PRKDC, protein kinase DNA activated catalytic polypeptide) verursacht (Shin et al., 1997). Die Hyperkaliämische Periodische Paralyse (HYPP) betrifft vor allem das Quarter Horse. Die Ursache für HYPP ist eine Punktmutation in dem Gen für die Skelettmuskel-Natriumkanal- α -Untereinheit (SCN4A) (Rudolph et al., 1992). Die Herlitz-junktionale Epidermolysis bullosa (HJEB, Epitheliogenesis imperfecta) wird beim Belgischen Kaltblut durch eine Cytosin-Insertion in Exon 10 des LAMC2 Gens (γ 2-Kette von Laminin 5) verursacht (Spirito et al., 2002). Beim amerikanischen Saddlebred Horse wurde eine Deletion im LAMA3 Gen als ursächlich für HJEB gefunden (Li et al., 2003).

Beim amerikanischen Quarter Horse tritt eine für Fohlen letale Glykogenspeicherkrankheit (Glykogenose Typ IV, Rhabdomyolysis) auf, die durch eine C>A Mutation im GBE1 (glucan 1,4 α branching enzyme 1) Gen verursacht wird (Ward et al., 2004). Eine weitere schwerwiegende Hautmissbildung wurde ebenfalls beim Quarter Horse aufgeklärt. Infolge einer Mutation im Cyclophilin B Gen ist die Haut dünn und sehr verletzungsempfindlich und dadurch entstehen Hautverletzungen an stärker beanspruchten Arealen wie in der Sattellage und über Gelenken. Beim Arabischen Vollblut wurden Mutationen für die Cerebelläre Abiotrophie (CA) und das Lavender Foal Syndrome (LFS) gefunden.

Das Lavender Foal Syndrome ist eine sehr seltene letale neurologische Erkrankung bei rein ägyptisch gezogenen Araberfohlen infolge einer Mutation in dem Farbverdünnungsgen MYO5A (Brooks et al., 2010). Die beim Arabischen Vollblut gefundene Mutation im TOE1-Gen kann allerdings das Auftreten der CA nicht vollständig erklären (Brault et al., 2011). Für die kongenitale stationäre Nachtblindheit wurde die ursächliche Mutation mit hoher Wahrscheinlichkeit gefunden (Bellone et al., 2011). Für eine sehr seltene angeborene Immundefizienz mit Anämie und verringerten B-Lymphozyten bei Fell und Dales Ponies in England konnte die Mutation im SLC5A3 Gen aufgeklärt werden (Fox-Clipsham et al., 2011).

Tab. 3.2: Monogen bedingte und molekulargenetisch aufgeklärte Erbfehler

Erbfehler	Gen	Lokali- sation (ECA)	Mutation	Referenz
Letales Weisses Fohlensyndrom (LWFS)	EDNRB	17	TC>AG Missense Mutation	Yang et al. (1998)
Schwere kombinierte Immundefizienz (SCID)	PRKDC	9	5 Basenpaar Deletion Leserasterverschiebung	Shin et al. (1997)
Hyperkaliämische Periodische Paralyse (HYPP)	SCN4A	11	C>G Missense Mutation	Rudolph et al. (1992)
Herlitz junktionale Epidermolysis bullosa (HJEB)	LAMC2	5	C Insertion Leserasterverschiebung	Spirito et al. (2002)
Glykogenose Typ IV	GBE1	26	C>A Missense Mutation	Ward et al. (2004)
Regionale dermale Asthenie (HERDA)	PPIP	1	G>A Missense Mutation	Tryon et al. (2007)
Polysaccharid Speichermyopathie (PSSM)	GYS1	10	G>A Missense Mutation	McCue et al. (2008)
Lavender Foal Syndrome (LFS)	MYO5A	1	1 Basenpaar Deletion Leserasterverschiebung	Brooks et al. (2010)
Multiple kongenitale Augenanomalien (MCOA)	-	6	Assoziation	Andersson et al. (2011)
Kongenitale stationäre Nachtblindheit (CSNB)	TRPM1	1	1,4 kb Insertionsmutation	Bellone et al. (2011)
Cerebelläre Abiotrophie (CA)	TOE1	2	G>A Missense Mutation	Brault et al. (2011)
Fohlen-Immundefizienz Syndrom (FIS)	SLC5A3	26	P446L-Missense Mutation	Fox-Clipsham et al. (2011)

3.4 Quantitative Merkmale in der Pferdeezucht

Für die Reitpferdeezucht sind eine langfristige Leistungsfähigkeit wie die individuellen Anlagen für Rittigkeit, Dressur- und Sprungveranlagung der Pferde von hoher Bedeutung. Pferde können nur auf lange Zeit erfolgreich sein, wenn sie eine Konstitution besitzen, die sie vor gesundheitlichen Schäden bewahrt und ihnen die Möglichkeit gibt, das Leistungspotenzial für Dressur-, Spring- oder Vielseitigkeitsprüfungen voll auszuschöpfen. Aufgrund der langen Ausbildungszeit der Pferde sind gesundheitliche Probleme, die bereits bei jungen oder zu Beginn der Ausbildung stehenden Pferden erkannt werden können, besonders wichtig und müssen deshalb auch in der züchterischen Arbeit berücksichtigt werden.

3.4.1 Genetische Analysen für röntgenologische Gliedmaßenbefunde

Für populationsgenetische Untersuchungen standen die Röntgenaufnahmen der Gliedmaßen sowie weitere Angaben, wie z.B. Geburtsdatum, Geschlecht, Abstammung und Alter bei der Röntgenaufnahme, zur Verfügung. Insgesamt gingen 6.184 Pferde, die in den Jahren 1991 bis 2003 für eine Verbandsauktion des Verbandes Hannoverscher Warmblutzüchter e.V. in Verden vorgesehen, aber nicht endgültig dafür ausgewählt wurden, in die Analysen ein. Die meisten Pferde waren bei der Untersuchung drei- bis vierjährig und frei von klinisch erkennbarer Lahmheit. In diesem Material waren zu 37% Stuten und 63% männliche Pferde, zumeist Wallache und zu einem geringen Prozentsatz auch Hengste, vertreten. Für alle Pferde lagen die klinischen und röntgenologischen Untersuchungsbefunde sowie vorberichtliche Diagnosen vor. Pro Pferd wurden zehn Röntgenaufnahmen an den Gliedmaßen angefertigt: Zehe im seitlichen Strahlengang von 90° für beide Vorder- und Hintergliedmaßen, Sprunggelenke beider Hintergliedmaßen, jeweils im seitlichen Strahlengang von 90° und im dorsolateral-plantaromedialen Strahlengang von 45° und Strahlbeinregion dorsopalmar nach der Methode von Oxspring an beiden Vordergliedmaßen.

Bei den meisten Pferden wurden nur ein bis drei röntgenologische Befunde ermittelt (Tab. 3.3). Hierbei wurden alle Befunde an den Zehengelenken (Huf-, Kron- und Fesselgelenke), den Sprunggelenken, Strahlbeinen und sonstige Befunde berücksichtigt. Eine Aufteilung nach spezifischen Befunden enthält Tab. 3.4.

Tab. 3.3: Häufigkeit röntgenologischer Gliedmaßenbefunden untersuchte Pferde*

Anzahl Befunde pro Pferd	Anzahl Pferde mit Befunden	Frequenz der Pferde mit Befunden
1	1116	18,05
2	1350	21,83
3	629	10,17
4	511	8,26
5	250	4,04

*Anm.: n = 6.184

Tab. 3.4: Häufigkeiten spezifischer röntgenologischer Befunde an den einzelnen Gelenken der untersuchten Pferden

Befund	Lokalisation des Befundes				
	Strahl-beine	Huf-gelenke	Kron-gelenke	Fessel-gelenke	Sprung-gelenke
Isolierte röntgenologische Verschattungen	-	4,17%	1,05%	22,49%	9,64%
Veränderungen der Gelenk-kontur (= Osteophyten, Exostosen, verengter Gelenkspalt)	-	6,19%	3,14%	2,83%	12,71%
Strahlbeinveränderungen					
- geringgradig	21,09 %	-	-	-	-
- mittelgradig	4,67 %	-	-	-	-
- höhergradig	1,71 %	-	-	-	-

Isolierte röntgenologische Verschattungen stellen Knochen-Knorpel-Fragmente (osteocondrale Fragmente) im Gelenk oder in Gelenknähe dar. Diese sind nicht mit Osteochondrose gleichzusetzen, da osteochondrale Fragmente aus verschiedenen

Ursachen entstehen können und nicht auf Osteochondrose beschränkt sind. Die Folgen von osteochondrale Fragmenten können sehr variabel sein. Veränderungen der Gelenkkontur stehen mit Umformungsprozessen in Gelenken im Zusammenhang, in deren Gefolge Funktionsbeeinträchtigungen mit Lahmheit auftreten können. Belastungsveränderungen im Zehenbereich führen zu röntgenologischen Veränderungen der Strahlbeine. Diese Veränderungen sind jedoch nicht mit Podotrochlose gleichzusetzen. Je nach Art und Ausmaß der röntgenologischen Veränderungen besitzen diese eine Bedeutung als Ursache von Lahmheiten in den Vordergliedmaßen. Die meisten röntgenologischen Veränderungen traten in den Fesselgelenken in Form von isolierten röntgenologischen Verschattungen und geringgradigen Strahlbeinveränderungen an den Vordergliedmaßen auf. Zwischen den Häufigkeiten von isolierten röntgenologischen Verschattungen in den Fesselgelenken der Vorder- und Hintergliedmaßen bestanden keine Unterschiede.

Die Bedeutung genetischer Effekte für röntgenologische Gliedmaßenbefunde an diesen Pferden des Hannoverschen Warmbluts wurde über Heritabilitätsschätzungen mit Tiermodellen unter Berücksichtigung der Verwandtschaftsbeziehungen bis zu vier Generationen quantifiziert (Tab. 3.5). Für die isolierten röntgenologischen Verschattungen bewegten sich die Heritabilitäten je nach Gelenktyp zwischen 19 und 47%, für die Veränderungen der Gelenkkontur in den Sprunggelenken bei 22% und für die Strahlbeinveränderungen zwischen 9 und 21% (Stock et al., 2004a, 2004b, 2005).

Tabelle 3.5: Heritabilitätsschätzwerte für röntgenologischen Befunde der Pferde

Merkmal	Heritabilität u. Standardfehler (%)
Isolierte röntgenologische Verschattungen	
- Hufgelenk	22,1 ± 8,0
- Krongelenk	47,4 ± 22,8
- Fesselgelenk	19,1 ± 4,2
- Sprunggelenk	33,4 ± 6,3
Veränderungen der Gelenkkontur an den Sprunggelenken	21,5 ± 4,2
Strahlbeinveränderungen	
- geringgradig	20,6 ± 4,4
- mittelgradig	9,4 ± 5,1
- hochgradig	12,6 ± 6,3

Die genetischen Beziehungen geben darüber Auskunft, ob bestimmte Gelenkveränderungen, z.B. in der Nachkommenschaft eines Hengstes, gehäuft gemeinsam oder in wechselseitiger Häufigkeit auftreten. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist es offensichtlich, dass Nachkommengruppen mit einer höheren Frequenz von röntgenologischen Verschattungen in den Fesselgelenken ebenfalls eine höhere Frequenz von Veränderungen der Sprunggelenkkontur ($r_g = 0,23$) aufweisen, während Nachkommengruppen mit einer hohen Frequenz von isolierten Verschattungen im Sprunggelenk seltener von Veränderungen der Gelenkkontur der Sprunggelenke ($r_g = -0,14$) und isolierten Verschattungen der Fesselgelenke ($r_g = -0,19$) betroffen sind. Das bedeutet, dass isolierte röntgenologische Verschattungen der Fesselgelenke und der Sprunggelenke nicht als genetisch identische Merkmale betrachtet werden können, und somit wahrscheinlich verschiedene Gene an der Entwicklung der isolierten röntgenologischen Verschattungen bei diesen beiden Gelenktypen beteiligt sind (Stock und Distl, 2006a).

Für die praktische Zucht folgt daraus, dass röntgenologische Befunde in der Selektion in optimaler Gewichtung berücksichtigt werden müssen, um nicht einen Zuchtfortschritt in einem Merkmal mit einer Verschlechterung in einem anderen Merkmal zu erkaufen.

Welche Veränderungen mittels einer Zuchtwertschätzung für die Gliedmaßenbefunde der Hengste erreicht werden können, zeigt Tab. 3.6 für die erste Generation von ca. mehr als 5500 Nachkommen von 358 Hengsten.

Als Referenz ist die Situation ohne Selektion auf röntgenologische Gliedmaßenbefunde angegeben. Die deutlichsten Reduzierungen in den Gliedmaßenbefunden bei Selektion der Hengste nach ihren Zuchtwerten für röntgenologische Gliedmaßenbefunde traten bei den isolierten röntgenologischen Verschattungen der Sprunggelenke und den Strahlbeinveränderungen auf und betrugen ca. 22% der Referenzfrequenzen von 9,1% bzw. 24,7% (Stock und Distl, 2005).

Tab. 3.6: Erwartete Selektionsantwort bei alleiniger Selektion der Hengste nach röntgenologischen Gliedmaßenbefunden oder Dressureignung und Springveranlagung sowie bei kombinierter Selektion nach röntgenologischen Gliedmaßenbefunden sowie Dressureignung und Springveranlagung bei einer Gewichtung von 50 (Gliedmaßenbefunde) : 50 (Leistung)

Häufigkeit von Gliedmaßenbefunden bei den Nachkommen	keine Selektion nach röntgenologischen Gliedmaßenbefunden	alleinige Selektion nach röntgenologischen Gliedmaßenbefunden	alleinige Selekt. nach Dressur- u. Springeignung	kombinierte Selektion
Isolierte röntgenologische Verschattungen - Fesselgelenke - Sprunggelenke	20,9 % 9,1 %	18,0 % 7,1 %	21,6 % 8,6 %	19,8 % 8,2 %
Veränderungen an der Gelenkkontur der Sprunggelenke	11,9 %	8,5 %	11,3 %	10,5 %
Strahlbeinveränderungen	24,7 %	19,8 %	23,9 %	22,9 %

Bei kombinierter Selektion der Hengste auf Gliedmaßenbefunde und Dressur- und Springeignung ist ebenfalls ein Rückgang der Häufigkeit von röntgenologischen Gliedmaßenbefunden zu erwarten, auch wenn dieser nicht so hoch ausfällt wie bei alleiniger Selektion auf Gliedmaßenbefunde. Werden nur die Leistungsmerkmale in der Selektion beachtet, so bleiben die Gliedmaßenbefunde mit Ausnahme der röntgenologischen Verschattungen in den Fesselgelenken auf dem gleichen Niveau. Die isolierten röntgenologischen Verschattungen in den Fesselgelenken nehmen jedoch zu. Diese Auswertung zeigt zudem, dass die gleichzeitige Selektion auf Leistungseigenschaften und Gliedmaßengesundheit möglich ist und sich keineswegs ausschließt.

In weitergehenden Untersuchungen wurden auch die genetischen Beziehungen zu den Turniererfolgen analysiert (Stock und Distl, 2006b).

Pferde mit einer hohen genetischen Disposition für Strahlbeinveränderungen erreichten in der Tendenz weniger Platzierungen in Dressur- wie Springprüfungen pro Jahr und wurden auch weniger häufig zu Turnieren gemeldet. Veränderungen in der Gelenkkontur in den Sprunggelenken wirkten sich negativ auf die Dressurerfolge und Starts bei Dressurprüfungen aus. Für die übrigen röntgenologischen Gliedmaßenbefunde ergaben sich keine von Null signifikant abweichenden genetischen Beziehungen. Somit bedeutet dies für die Zucht, dass Nachkommen von Hengsten, die eine Disposition für bestimmte röntgenologische Gliedmaßenveränderungen an ihre Nachkommen vererben, nicht immer in der Lage sind, das optimale Leistungsvermögen für Dressur und Springen zu zeigen.

3.4.2 Molekulargenetische Analysen für röntgenologische Gliedmaßenveränderungen

Für spezifische pathologische Gelenkveränderungen, wie z.B. die Osteochondrose (OC), liegt eine Vielzahl von Untersuchungen zur Aufklärung der Entstehung und von möglichen kausalen Faktoren vor. Auch molekulargenetische Analysen wurden von uns durchgeführt mit dem Ziel, Genomregionen beim Pferd zu identifizieren, in denen die für OC verantwortlichen Gene mit hoher Wahrscheinlichkeit liegen. Zur Aufklärung der kausalen Genveränderungen (Genmutationen) sind die Chancen enorm gestiegen, da mit dem Pferdegenomprojekt die Ressourcen an Markern und Pferdegenomsequenzen enorm verbessert wurden. Das Pferdegenomprojekt, das auf Vorschlag von der Niedersächsischen Landesregierung von der VW-Stiftung finanziert und vom Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover zusammen mit dem HZI Braunschweig durchgeführt wurde, hatte zum Ziel, über spezielle Fingerprinttechniken und Genomsequenzierungen eine chromosomal geordnete Genbank zu erstellen. Damit wurde es über die vergleichenden Genkarten von Mensch und Maus möglich, ca. 60 – 80% der Pferdegene zu lokalisieren. Mit den Sequenzierungsarbeiten wurden ca. 10% des Pferdegenoms aufgeklärt. Da diese Sequenzen gleichmäßig über das gesamte Pferdegenom verteilt sind, wurde es möglich, hochauflösende Markerkarten mit einer Dichte von einem Marker pro 100-200 kb (100.000-200.000 Basenpaare), d.h. ca. 24.000 neue Marker für das gesamte Pferdegenom, zu entwickeln. Das bedeutete, dass dann für fast alle Gene oder gennahe Regionen Marker vorlagen und eine molekulargenetische Aufklärung von Krankheiten und Leistungseigenschaften beim Pferd wesentlich schneller vorangehen konnte als dies mit den früher verfügbaren Markersets möglich war.

Die Osteochondrose (OC) ist eine multifaktoriell bedingte enchondrale Ossifikationsstörung beim jungen Pferd mit einer deutlichen genetischen Komponente (Tab. 3.7). Im Gefolge von OC können schwerwiegende Lahmheiten auftreten (Jeffcott, 1991; Wagner von Matthiesen, 1994).

Bei der OC sind Reifung und Ausdifferenzierung der epiphysären Knorpelzellen gestört, wodurch die Umbildung des Knorpels zu Knochensubstanz gestört wird, und in dessen Gefolge es zu einer Hypertrophie des epiphysären Knorpels kommt. Da der verdickte epiphysäre Knorpel nicht mehr ausreichend über Diffusion ernährt werden kann, sterben die Knorpelzellen ab, was zu einem Herauslösen von Knorpelschuppen, mangelhafter Ausbildung der Gelenkkontur und möglicherweise zu subchondralen Zysten führen kann. Vorwiegend betroffen sind beim Pferd die Fessel-, Sprung- und Kniegelenke.

Tab. 3.7: Heritabilitätsschätzwerte (in %) für Osteochondrose beim Pferd

Rasse	Merkmal	Heritabilität und Standardfehler	Quelle
Dänische Traber	OF-Sprunggelenk	26 ± 14	Schougaard et al. (1990)
Norwegische Traber	OC-Sprunggelenk	21	Grondahl und Dolvik (1993)
Schwedische Traber	OC-Sprunggelenk	27	Philipsson et al. (1993)
Hannoveraner	OC-Sprunggelenk	8 ± 5	Schober (2003)
	OC-Fesselgelenk	7 ± 8	
	OCD-Sprunggelenk	10 ± 5	
	OCD-Fesselgelenk	15 ± 7	
Holsteiner	OCD-Sprunggelenk	34 ± 6	Willms et al. (1999) Von Grevenhof et al. (2009)
Niederländisches Warmblut	OC-Sprunggelenk	15 ± 8	
	OC-Fesselgelenk	8 ± 10	
	OCD-Sprunggelenk	26 ± 9	
	OCD-Fesselgelenk	6 ± 7	
	OC-Kniegelenk	7 ± 6	
	OCD-Kniegelenk	6 ± 7	

Bei der OC sind an den dafür typischen Gelenklokalisationen isolierte Verschattungen, Einziehungen oder Rauigkeiten der Gelenkkonturen im Röntgenbild zu erkennen. Die OC manifestiert sich bereits in den ersten 5 bis 12 Lebensmonaten mit permanenten Gelenkveränderungen (Arnan und Hertsch, 2005). Bei Jährlingen und 2-jährigen Warmblutpferden nimmt die Häufigkeit der OC Befunde nicht mehr zu (Kroll et al., 2001). OC führt vor allem bei fehlender tierärztlicher Behandlung zu degenerativen Gelenkerkrankungen mit einer chronischen Lahmheit. Die OC wird zum Komplex der entwicklungsbedingten Skelett-Erkrankungen gezählt. Bei der Osteochondrosis dissecans (OCD) lösen sich Knorpel-Knochen-Fragmente, die sich entweder als „Corpora libera“ im Gelenk frei bewegen oder durch eine Knorpelbrücke mit dem Knochen verbunden bleiben. Die homogene Gelenkoberfläche ist somit unterbrochen. Das erste klinische Anzeichen einer OC ist eine mehr oder weniger ausgeprägte Gelenkeffusion (Füllung) in einem oder mehreren Gelenken. Diese Umfangsvermehrung kann mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Lahmheit einhergehen, welche meist akut auftritt. Auch gibt es Pferde, die lediglich eine geringgradige Gelenkfüllung ohne Lahmheit aufweisen. Meist sind die durchgeführten Beugeproben positiv. Die radiologische Untersuchung ist für die Diagnosestellung entscheidend (Dietz und Huskamp, 1999; Hertsch, 1991).

Für die von uns durchgeführte molekulargenetische Studie wurden 14 Pferdefamilien des Hannoverschen Warmbluts mit der höchsten Anzahl an Nachkommen mit einem OC Befund an den Fessel- oder Sprunggelenken ausgewählt. Insgesamt gingen 211 Pferde in die erste molekulargenetische Untersuchung mittels Mikrosatelliten ein. Die röntgenologischen Untersuchungen der Fesselgelenke erfolgte durch lateromediale Aufnahmen und der Sprunggelenke durch plantolaterale-dorsomediale Aufnahmen. Insgesamt wurden 629 Fohlen vorwiegend im Alter von fünf bis neun Monaten und deren Mütter radiologisch auf OC untersucht (Schober, 2003). 68,3% der Fohlen wurden im Alter von zwei Jahren erneut untersucht, um die Entwicklung der

röntgenologischen Befunde beurteilen zu können. Für den Genomscan über alle equinen Autosomen und das X-Chromosom wurden insgesamt 218 Mikrosatellitenmarker verwendet.

Die nicht-parametrische chromosomenweite Mehrpunkt-Kopplungsanalyse basierte auf dem paarweisen Vergleich der abstammungsidentischen Markerallele und Haplotypen mit dem Befund für OC an den Fessel- oder Sprunggelenken. Das Markerset zeichnete sich durch einen mittleren Heterozygotiegrad von 65% und einen durchschnittlichen PIC-Wert von 47,6 % aus. Insgesamt wurden 19 chromosomenweit signifikante QTL für OC über die chromosomenweiten Zmeans oder LOD Scores identifiziert. Die QTL für OC verteilten sich auf insgesamt 17 verschiedene Pferdechromosomen (ECA): 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 24 und 30. Genomweit signifikante QTL wurden auf den Pferdechromosomen 2, 4, 5 und 16 ermittelt. Die QTL für OC im Fesselgelenk überlappten sich auf den einzelnen Chromosomen nur zu einem geringen Teil mit den QTL für Sprunggelenk-OC. Auf ECA 2 und 4 konnten populationsweit assoziierte SNPs (single nucleotide polymorphisms) für die Osteochondrose nachgewiesen werden (Dierks et al., 2007). Eine Feinkartierung der QTL für OC erfolgte für die QTL auf ECA 2, 4, 5, 16, 18 und 21 (Lampe et al., 2009a, 2009b, 2009c; Dierks et al., 2010).

Mittels des Equinen Illumina SNP50 Beadchip wurde es möglich, genomweite Analysen für die Osteochondrose durchzuführen. Derartige Analysen wurden bisher für den Hannoveraner sowie Norwegische und Französische Traber durchgeführt. Bei diesen Studien wurde die Diagnose der Osteochondrose durch erfahrene Tierärzte anhand von Röntgenbildern gestellt und die Daten wurden speziell für diese Studien erhoben. In den Analysen mit SNP-Daten des Equinen Illumina SNP50 Beadchips wurden 244 Hannoveraner genotypisiert. Auf insgesamt 15 Pferdechromosomen konnten signifikante Kopplungen und Assoziationen mit Osteochondrose im Fessel- und Sprunggelenk gefunden werden. Neue QTL befanden sich u.a. auf ECA1, 3, 9, 11, 14, 20, 26 und 28 (Distl et al., 2010, 2011a). In einer Studie aus Norwegen an insgesamt 162 Travern, ebenfalls mit dem Equinen Illumina SNP50 Beadchip durchgeführt, konnten auf ECA5, 10, 27 und 28 QTL für die OCD im Sprunggelenk festgestellt werden (Lykkjen et al., 2010). Eine genomweite Assoziations- und Kopplungsstudie bei 525 französischen Travern erbrachte QTL für OC auf ECA3, 13, 14 und 15 (Teyssèdre et al., 2011). Die QTL für OC im Sprunggelenk waren auf ECA3 und 14, für OC im Fesselgelenk auf ECA13 und 15. Bemerkenswert ist, dass alle QTL bei den französischen Travern sehr genau mit den Ergebnissen der Hannoveraner aus der genomweiten Assoziationsanalyse zusammenpassen. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass diese QTL möglicherweise einen gemeinsamen Ursprung im Englischen Vollblut haben könnten.

In einem weiteren Genomscan für radiologische Veränderungen der Strahlbeine im Sinne der Podotrochlose an 132 Halbgeschwistern und 12 Enkeln von Hannoverschen Hengsten konnten ebenfalls QTL, u.a. auf ECA2, 3 und 10 entdeckt werden (Diesterbeck et al., 2007). Für die Feinkartierung der QTL auf ECA2 und 10 wurden vorwiegend SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) entwickelt und deren Lokalisation über eine RH-Kartierung überprüft. Für die bei Podotrochlose beobachteten röntgenologischen Strahlbeinbefunde konnten assoziierte SNPs sowohl auf ECA2 und 10 identifiziert werden (Lopes et al., 2009, 2010).

Weitere komplette Sequenzierungen von Pferdegenomen werden die funktionelle Genomanalyse wesentlich beschleunigen.

Da die Genomsequenzierungen über das Verfahren des „Next-Generation-Sequencing“ sehr kostengünstig und in sehr kurzer Zeit durchführbar ist, ist zu erwarten, dass auch die genetische Regulation von komplexen Merkmalen in den Grundzügen aufgeklärt werden kann.

3.4.3 Molekulargenetische Analysen für Leistungsmerkmale

Das Pferd besitzt im Vergleich zu anderen Haustierspezies eine Reihe von physiologischen Besonderheiten, die eine hohe Ausdauerleistung, hohe Fortbewegungsgeschwindigkeit und Zugkraft ermöglichen. So weist das Pferd u.a. eine hohe relative Muskelmasse, eine hohe Mitochondriendichte in den Muskelzellen, eine hohe Sauerstoffspeicherkapazität im Blut, eine hohe Metabolisierungsrate für Lactat sowie eine sehr gut angepasste Thermoregulation auf.

Für den Aufbau von Muskelmasse spielen vor allem IGF1 (Insulin-like growth factor 1) und MSTN (Myostatin) eine wichtige Rolle. IGF1 wirkt fördernd auf den Muskelaufbau, während Myostatin das Muskelwachstum begrenzt. Mutationen im Myostatingen oder dessen regulatorischen Sequenzen können zu veränderten Wirkungen von MSTN führen. Die Englische Vollblut Population kann mittels eines SNP im Intron 1 des Myostatin Gens (C>T) in Kurzstreckensprinter (Pferde mit dem C/C-Genotyp) Langstrecken- und Ausdauerpferde (Pferde mit dem T/T-Genotyp und Mittelstreckenpferde (Pferde mit dem C/T-Genotyp) differenziert werden. Arabisches Vollblut weist vorwiegend den T/T-Genotyp auf, was die Ausdauerfähigkeit dieser Rasse bestätigt. Dagegen besitzen Quarter Horses vorwiegend den C/C-Genotyp, der mit einer hohen Eignung für Kurzstreckenrennen bei hoher Geschwindigkeit verbunden ist (Hill et al., 2010). Dieser C/T-SNP konnte in weiteren Studien am Englischen Vollblut aus den USA und Japan bestätigt werden (Binns et al., 2010; Tozaki et al., 2010). Im Myostatin Gen wurden inzwischen viele weitere Mutationen entdeckt (Dierks et al., 2011) und funktionelle Studien für die Expressionshöhe von Myostatin durchgeführt (McGivney et al., 2011). Dabei kann zum Vorschein, dass die Trainingsintensität und die Expressionshöhe von Myostatin in einem Zusammenhang stehen und die Variabilität in der Expressionshöhe nach Training durch Mutationen im Myostatin Gen signifikant beeinflusst wird.

Für die Spring- und Dressureignung, Reitpferdepunkte, Grundgangarten und Widerristhöhe wurden mehrere QTL beim Warmblut identifiziert (Distl et al., 2011b). Diesen QTL liegen zum großen Teil Kandidatengene zugrunde, die auch beim Menschen im Zusammenhang mit Leistungssport, dem Muskelaufbau und Muskelphysiologie stehen. Für das Merkmal Springen waren sechs QTL signifikant. Das Gen MYL2 auf ECA8 erschien als besonders interessantes Kandidatengen für weitere Analysen (Schröder et al., 2011).

3.4.4 Molekulargenetische Analyse von Fruchtbarkeitsmerkmalen

Fruchtbarkeitsmerkmale sind für die Pferdezucht von großer Bedeutung, da Störungen in der Geschlechtsentwicklung auftreten können und sub-/infertile Hengste und Stuten oft erst nach vielen bzw. mehreren erfolglosen Bedeckungen festgestellt werden.

Eine Störung der Geschlechtsentwicklung ist über klinische, hormonanalytische, pathohistologische und zytogenetische Befunde zu diagnostizieren. Die zytogenetische Untersuchung von Chromosomenzahl und -aberrationen erlaubt eine Differenzierung der chromosomalen Störung.

Beim Pferd können Pseudohermaphroditen mit männlichem oder weiblichem Chromosomensatz, XY-Stuten und XX-Hengste sowie Stuten mit einem fehlenden X-Chromosom (63.XO oder 63.XO + 64.XX Chimärismus) sowie echte Hermaphroditen mit weiblichem und männlichem Keimdrüsengewebe vorkommen. Weiterhin kann eine Vielzahl von Chromosomenanomalien auftreten, die mit Unfruchtbarkeit und/oder hoher embryonaler Sterblichkeit einhergehen. Für einige der Chromosomenanomalien wurde Erblichkeit nachgewiesen.

Eine weitere, nicht so seltene Entwicklungsstörung der Geschlechtsorgane ist der Kryptorchismus bei Hengsten. In den meisten Fällen ist der Kryptorchismus einseitig. Es wird beim Kryptorchismus von einer Erblichkeit ausgegangen, weswegen ein Zuchteinsatz von kryptorchiden Hengsten nicht erlaubt ist.

In Kandidatengenstudien für fruchtbarkeitsrelevante Gene beim Hengst konnten signifikante Zusammenhänge zwischen SNPs und der Konzeptionsrate von Hengsten aufgezeigt werden (Giesecke et al., 2010a). Bei diesen Analysen fanden die Gene CRISP3, ACE, SP17, FSHB, INHBA, PRLR und SPATA1 besondere Berücksichtigung. Für alle diese Gene konnten bei 150-200 Hannoveraner Hengsten Polymorphismen gefunden werden, die eine signifikante Beziehung zur Konzeptionsrate zeigten (Tab. 3.8).

Tab. 3.8: Anteil der erklärten Varianz für die mit der Konzeptionsrate assoziierten SNPs von Kandidatengen

Gensymbol	Genname	erklärte Varianz (%) für die Konzeptionsrate des Hengstes	
			direkten embryonalen Effektes
ACE	angiotension converting enzyme	1	3
FSHB	follicle stimulating hormone, beta subunit	1	5
INHBA	inhibin beta A	2	4
PRLR	prolactin receptor	2	2
SPATA1	spermatogenesis associated 1	1	4
SP17	sperm autogenic protein 17	3	5

Das CRISP3 (cystein-rich secretory protein) Gen hat eine Rolle in der Spermienreifung beim Hengst und es konnte gezeigt werden, dass Hengste mit bestimmten Mutationen im CRISP3 Gen eine geringere Konzeptionsrate aufwiesen (Hamann et al., 2007).

Im SPATA1 (spermatogenesis associated 1) Gen konnten verschiedene SNPs identifiziert werden. Ein SNP war mit der Konzeptionsrate signifikant assoziiert und erklärte 4,4% der phänotypischen Varianz (Giesecke et al., 2009). Für das PRLR (prolactin receptor) Gen konnte ein signifikant assoziierter Haplotyp gefunden werden, der ca. 2% der phänotypischen Varianz der Konzeptionsrate erklärte (Giesecke et al., 2010b). Das INHBA (inhibin beta A) Gen reguliert die testikuläre Entwicklung und ist an der Bildung von Inhibin und Aktivin beteiligt, die regulatorische Funktionen in der Geschlechtsentwicklung haben. Bei sub- und infertilen Hengsten werden geringere Inhibinkonzentrationen gemessen. Für dieses Gen konnten

Haplotypenkonstellationen ermittelt werden, die bis zu 4,4% der phänotypischen Varianz der Konzeptionsrate erklären (Giesecke et al., 2010c).

Die Gene ACE (angiotension converting enzyme), SP17 (sperm autogenic protein 17) und FSHB (follicle stimulating hormone, beta subunit) haben vielfältige Wirkungen auf die männliche Fruchtbarkeit. Bei ACE besteht ein Zusammenhang mit der Geschlechtsreife des Hengstes, SP17 beeinflusst die Spermien-Eizell-Bindung und somit direkt den Befruchtungsvorgang, FSHB hat einen entscheidenden Einfluss auf die Spermatogenese und steht in Wechselwirkung mit weiteren, die Geschlechtsentwicklung steuernden Hormonen. Die Haplotypen dieser drei Gene erklären bis zu jeweils 1-5% der phänotypischen Varianz der Konzeptionsrate (Giesecke et al., 2011).

Zusammenfassung

Mit den neuen Entwicklungen in der Genomanalyse können beim Pferd zunehmend wichtige Zuchtmerkmale aufgeklärt werden. Das Schlüsselprojekt für alle aktuellen Entwicklungen in der Pferdegenetik und -genomik war die Entschlüsselung des Pferdegenoms. Dieses Projekt führte zu den ersten vollständigen Sequenzierungsdaten eines kompletten Pferdegenoms und stellt damit die Referenzdaten für alle molekulargenetischen Analysen dar. Bisher wurden elf monogen bedingte Erbfehler aufgeklärt und für die Farbgenorte Agouti, Extension, Cream, Grau, Weiss, Silver, Champagner, Pearl und Sabino Mutationen für Fellfarben nachgewiesen. Für genetisch-quantitative Merkmale wurden QTL für die Osteochondrose (OC) und röntgenologische Strahlbeinfunde aufgedeckt. Für die OC wurden bereits in einem populationsweiten Kopplungsungleichgewicht stehende SNPs gefunden. Für die wichtigsten Leistungsmerkmale wie Ausdauerleistung, Sprintfähigkeit, Spring- und Dressureigenschaften und Reitpferdepunkte wurden ebenfalls QTL identifiziert und erfolgversprechende Kandidatengene werden intensiv erforscht. Es ist zu erwarten, dass für die in der Pferdezucht wichtigen Merkmale weitere QTL gefunden und in ihrer Funktion aufgeklärt werden können, da die erforderlichen Werkzeuge bereitstehen.

Literatur

- Andersson, L.S., K. Lyberg, G. Cothran, D.T. Ramsey, R. Juras, S. Mikko, B. Ekesten, S. Ewart and G. Lindgren (2011): Targeted analysis of four breeds narrows equine multiple congenital ocular anomalies locus to 208 kilobases. *Mamm. Genome* **22**, 353-360.
- Arnan, P. und B. Hertsch (2005): OCD des Fessel-, Sprung- und Kniegelenks im Vergleich vom Fohlen zum Zweijährigen. *Pferdeheilkunde* **21**, 322-326.
- Bellone, R. et al. (2011): An insertion in TRPM1 is the genetic cause of leopard complex (LP) spotting and congenital stationary night blindness (CSNB) in horses. 9th Dorothy Russell Havemeyer Foundation International Equine Genome Mapping Workshop, Oak Ridge Conference Center, Chaska, MN, 27.-30.07.2011, 19.
- Binns, M.M., D.A. Boehler and D.H. Lambert (2010): Identification of the myostatin locus (MSTN) as having a major effect on optimum racing distance in the Thoroughbred horse in the USA. *Anim. Genet.* **41** Suppl 2, 154-158.
- Brault, L.S., C.A. Cooper, T.R. Famula, J.D. Murray and M.C.T. Penedo (2011): Mapping of equine cerebellar abiotrophy to ECA2 and identification of a potential causative mutation affecting expression of MUTYH. *Genomics* **97**, 121-129.
- Brinkmeyer-Langford, C., T. Raudsepp, E.J. Lee, G. Goh, A.A. Schäffer, R. Agarwala, M.L. Wagner, T. Tozaki, L.C. Skow, J.E. Womack, J.R. Mickelson and B.P. Chowdhary (2005): A high-resolution physical map of equine homologs of HAS 19 shows divergent evolution compared with other animals. *Mamm. Genome* **16**, 631-649.
- Brooks, S.A. and E. Bailey (2005): Exon skipping in the Kit gene causes a Sabino spotting pattern in horses. *Mamm. Genome* **16**, 893-902.
- Brooks, S.A., R.B. Terry and E. Bailey (2002): A PCR-RFLP for KIT associated with tobiano spotting pattern in horses. *Anim. Genet.* **33**, 301-303.

- Brooks, S.A., T.L. Lear, D.L. Adelson and E. Bailey E. (2007): A chromosome inversion near the KIT gene and the Tobiano spotting pattern in horses. *Cytogenet. Genome Res.* **119**, 225-230.
- Brooks, S.A., N. Gabreski, D. Miller, A. Brisbin, H.E. Brown, C. Streeter, J. Mezey, D. Cook and D.F. Antczak (2010): Whole-genome SNP association in the horse: Identification of a deletion in Myosin Va responsible for Lavender Foal Syndrome. *PLoS Genetics* **6**, e1000909.
- Brunberg, E., L. Andersson, G. Cothran, K. Sandberg, S. Mikko S and G. Lindgren (2006): A missense mutation in PMEL17 is associated with the Silver coat color in the horse. *BMC Genet.* **7**, 46.
- Chowdhary, B.P., T. Raudsepp, D. Honeycutt, E.K. Owens, F. Piumi, G. Guerin, T.C. Matise, S.R. Kata, J.E. Womack and L.C. Skow (2002): Construction of a 5000 (rad) whole-genome radiation hybrid panel in the horse and generation of a comprehensive and comparative map for ECA 11. *Mamm. Genome* **13**, 89-94.
- Chowdhary, B.P., T. Raudsepp, S.R. Kata, G. Goh, L.V. Millon, V. Allan, F. Piumi, G. Guerin, J. Swinburne, M. Binns, T.L. Lear, J. Mickelson, J. Murray, D.F. Antczak, J.E. Womack and L.C. Skow (2003): The first-generation whole-genome radiation hybrid map in the horse identifies conserved segments in human and mouse genomes. *Genome Res.* **13**, 742-751.
- Cook, D., S. Brooks, R. Bellone and E. Bailey (2008): Missense mutation in Exon 2 of SLC36A1 responsible for champagne dilution in horses. *Plos Genetics* **4**, 1-9
- Dierks, C., K. Löhring, V. Lampe, C. Wittwer, C. Drögemüller and O. Distl (2007): Genome-wide search for markers associated with osteochondrosis in Hanoverian Warmblood horses. *Mamm. Genome* **18**, 739-747.
- Dierks, C., S. Mömke, C. Drögemüller, T. Leeb, B.P. Chowdhary and O. Distl (2006): A high-resolution comparative radiation hybrid map of equine chromosome 4q12-q22 with human chromosome 7p and 7q. *Anim. Genet.* **37**, 513-517.
- Dierks, C., K. Komm, V. Lampe and O. Distl (2010): Fine mapping of a quantitative trait locus for osteochondrosis on horse chromosome 2. *Anim. Genet.* **41** Suppl 2, 87-90.
- Diesterbeck, U.S., B. Hertsch and O. Distl (2007): Genome-wide search for microsatellite markers associated with radiological alterations in the navicular bone of Hanoverian warmblood horses. *Mamm. Genome* **18**, 373-381.
- Dietz, O. und B. Huskamp (1999): *Handbuch Pferdepraxis*, 2. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart, 777-905.
- Distl, O., V. Lampe, K. Komm and C. Dierks (2010): Linkage disequilibrium mapping of osteochondrosis and growth traits. *Plant and Animal Genomes XVIII Conference*, San Diego, CA, 09.-13.01 2010, W 204.
- Distl, O., V. Lampe and C. Dierks (2011a): Genome-wide association study for osteochondrosis in warmblood horses. *European Association for Animal Production (Hrsg.), Book of Abstracts of the 62nd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science* 17, Stavanger, Norway, 29.08.-02.09.2011, Wageningen, Wageningen Academic Publishers, 137.
- Distl, O. et al. (2011b): Genome-wide association studies for performance and conformation traits in Hanoverian warmblood horses. *9th Dorothy Russell Havemeyer Foundation International Equine Genome Mapping Workshop*, Oak Ridge Conference Center, Chaska, MN, 27.-30.07.2011, 12.
- Fox-Clipsham, L.Y., S.D. Carter, I. Goodhead, N. Hall, D.C. Knottenbelt, P.D. May, W.E. Ollier and J.E. Swinburne (2011): Identification of a mutation associated with fatal Foal Immunodeficiency Syndrome in the Fell and Dales pony. *PLoS Genet.* **7**, e1002133.
- Giesecke, K., H. Sieme and O. Distl (2010a): Infertility and candidate gene markers for fertility in stallions: a review. *Vet. J.* **185**, 265-271.
- Giesecke, K., H. Hamann, H. Sieme and O. Distl (2010b): Evaluation of prolactin receptor (PRLR) as candidate gene for male fertility in Hanoverian warmblood horses. *Reprod. Domest. Anim.* **45**, 124-130.
- Giesecke, K., H. Hamann, H. Sieme and O. Distl (2010c): INHBA-associated markers as candidates for stallion fertility. *Reprod. Domest. Anim.* **45**, 342-347.
- Giesecke, K., H. Hamann, K.F. Stock, A. Woehlke, H. Sieme and O. Distl (2009): Evaluation of SPATA1-associated markers for stallion fertility. *Anim. Genet.* **40**, 359-365.
- Giesecke, K., H. Hamann, K.F. Stock, J. Klewitz, G. Martinsson, O. Distl and H. Sieme (2011): Evaluation of ACE, SP17 and FSHB as candidates for stallion fertility in Hanoverian warmblood horses. *Anim. Reprod. Sci.* **126**, 200-206.
- Grondahl, A.M. and N.I. Dolvik (1993): Heritability estimations of OC in the tibiotarsal joints and of bony fragments in palmar/plantar portion of the metacarpo- and metatarsophalangeal joints of horses. *JAVMA* **203**, 101-104.
- Guerin, G., E. Bailey, D. Bernoco, I. Anderson, D.F. Antczak, K. Bell, M.M. Binns, A.T. Bowling, R. Brandon, G. Cholewinski, E.G. Cothran, H. Ellegren, M. Forster, S. Godard, P. Horin, M. Ketchum, G. Lindgren, H. Mcpartlan et al. (1999): Report of the International Equine Gene Mapping Workshop: male linkage map. *Anim. Genet.* **30**, 341-354.

- Guerin, G., E. Bailey, D. Bernoco, I. Anderson, D.F. Antczak, K. Bell, I. Biros, G. Bjornstad, A.T. Bowling, R. Brandon, A.R. Caetano et al. (2003): The second generation of the International Equine Gene Mapping Workshop half-sibling linkage map. *Anim. Genet.* **34**, 161-168.
- Gustafson-Seabury, A., T. Raudsepp, G. Goh, S.R. Kata, M.L. Wagner, T. Tozaki, J.R. Mickelson, J.E. Womack, L.C. Skow and B.P. Chowdhary (2005): High-resolution RH map of horse chromosome 22 reveals a putative ancestral vertebrate chromosome. *Genomics* **85**, 188-200.
- Haase, B., S.A. Brooks, T. Tozaki, D. Burger, P.A. Poncet, S. Rieder, T. Hasegawa, C. Penedo and T. Leeb (2009): Seven novel KIT mutations in horses with white coat colour phenotypes. *Anim. Genet.* **40**, 623-629.
- Hertsch, B. (1991): Die Korrelation des röntgenologischen Befundes bei der Lahmheits- und Kaufuntersuchung. *Prakt. Tierarzt* **73**, 823-830.
- Hill, E.W., J. Gu, S.S. Eivers, R.G. Fonseca, B.A. McGivney, P. Govindarajan, N. Orr, L.M. Katz and D.E. MacHugh (2010): A sequence polymorphism in MSTN predicts sprinting ability and racing stamina in thoroughbred horses. *PLoS One* **5**, e8645.
- Kiguwa S.L., P. Hextall, A.L. Smith, R. Critcher, J. Swinburne, L. Millon, M.M. Binns, P.N. Goodfellow, L.C. McCarthy, C.J. Farr and E.A. Oakenfull (2000): A horse whole-genome-radiation hybrid panel: chromosome 1 and 10 preliminary maps. *Mamm. Genome* **11**, 803-805.
- Jeffcott, L.B. (1991): Osteochondrosis in the horse – searching for the key to pathogenesis. *Equine vet. J.* **23**, 331-338.
- Kroll, A., B. Hertsch und S. Höppner (2001): Entwicklung osteochondraler Veränderungen in den Fessel- und Talokruralgelenken im Röntgenbild beim Fohlen. *Pferdeheilkunde* **17**, 489-500.
- Lampe, V., C. Dierks and O. Distl (2009a): Refinement of a quantitative trait locus on equine chromosome 5 responsible for fetlock osteochondrosis in Hanoverian warmblood horses. *Anim. Genet.* **40**, 553-556.
- Lampe, V., C. Dierks and O. Distl (2009b): Refinement of a quantitative gene locus on equine chromosome 16 responsible for osteochondrosis in Hanoverian warmblood horses. *Animal* **3**, 1224-1231.
- Lampe, V., C. Dierks K. Komm and O. Distl (2009c): Identification of a new quantitative trait locus on equine chromosome 18 responsible for osteochondrosis in Hanoverian warmblood horses. *J. Anim. Sci.* **87**, 3477-3481.
- Lee, E.J., T. Raudsepp, S.R. Kata, D. Adelson, J.E. Womack, L.C. Skow and B.P. Chowdhary (2004): A 1.4-MB interval RH map of horse chromosome 17 provides detailed comparison with human and mouse homologues. *Genomics* **83**, 203-215.
- Lindgren, G., K. Sandberg, H. Persson, S. Marklund, M. Breen, B. Sandgren, J. Carlsten and H. Ellegren (1998): A primary male autosomal linkage map of the horse genome. *Genome Res.* **8**, 951-966.
- Lieto, L.D. and E.G. Cothran (2003): The epitheliogenesis imperfecta locus maps to equine chromosome 8 in American Saddlebred horses. *Cytogenet. Genome Res.* **102**, 207-210.
- Lopes, M.S., U. Diesterbeck, A. da Camara Machado and O. Distl (2009): Fine mapping a quantitative trait locus on horse chromosome 2 associated with radiological signs of navicular disease in Hanoverian warmblood horses. *Anim. Genet.* **40**, 955-957.
- Lopes, M.S., U. Diesterbeck, A. da Camara Machado and O. Distl (2010): Refinement of quantitative trait loci on horse chromosome 10 for radiological signs of navicular disease in Hanoverian warmblood horses. *Anim. Genet.* **41** Suppl 2, 36-40.
- Lykkjen, S., N.I. Dolvik, M.E. McCue, A.K. Rendahl, J.R. Mickelson and K.H. Roed (2010): Genome-wide association analysis of osteochondrosis of the tibiotarsal joint in Norwegian Standardbred trotters. *Anim. Genet.* **41** Suppl 2, 111-120.
- Mariat, D., S. Taourit and G. Guerin (2003): A mutation in the MATP gene causes the cream coat colour in the horse. *Genet. Sel. Evol.* **35**, 119-135.
- Marklund, L., M.J. Moller, K. Sandberg and L. Andersson (1996): A missense mutation in the gene for melanocyte-stimulating hormone receptor (MC1R) is associated with the chestnut coat color in horses. *Mamm. Genome* **7**, 895-899.
- Mau, C., P.A. Poncet, B. Bucher, G. Stranzinger and S. Rieder (2004): Genetic mapping of dominant white (W), a homozygous lethal condition in the horse (*Equus caballus*). *J. Anim. Breed. Genet.* **121**, 374-383.
- McCue, M.E., S.J. Valberg, M.B. Miller, C. Wade, S. DiMauro, H.O. Akman and J.R. Mickelson (2008): Glycogen synthase (GYS1) mutation causes a novel skeletal muscle glycogenosis. *Genomics* **91**, 458-466.
- McGivney, B.A. et al. (2011): MSTN genotypes in thoroughbred horses influence skeletal muscle gene expression and racetrack performance. 9th Dorothy Russell Havemeyer Foundation International

- Equine Genome Mapping Workshop, Oak Ridge Conference Center, Chaska, MN, 27.-30.07.2011, 13.
- Milenkovic, D., A. Oustry-Vaiman, T.L. Lear, D. Mariat, F. Piumi, L. Schibler, E. Cribiu and G. Guérin (2002): Cytogenetic localization of 136 genes in the horse: comparative mapping with the human genome. *Mamm. Genome* **13**, 524-534.
- Mittmann, E.H., J. Wrede, J. Pook and O. Distl (2010): Identification of 21 781 equine microsatellites on the horse genome assembly 2.0. *Anim. Genet.* **41**, 222.
- Penedo, M.C.T., L.V. Millon, D. Bernoco, E. Bailey, M.M. Binns, G. Cholewinski, N. Ellis, J. Flynn, B. Gralak, A. Guthrie, T. Hasegawa, G. Lindgren, L.A. Lyons, K.H. Roed, J.E. Swinburne and T. Tozaki (2005): International equine gene mapping workshop report: a comprehensive linkage map constructed with data from new markers and by merging four mapping resources. *Cytogenet. Genome Res.* **111**, 5-15.
- Penedo, C. et al. (2011): A mutation in SLC45A2 is associated with pearly coat colour dilution in the horse. 9th Dorothy Russell Havemeyer Foundation International Equine Genome Mapping Workshop, Oak Ridge Conference Center, Chaska, MN, 27.-30.07.2011, 5.
- Perrocheau, M., V. Bouteux, S. Chadi, X. Mata, P. Decaunes, T. Raudsepp, K. Durkin, D. Incarnato, L. Iannuzzi, T.L. Lear, K. Hirota, T. Hasegawa, B. Zhu, P. De Jong, E.P. Cribiu, B.P. Chowdhary, G. Guerin (2006): Construction of a medium-density horse gene map. *Anim. Genet.* **37**, 145-155.
- Philipsson, J., E. Andreasson, B. Sandgren, G. Dalin and J. Carlsten (1993): Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters. II. Heritability. *Equine vet. J. Suppl.* **16**, 38-41.
- Pielberg, G., S. Mikko, A. Sandberg and L. Andersson (2005): Comparative linkage mapping of the Grey coat colour gene in horses. *Anim. Genet.* **36**, 390-395.
- Pielberg, G., A. Golovko, E. Sundstrom, I. Curik, J. Lennartsson, M.H. Seltenhammer, T. Druml, M. Binns, C. Fitzsimmons, G. Lindgren et al. (2008): A cis-acting regulatory mutation causes premature hair graying and susceptibility to melanoma in the horse. *Nat. Genet.* **40**, 1004-1009.
- Raudsepp, T., S.R. Kata, F. Piumi, J. Swinburne, J.E. Womack, L.E. Skow and B.P. Chowdhary (2002): Conservation of gene order between horse and human X chromosomes as evidenced through radiation hybrid mapping. *Genomics* **79**, 451-457.
- Raudsepp, T., A. Santani, B. Wallner, S.R. Kata, C. Ren, H.B. Zhang, J.E. Womack, L.C. Skow and B.P. Chowdhary (2004): A detailed physical map of the horse Y chromosome. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **25**, 9321-9326.
- Rieder, S., S. Taourit, D. Mariat, B. Langlois and G. Guerin (2001): Mutations in the agouti (ASIP), the extension (MC1R), and the brown (TRYP1) loci and their association to coat color phenotypes in horses (*Equus caballus*). *Mamm. Genome* **12**, 450-455.
- Rudolph, J.A., S.J. Spier, G. Byrns, C.V. Rojas, D. Bernoco and E.P. Hoffman (1992): Periodic paralysis in Quarter horses: a sodium channel mutation disseminated by selective breeding. *Nat. Genet.* **2**, 144-147.
- Schober, M. (2003): Schätzung von genetischen Effekten beim Auftreten von Osteochondrosis dissecans beim Warmblutpferd. Diss., Georg-August-Universität Göttingen, Cuvillier Verlag.
- Schougaard, H., J.F. Ronne and J. Philipsson (1990): A radiographic survey of tibiotarsal osteochondrosis in a selected population of trotting horses in Denmark and its possible genetic significance. *Equine vet. J.* **22**, 288-289.
- Schröder, W., A. Klostermann, K.F. Stock and O. Distl (2011): A genome-wide association study for quantitative trait loci of show-jumping in Hanoverian warmblood horses. *Anim. Genet.*, in press.
- Shin, E.K., L.E. Perryman and K. Meek (1997): Evaluation of a test for identification of Arabian horses heterozygous for the severe combined immunodeficiency trait. *J. Am. Med. Assoc.* **211**, 1268-1270.
- Shiue, Y.L., L.A. Bickel, A.R. Caetano, L.V. Millon, R.S. Clark, M.L. Eggleston, R. Michelsmore, E. Bailey, G. Guerin, S. Godard, J.R. Mickelson, S.J. Valberg, J.D. Murray and A.T. Bowling (1999): A synteny map of the horse genome comprised of 240 microsatellite and RAPD markers. *Anim. Genet.* **30**, 1-10.
- Spirito, F., A. Charlesworth, K. Linder, J.P. Ortonne, J. Baird and G. Meneguzzi (2002): Animal models for skin blistering conditions: Absence of laminin 5 causes hereditary junctional mechanobullous disease in the Belgian horse. *J. Invest. Dermatol.* **119**, 684-691.
- Stock, K.F. and O. Distl (2005): Prediction of breeding values for osseous fragments in fetlock and hock joints, deforming arthropathy in hock joints and pathologic changes in the navicular bones of Hanoverian Warmblood horses. *Livest. Prod. Sci.* **92**, 77-94.
- Stock, K.F. and O. Distl (2006a): Genetic correlations between osseous fragments in fetlock and hock joints, deforming arthropathy in hock joints and pathologic changes in the navicular bones of Warmblood riding horses. *Livest. Prod. Sci.* **105**, 35-43.

- Stock, K.F. and O. Distl (2006b): Correlations between sport performance and different radiographic findings in the limbs of Hanoverian Warmblood horses. *Anim. Sci.* **82**, 83-93.
- Stock, K.F., H. Hamann and O. Distl (2004a): Variance component estimation on the frequency of deforming arthropathies in limb joints of Hanoverian Warmblood horses. *J. Anim. Breed. Genet.* **121**, 269-288.
- Stock, K.F., H. Hamann and O. Distl (2004b): Variance component estimation on the frequency of pathologic changes in the navicular bones of Hanoverian Warmblood horses. *J. Anim. Breed. Genet.* **121**, 289-301.
- Stock, K.F., H. Hamann and O. Distl (2005): Estimation of genetic parameters for the prevalence of osseous fragments in limb joints of Hanoverian warmblood horses. *J. Anim. Breed. Genet.* **122**, 271-280.
- Swinburne, J., C. Gerstenberg, M. Breen, V. Aldridge, L. Lockhart, E. Marti, D.F. Antczak, M. Eggleston-Stott, E. Bailey, J. Mickelson, K. Roed, G. Lindgren, W. Von Haeringen, G. Guerin, J. Bjarnason, T. Allen; M. Binns (2000): First comprehensive low-density horse linkage map based on two 3-generation, full-sibling, cross-bred horse reference families. *Genomics* **66**, 123-134.
- Swinburne, J.E., M. Boursnell, G. Hill, L. Pettitt, T. Allen, B.P. Chowdhary, T. Hasegawa, M. Kurosawa, T. Leeb, S. Mashima, J.R. Mickelson, T. Raudsepp, T. Tozaki And M. Binns (2006): Single linkage group per chromosome genetic linkage map for the horse, based on two three-generation, full-sibling, crossbred horse reference families. *Genomics* **87**, 1-29.
- Terry, R.B., S. Archer, S. Brooks, D. Bernoco and E. Bailey (2004): Assignment of the appaloosa coat colour gene (LP) to equine chromosome 1. *Anim. Genet.* **35**, 134-137.
- Teyssèdre, S., M.C. Dupuis, G. Guérin, L. Schibler, J.M. Denoix, J.M. Elsen and A. Ricard (2011): Genome-wide association studies for osteochondrosis in French Trotters. *J. Anim. Sci.*, Epub.
- Tozaki, T., T. Miyake, H. Kakoi, H. Gawahara, S. Sugita, T. Hasegawa, N. Ishida, K. Hirota and Y. Nakano (2010): A genome-wide association study for racing performances in Thoroughbreds clarifies a candidate region near the MSTN gene. *Anim. Genet.* **41** Suppl 2, 28-35.
- Tryon, R.C., S.D. White and D.L. Bannasch (2007): Homozygosity mapping approach identifies a missense mutation in equine cyclophilin B (PPIB) associated with HERDA in the American Quarter horse. *Genomics* **90**, 93-102.
- Van Grevenhof, E.M., A. Schurink, B.J. Ducro, P.R. Van Weeren, J.M. Van Tartwijk, P. Bijma and J.A. Van Arendonk (2009): Genetic variables of various manifestations of osteochondrosis and their correlations between and within joints in Dutch warmblood horses. *J. Anim. Sci.* **87**, 1906-1912.
- Wade, C.M., E. Giulotto, S. Sigurdsson, M. Zoli, S. Gnerre, F. Imsland, T.L. Lear, D.L. Adelson, E. Bailey, R.R. Bellone, H. Blöcker, O. Distl, R.C. Edgar, M. Garber, T. Leeb, E. Mauceli, J.N. MacLeod, M.C. Penedo, J.M. Raison, T. Sharpe, J. Vogel, L. Andersson, D.F. Antczak, T. Biagi, M.M. Binns, et al.; Broad Institute Genome Sequencing Platform; Broad Institute Whole Genome Assembly Team, E.S. Lander and K. Lindblad-Toh (2009): Genome sequence, comparative analysis, and population genetics of the domestic horse. *Science* **326**, 865-867.
- Wagner, M.L., T. Raudsepp, G. Goh, R. Agarwala, A.A. Schäffer, P.K. Dranchak, C. Brinkmeyer-Langford, L.C. Skow, B.P. Chowdhary and J.R. Mickelson (2006): A 1.3-Mb interval map of equine homologs of HSA2. *Cytogenet. Genome Res.* **112**, 227-234.
- Wagner Von Matthiessen, P. (1994): Equine osteochondrosis review and update. *J. Equine vet. Sci.* **14**, 72-74.
- Ward, T.L., S.J. Valberg, D.L. Adelson, C.A. Abbey, M.M. Binns and J.R. Mickelson (2004): Glycogen branching enzyme (GBE1) mutation causing equine glycogen storage disease IV. *Mamm. Genome* **15**, 570-577.
- Willms, F., R. Röhe und E. Kalm (1999): Genetische Analyse von Merkmalskomplexen der Reitpferdezucht unter Berücksichtigung von Gliedmaßenveränderungen. 1. Mitteilung: Züchterische Bedeutung von Gliedmaßenveränderungen. *Züchtungskunde* **71**, 330-345.
- Yang, G.C., D. Croaker, A.L. Zhang, P. Manglick, T. Cartmill and D. Cass (1998): A dinucleotide mutation in the endothelin-B receptor gene is associated with lethal white foal syndrome (LWFS): a horse variant of Hirschsprung disease (HSCR). *Hum. Mol. Genet.* **7**, 1047-1052.

Autor

Prof. Dr. Ottmar Distl

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo)

Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung, Bünteweg 17p

30559 Hannover (Email: ottmar.distl@tiho-hannover.de)

4. Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung

4.1 Leistungsprüfungen in der deutschen Reitpferdezucht (Teresa Dohms-Warnecke)

Die Durchführung eines Zuchtprogramms ist durch das Tierzuchtrecht jedem tierzuchtrechtlich anerkannten Zuchtverband vorgeschrieben. Somit liegt der züchterischen Arbeit eines jeden Zuchtverbandes ein Zuchtprogramm zugrunde, das die aktuellen Erkenntnisse der Wissenschaft berücksichtigt und mit den in der Praxis erprobten Methoden züchterischer Arbeit vereinigt. Denn eine gezielte züchterische Bearbeitung und damit der erwünschte Zuchtfortschritt einer Rasse können nur durch ein systematisch aufgebautes und effektiv durchgeführtes Zuchtprogramm erreicht werden.

Leistungsprüfungen, die im Tierzuchtgesetz als ein Verfahren zur Ermittlung der Leistungen von Tieren und ihren Erzeugnissen im Rahmen der Schätzung des Zuchtwertes definiert werden, sind in der deutschen Reitpferdezucht ein wichtiger Bestandteil des Zuchtprogramms. Sie haben eine lange Tradition, und durch die Umstellung des Zuchtziels auf das Reitpferd wurden die Anforderungen an die Leistung völlig verändert.

Neben den verschiedenen Kriterien, die das Exterieur beschreiben, sind aus heutiger Sicht vor allem Merkmale relevant, die die Leistungsfähigkeit im Reitsport beeinflussen. Letztlich ist das Ziel in der Reitpferdezucht, die Leistungsveranlagung für den Dressur- und Springsport zu verbessern. Gleichzeitig wird die züchterische Verbesserung der Veranlagung in anderen Merkmalen berücksichtigt. Zu den Leistungsprüfungen der Reitpferde gehören Hengst- und Zuchtstutenprüfungen auf Station oder im Feld sowie alle turniersportlichen Einsätze der Pferde.

4.1.1 Zuchtziel und Zuchtprogramm beim Deutschen Reitpferd

Im Jahre 1975 formulierten die Mitgliedszuchtverbände der Deutschen Reiterlichen Vereinigung erstmals ein gemeinsames Zuchtziel des Deutschen Reitpferdes.

Nach wie vor gilt heute noch das damals definierte Rahmenezuchtziel - allerdings in leicht modifizierter Form:

„Gezüchtet wird ein edles, großliniges und korrektes, gesundes und fruchtbares Pferd mit schwungvollen, raumgreifenden, elastischen Bewegungen, das aufgrund seines Temperamentes, seines Charakters und seiner Rittigkeit für Reitzwecke jeder Art geeignet ist.“

Jeder Zuchtverband hat darüber hinaus in seiner Zuchtbuchordnung das spezifizierte Zuchtziel seiner betreuten Ursprungsrasse definiert. In der Durchführung des Zuchtprogramms werden die Merkmale, die in dem Rahmenezuchtziel für die deutsche Reitpferdezucht formuliert sind, erfasst.

Die Systematik des Zuchtprogramms in der deutschen Reitpferdezucht kann in Form einer Pyramide dargestellt (siehe Abbildung 4.1.1) werden. Diese Zuchtpyramide gibt den Rahmen für die einzelnen Selektionsmaßnahmen vor und verdeutlicht das Zusammenspiel der Beurteilung des Exterieurs und der Leistungen in den einzelnen Selektionsstufen. Die Gewichtung der einzelnen Selektionsstufen liegt in der Verantwortung der Zuchtverbände - je nach Schwerpunkt des Zuchtziels.

Auf der Selektionsstufe 1 erfolgt die Beurteilung des Fohlens bei Fuß der Mutter anhand der Kriterien der äußeren Erscheinung und der Grundgangarten. Ob dieser erste Schritt als eine Stufe der Selektion bezeichnet werden kann, erscheint sehr fragwürdig. Grund hierfür ist die zunehmende Anzahl an Brennterminen, an denen der Brennbeauftragte des Zuchtverbandes die Fohlen lediglich registriert, bei gleichzeitigem Rückgang der Stutenschauen, bei denen eine erforderliche Nachkommenschaft zur Beurteilung der Vererbungsleistung eines Hengstes vorgestellt wird. Die Notwendigkeit der züchterischen Maßnahme in dieser Altersklasse der Pferde wird von den Zuchtverbänden sehr unterschiedlich eingestuft und dementsprechend auch durchgeführt.

Der nächste Schritt im Zuchtprogramm sind die Körung der zweieinhalbjährigen Hengste sowie die Eintragung der dreijährigen Stuten. Die Hengste werden anhand des Exterieurs, der Grundgangarten und im Freispringen beurteilt und erfahren eine der schärfsten Selektionen im Zuchtprogramm. Bei den Stutbuchaufnahmen werden die Stuten an der Hand vorgestellt und im Stand, Schritt und Trab bewertet. Im Anschluss daran werden die Eigenleistungen auf Station oder im Feld anlässlich der Hengst- und Zuchtstutenprüfungen erfasst.

Aber auch alle turniersportlichen Einsätze der Pferde gehören zu den Leistungsprüfungen in der Reitpferdezucht. Vom Turniersport werden die Daten für die Zuchtwertschätzung geliefert, die mit Informationen aus Eigenleistungsprüfungen für Hengst und Stuten integriert geschätzt werden. All diese Leistungsdaten aus Zucht und Sport von Eigen- und Nachkommenleistungen beinhaltet die Integrierte Zuchtwertschätzung (siehe Kapitel 4.1.4). Sie stellt damit die vierte Selektionsstufe im Zuchtprogramm des Deutschen Reitpferdes dar. Die Bedeutung der einzelnen Selektionsstufen hat sich in der jüngeren Zeit verschoben. Denn die zunehmende Nachfrage nach Leistungspferden führt dazu, dass immer mehr die Leistungsmerkmale in den Vordergrund treten.

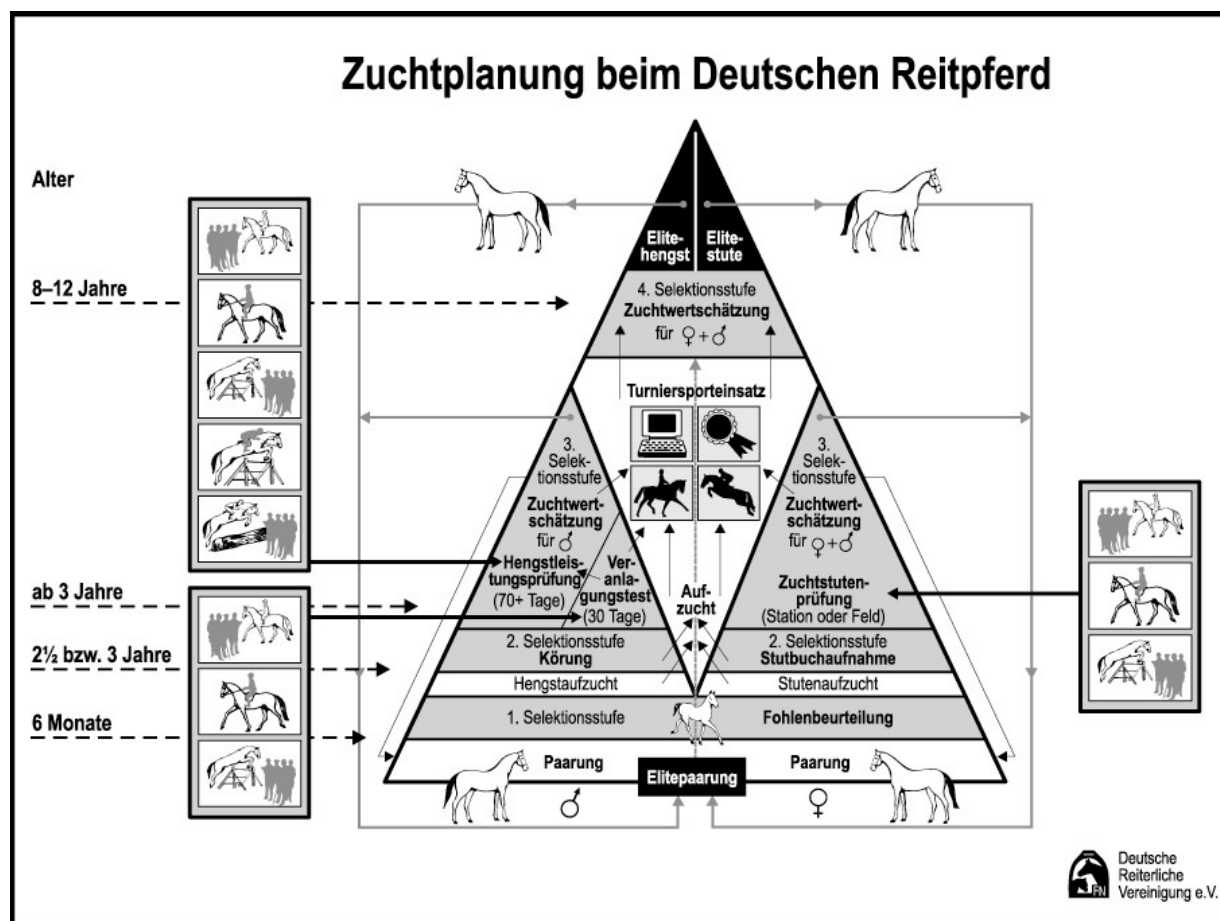


Abb. 4.1.1: Zuchtplanung beim Deutschen Reitpferd (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG)

4.1.2 Hengstleistungsprüfungen

Nach der Körung können die jungen Hengste zur Erreichung einer Zuchtzulassung ein vielfältiges System von Leistungsprüfungen durchlaufen, was im Wesentlichen drei verschiedene Möglichkeiten bis zur endgültigen Zuchtbucheintragung eines Hengstes vorsieht (siehe Abbildung. 4.1.2). Hengste ohne Leistungsprüfung erhalten keine endgültige Eintragung ins Zuchtbuch. Folgende Möglichkeiten stehen zur Verfügung:

1. Weg: eine mindestens 70-tägige Hengstleistungsprüfung (auf Station)
2. Weg: eine 30-tägige Veranlagungsprüfung (auf Station) in Kombination mit einer 70-tägigen Hengstleistungsprüfung oder mit Aufbauprüfungen im Turniersport (Dressur, Spring-, Geländepferdeprüfungen für junge Pferde) und der Qualifikation zum Bundeschampionat als fünf- oder sechsjähriger Hengst oder
3. Weg: der Einsatz in Dressur- oder Springprüfungen der Kl. S bzw. Vielseitigkeitsprüfungen der Kl. M oder S.

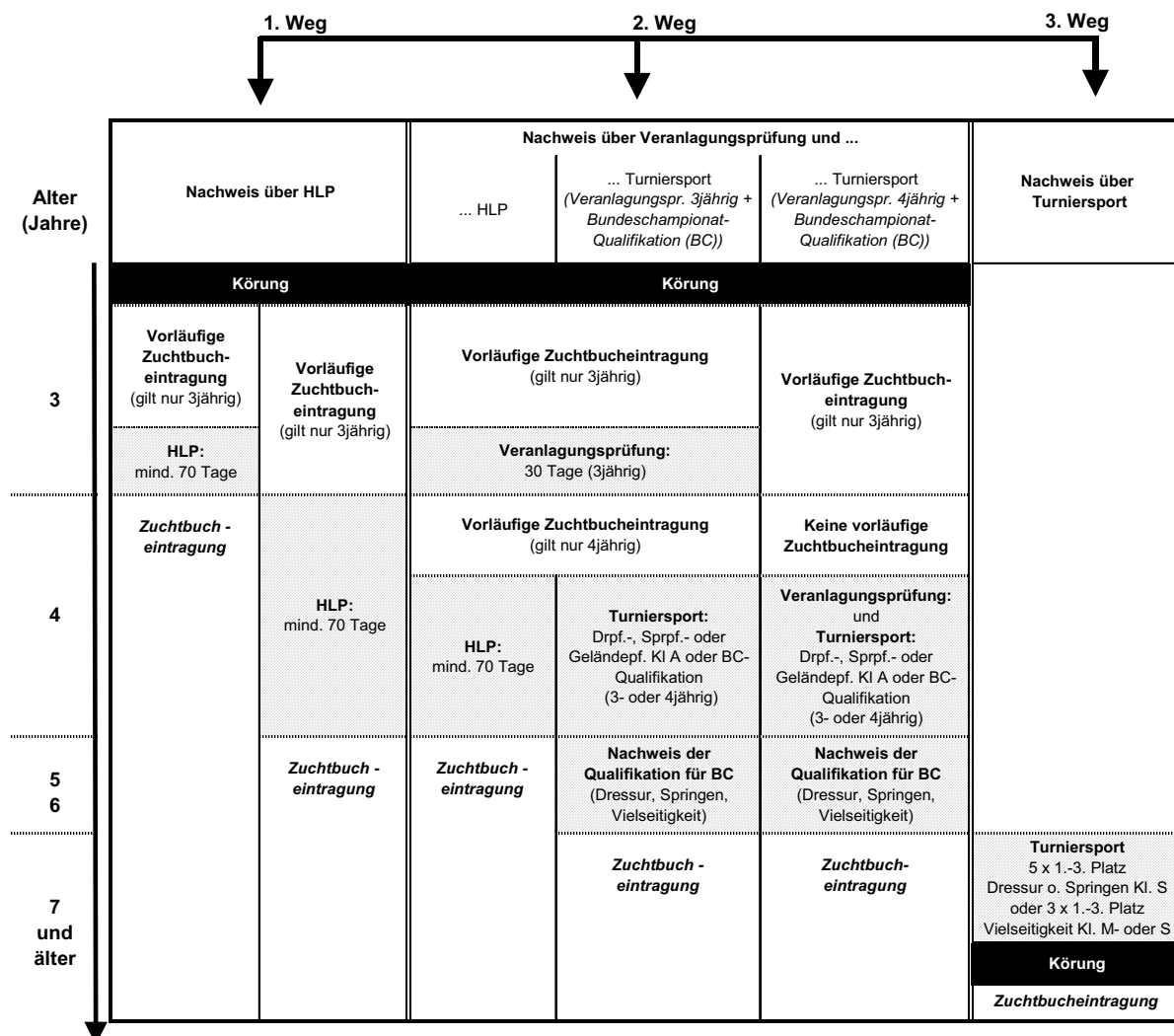


Abb. 4.1.2: Möglichkeiten des Leistungsnachweises für Reitpferdehengste

Stationäre Hengstleistungsprüfungen

70-tägige Hengstleistungsprüfung

Die seit mehreren Jahrzehnten durchgeführte Hengstleistungsprüfung auf Station ist züchterisch die wichtigste Leistungsprüfung in der Pferdezucht.

Im Jahre 1926 wurde die erste Leistungsprüfungsstation in Zwion (Ostpreußen) gegründet, der die niedersächsische Station Westercelle 1927 folgte. Die Hengste wurden zu dieser Zeit nicht nur elf Monate in den klassischen Disziplinen, sondern auch im Jagdgalopp über Hindernisse, während eines 70 Kilometer langen Distanzrittes, vor dem Traberwagen und im schweren Zug beurteilt. Anfang der 60er Jahre reduzierte man die Dauer der Hengstleistungsprüfungen auf 100 Tage. Im Laufe der Jahre haben sich die Prüfungsinhalte den Zuchtzielen angepasst und wurden nach neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen verändert. Dies gilt insbesondere für die Einführung des Merkmales Rittigkeit. Im Jahr 1966 wurde von den Reitern erstmalig eine Note für die Rittigkeit vergeben, und 1980 kam nach drei Erprobungsjahren der Fremdreitertest sowie 1993 der Testreiter im Parcours hinzu. Im Zuge der weiteren Veränderungen bei den Hengstleistungsprüfungen verkürzte sich in den Jahren 2000/2001 die traditionelle Form der Leistungsprüfung auf 70 Tage. Diese Prüfung zielt insbesondere auf drei- bis vierjährige Hengste für deren endgültige Zuchtbucheintragung ab.

Folgende Ziele sind damit verbunden:

- Leistungsprüfung unter vergleichbaren Ausbildungs- und Prüfungsbedingungen
- Endgültige Zuchtbucheintragung zu einem relativ frühen Zeitpunkt
- Informationen für die Selektion und zur Berechnung von züchterischen Kennzahlen
- Überprüfung der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit der Zuchthengste.

Aufgrund der Novellierung des deutschen Tierzuchtgesetzes im Jahr 2006 wurden über die Verantwortlichkeiten der Hengstleistungsprüfungen nachgedacht und somit an der Durchführung einige Veränderungen vorgenommen, denn der Staat zieht sich aus der Durchführung der Leistungsprüfungen sukzessiv zurück. Die Hengstleistungsprüfungen wurden im Sinne des Tierzuchtgesetzes privatisiert. Die Zuchtverbände übernahmen die Verantwortung über die Leistungsprüfungen und sind seitdem für die Durchführung von Leistungsprüfungen zuständig. Unter bestimmten landesrechtlichen Voraussetzungen können in einer Übergangszeit auch noch die staatlichen Behörden oder die von ihnen jeweils ermächtigten Stellen damit beauftragt werden. Bei Zuständigkeit der Zuchtverbände beauftragten diese die Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN) als „Generalunternehmer“ mit der tierzüchterischen Durchführung der Hengstleistungsprüfung nach den Vorgaben der neu verabschiedeten HLP-Richtlinien. Das neue Konzept gilt ab dem 1. Januar 2011 für die Prüfungen der Hengste der Deutschen Reitpferdezuchten. Bis spätestens Ende 2013 sollen die Leistungsprüfungen für Pony- und weitere Rassen ebenfalls privatisiert werden.

Die HLP-Richtlinien und die zentrale Koordination unter dem Dach der FN zielen darauf ab, durch Standardisierung von Prüfungsabläufen und Umweltbedingungen die Vergleichbarkeit zwischen den Prüfungen an den verschiedenen Prüfungsstationen und -orten zu optimieren. Es soll eine weitergehende Vereinheitlichung bei der Durchführung der Leistungsprüfungen erreicht werden - mit dem Ziel, transparente, aussagekräftige und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Die Hengstleistungsprüfungen sollen wieder von allen Zuchtinteressierten verfolgt und akzeptiert werden.

Grundsätzlich bleibt das bestehende Leistungsnachweis-System für Hengste aus einer 70-Tage dauernden Stationsprüfung, den Alternativen einer 30-tägigen Veranlagungsprüfung in Kombination mit Turniersportplatzierungen sowie der Turniersporterfolge in der Klasse S bestehen (siehe Abbildung. 4.1.2). Es wurden bei der Neukonzeption viele bewährte Elemente bei den Stationsprüfungen (70-Tage-Hengstleistungsprüfung und Veranlagungsprüfung) übernommen, aber in einigen Bereichen, vor allem in der praktischen Umsetzung, kam es zu einigen Neuerungen.

Die wesentlichen Modifikationen bei der Durchführung der Hengstleistungsprüfungen bezogen sich auf die Bereiche der zentralen Anmeldung, der festgelegten Gruppengrößen, der Trainingsbewertung durch zwei Sachverständige zusammen mit den Trainingsleiter, der zentralen Zuteilung von Sachverständigen durch die FN und der informativen Ergebnisdarstellung.

Zentrale Anmeldung der Hengste und festgelegte Gruppengrößen

Die wichtigste Veränderung für alle Hengsthalter war das Anmeldesystem. Die Hengste müssen per Internet für eine Prüfung genannt werden. Dabei hat jeder Hengsthalter die freie Auswahl bei Prüfung und Station; die Anmeldungen müssen jedoch innerhalb bestimmter Fristen (1. Februar, 15. Juni oder 1. September) erfolgen. Dieses System über eine Online-Anmeldung mit Nennungsschlüssen hat sich bereits im Turniersport bewährt. Die entsprechende Internetseite (www.hengstleistungspruefung.de) soll zusätzlich für jeden Interessierten als Informationsseite über Hengstleistungsprüfungen mit allen Terminen von Hengstleistungsprüfungen, Zeitplänen, Katalogen und Ergebnissen der Hengste dienen.

Zur Steigerung der Vergleichbarkeit innerhalb der Gruppen wurde von den Zuchtverbänden anhand eines wissenschaftlichen Gutachtens eine Mindestanmeldezahl von 25 Hengsten festgelegt. Innerhalb des Anmeldesystems kann sich jeder Anmelde informieren, wie viele Nennungen für einen bestimmten Prüfungsdurchgang bereits abgegeben wurden. Nach dem Nennungsschluss steht fest, welche Prüfungsdurchgänge die geforderten Mindestanmeldezahlen erfüllt haben; alle anderen Prüfungsdurchgänge finden nicht statt. Die Anmelde von Hengsten, deren Prüfungsdurchgang abgesagt wird, können diese Hengste auf andere, bereits freigegebene Prüfungsdurchgänge ummelden. Wer einen Anmeldeschluss verpasst hat und seinen Hengst noch nicht zu einer Prüfung angemeldet hat, kann den Hengst noch nachträglich anmelden. Dabei ist zu beachten, dass die Gruppengrößen auf maximal 40 Hengste begrenzt sind. Die Festlegung einer maximalen Gruppengröße soll einen möglichst standardisierten Ablauf über alle Stationen hinweg gewährleisten.

Die Anmeldegebühr steht aus einer Verwaltungs- und Prüfungsgebühr, die vom Anmelde direkt bei der Anmeldung zu entrichten ist. Diese Anmeldegebühren beinhalten keine Leistungen der Prüfungsstation für die Unterbringung, Versorgung und Pflege während des Aufenthalts des Hengstes auf der Station. Zur Sicherstellung solcher Leistungen ist der Anmelde verpflichtet, vor Beginn der Prüfung einen Dienstleistungsvertrag mit der Prüfungsstation abzuschließen.

Zentrale Zuteilung von Sachverständigen und Trainingsbewertungen

Zukünftig werden alle Sachverständigen aus einem zentralen Pool der FN zu den Prüfungsstationen entsandt. Die Berufung eines Pools von Sachverständigen und den sogenannten FN-Beauftragten erfolgte nach einem Beschluss aller Zuchtverbände. Die Trainings- und Prüfungsrichter müssen möglichst geprüfte Turnierrichter sein. Sie haben überwiegend die Aufgabe, die Trainings- bzw. Prüfungsmerkmale zu bewerten. Unverändert bleibt somit die Aufteilung in Training- und Abschlussprüfung, aber die Sachverständigen sind unterteilt in eine von einander unabhängige Trainings- und Prüfungskommission. Um vor Ort den Trainingsleiter zu entlasten, besteht die Trainingskommission zukünftig aus dem Trainingsleiter und zwei Trainingsrichtern. Die Trainingsrichter werden sich während der Trainingsbesuche zusammen mit dem Trainingsleiter einen Eindruck über die Veranlagung der Hengste verschaffen und am Ende der Trainingsphase muss für jedes der Merkmale eine gemeinsame Note vergeben werden. Während dieser Trainingsbesuche sind folgende Termine bei einer 70-Tage-Hengstleistungsprüfung geplant:

- in der 2. Woche (1-tägig) die Überprüfung der Grundgangarten und des Verhaltens im Gelände,
- in der 5. Woche (2-tägig) die Überprüfung der Grundgangarten, der Rittigkeit, der Geländeeignung und des Freispringens und
- in der 9. Woche (2-tägig) die Überprüfung der Grundgangarten, der Rittigkeit und der Springanlage im Parcourspringen sowie der Fremdreitertest Parcourspringen.

Bei den zweitägigen Abschlussprüfungen kommen zwei Prüfungsrichter und jeweils zwei Fremdreiter zum Einsatz und vergeben die Noten der Abschlussprüfung. Zusätzlich gibt es die Position des FN-Beauftragten. Dieser ist für organisatorische und koordinierende Aufgaben zuständig und dient als Ansprechpartner für die Trainingsrichter, die Prüfungsrichter, die Fremdreiter, die Trainingsleiter sowie für die Prüfungsstation.

Durch die zentrale Koordination der Einsätze von Sachverständigen und den möglichen Einsatz von Richtern bei unterschiedlichen Prüfungsdurchgängen kann durch das neue System eine Entlastung des Trainingsleiters sowie eine Vergleichbarkeit bei der Notenvergabe erzielt werden. Die festgelegten Trainingsbesuche mit den zu beurteilenden Merkmalen sichern eine einheitliche Durchführung der Leistungsprüfungen über alle Prüfungsdurchgänge hinweg sowie einen vorher fixierten Zeitplan, der für Hengsthalter, Züchter, Zuchtleiter und weiteren Zuchtinteressierten zugänglich ist.

Ergebnisse und Selektionsgrenzen

Die Ergebnisermittlung mit Hilfe der Indexberechnung bei der Hengstleistungsprüfung gehört der Vergangenheit an; denn nun werden durch Zuchtwerte die Ergebnisse der Hengste eines Jahrganges über alle Prüfungsstationen vergleichbar sein. Die früheren Indices als Ergebnis der Hengstleistungsprüfungen bedeuteten immer die Abweichungen des geprüften Hengstes vom Mittel des gesamten Prüfungsdurchganges. Aus diesem Grund waren die Ergebnisse sowohl über die Prüfungsstationen als auch über die Jahre nicht vergleichbar. Somit konnten bisher nur die Ergebnisse aus einer Prüfungsgruppe gegenübergestellt werden. Dabei musste die Gesamtheit der teilnehmenden Hengste in einer Prüfung genau zu beachtet werden, denn teilweise gelangten auch nicht gekörte bzw. leistungsschwächere Hengste in den Prüfeinsatz. Dies bedingte automatisch eine Spreizung der Indices, so dass dann die überdurchschnittlich besseren Hengste in den Genuss eines sehr hohen Indices kamen. Diese Nachteile sowie die umweltbedingten Verzerrungen werden nun durch das statistische Modell für die Berechnung eines Zuchtwertes behoben, da unter anderem das genetische Niveau der einzelnen Prüfungsgruppe als auch die Einflussfaktoren der jeweiligen Prüfungsstation berücksichtigt werden. Der Zuchtwert aus der Hengstleistungsprüfung ermöglicht die direkte Vergleichbarkeit aller Hengste, die ihre Hengstleistungsprüfung in den deutschen Prüfungsstationen absolviert haben.

Im Rahmen der 70tägigen Leistungsprüfung wird anhand von Durchschnittsnoten aus Training, Abschlussprüfung und Fremdreitertest jeweils ein HLP-Zuchtwert nach der BLUP- (Best-Linear Unbiased Prediction) Methode für die Merkmale Dressur und Springen geschätzt. Für jeden Hengst werden zusätzlich ein Verwandten-Zuchtwert, basierend auf den Verwandteninformationen des Hengstes, geschätzt und die Abweichungen zwischen den Verwandten-Zuchtwert und dem HLP-Zuchtwert ausgewiesen. Anhand dieser Abweichungen kann beurteilt werden, ob der Hengst durch seine Eigenleistung den genetischen Erwartungen, die durch seine Vorfahren vorgegeben wurden, entspricht.

In diese Zuchtwertschätzung fließen die Noten für die Grundgangarten, Rittigkeit, Freispringen und für das Parcoursspringen ein. Für die Merkmale im Gelände und des Interieurs können noch keine Zuchtwerte geschätzt werden, da noch eine objektive Erfassung der Interieurmerkmale entwickelt werden muss sowie genetische Parameter für diese Merkmale geschätzt werden müssen.

Darüber hinaus werden drei gewichtete Endnoten berechnet, die gewichtete Gesamtnote, die dressurbetonte Endnote sowie die springbetonte Endnote. Bei der Ermittlung dieser gewichteten Endnoten jedes einzelnen Hengstes werden jeweils die vergebenen Noten je Prüfungsabschnitt und Merkmal nach einem vorgegebenen Schema gewichtet (siehe Tabelle 4.1.1).

Tab. 4.1.1: Gewichtungen der Merkmale aus der 70tägigen Leistungsprüfung
(HLP-RICHTLINIEN DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Merkmale	Gewichtungsfaktoren								
	Gewichtete Gesamtnote			Dressurbetonte Endnote			Springbetonte Endnote		
	TK*	PR*	FR*	TK*	PR*	FR*	TK*	PR*	FR*
Interieur**	20,0	-	-	20,0	-	-	20,0	-	-
Trab	2,5	2,5	-	5,0	5,0	-	-	-	-
Galopp	1,25	2,5	-	2,5	5,0	-	-	-	-
Schritt	2,5	2,5	-	5,0	5,0	-	-	-	-
Rittigkeit	15,0	-	15,0	20,0	-	30,0	-	-	-
Springanlage	7,5	-	-	-	-	-	15,0	-	-
Freispringen	-	7,5	-	-	-	-	-	17,5	-
Parcoursspringen	-	-	10,0	-	-	-	-	-	17,5
Geländeprüfung									
Springanlage	-	5,0	-	-	-	-	15,0	7,5	-
Galopp	1,25	5,0	-	2,5	-	-	-	7,5	-
Summe Gewichtungsfaktoren	50,0	25,0	25,0	55,0	15,0	30,0	50,0	32,5	17,5

* TK = Trainingskommission, PR = Prüfungsrichter, FR = Fremdreiter

** Interieur = Charakter, Temperament, Leistungsbereitschaft, Konstitution (zu gleichen Teilen)

Veröffentlicht werden neben den Zuchtwerten, den Abweichungen der Zuchtwerte zu den Verwandten-Zuchtwerten, den gewichteten Endnoten auch noch Endnoten der einzelnen Merkmalsblöcke Interieur, Trab, Galopp, Schritt, Rittigkeit, Springanlage und Gelände sowie die einzelnen phänotypischen Bewertungen der Hengste im Training und in der Abschlussprüfung. Somit erhält der Züchter ein umfangreiches Informationspaket über jeden geprüften Hengst.

In der Zuchtverbandsordnung der FN, das gemeinsame Regelwerk der FN angeschlossenen Zuchtverbände, sind die Rahmenbestimmungen für die Populationen des Deutschen Reitpferdes festgelegt. Geregelt werden in der Zuchtverbandsordnung unter anderem die Eintragungsbestimmungen für Hengste in die Hengstbücher, die nun inhaltlich an das neue HLP-System angepasst wurden. Demnach werden zukünftig Hengste in das höchste Hengstbuch eingetragen, die in einer 70-tägigen Leistungsprüfung im HLP-Zuchtwert Dressur oder Springen mindestens 80 Punkte und eine gewichtete Endnote von mindestens 7,0 oder eine „dressurbetonte“ beziehungsweise „springbetonte“ Endnote von 8,0 und besser erreicht haben.

Die Zuchtverbände werden die Änderungen, die sich durch die neue Hengstleistungsprüfung ergeben, auch in ihre eigenen Satzungen und Zuchtbuchordnungen aufnehmen. Dabei bleibt es jedem Zuchtverband überlassen, höhere Leistungsanforderungen für die Einstufung in die Hengstbücher festzulegen. Diese Selektionsgrenzen sind sehr vorsichtig angesetzt. Aus züchterischer Sicht kann noch nicht von einer wirklichen Selektion gesprochen werden. Die weiteren Entwicklungen und Auswirkungen des neuen HLP-Systems sind jetzt noch nicht abzuschätzen. Darum bleibt zu hoffen, dass durch die Weiterentwicklung der Hengstleistungsprüfungen auch eine selektivere und objektivere Auswahl der Hengste nach deren Eigenleistung und Vererbungsleistung aufgrund von Ergebnissen aus Hengstleistungsprüfungen zukünftig zum Tragen kommt.

Veranlagungsprüfungen

In den letzten Jahren wurde immer wieder an Veränderungen im Leistungsprüfungskonzept gearbeitet. Die größer werdende Anzahl an Hengsten im Turniersport warf damals die Frage auf, ob eine Einbindung der Turniersportprüfungen in ein Leistungsprüfungskonzept möglich wäre.

Neben der Verkürzung des 100-Tage-Tests auf 70 Tage wurde im Jahre 2000 mit 27 Hengsten in zwei Pilotprüfungen die 30-tägige Veranlagungsprüfung eingeführt. Bereits im zweiten Jahr nach der Einführung absolvierten 50 Prozent aller in dem Jahr geprüften Hengste die Veranlagungsprüfung. Im Detail waren dies 239 Hengste in zehn Prüfungsstationen. Die Verteilung der Hengste auf die beiden Arten der Leistungsprüfungen entwickelte sich in den letzten Jahren zugunsten der Veranlagungsprüfungen. Im Jahr 2010 wurden 224 Hengste (43 Prozent) anhand der traditionellen, mindestens 70-tägigen Leistungsprüfungen bewertet. Demgegenüber absolvierten 292 Hengste (57 Prozent) eine Veranlagungsprüfung (siehe Abbildung 4.1.3).

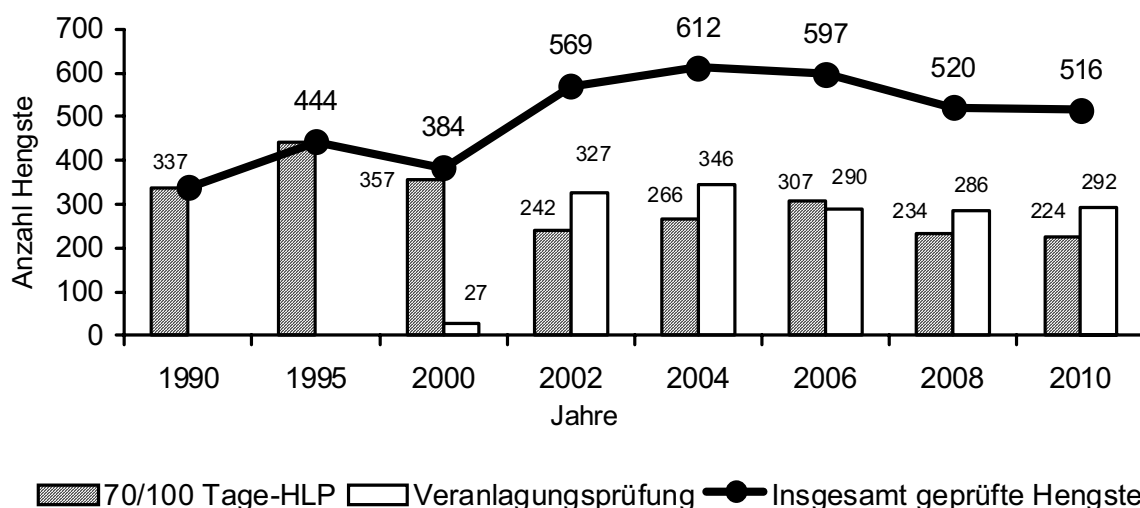


Abb. 4.1.3: Entwicklung der Anzahl leistungsgeprüfter Hengste
(JAHRESBERICHTE DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Die Veranlagungsprüfung ist für viele Hengste die erste Leistungsprüfung. Sie zielt insbesondere auf dreijährige Hengste für deren vorläufige Zuchtbucheintragung ab; teilnahmeberechtigt sind drei- bis sechsjährige Hengste. Aufgrund des jungen Alters der Hengste zum Zeitpunkt der Leistungsprüfung sind Gesundheit, Wohlbefinden und Ausbildung von besonderer Bedeutung für die Vorbereitung und Durchführung dieser Prüfung. Die Anforderungen an die Hengste sind geringer als die in der 70-tägigen Stationsprüfung. Die Prüfung besteht aus einem Training und einem abschließenden Test.

Seit Einführung der Veranlagungsprüfung gibt es nicht nur Befürworter dieser Prüfungsform. Insbesondere wurde immer wieder über die Belastung der jungen Hengste diskutiert. Demzufolge entstanden die Leitlinien für die Veranlagungsprüfung von Hengsten der deutschen Reitpferdezuchten, die das Ergebnis einer Abstimmung zwischen Tierschutz- und Tierzuchtbehörden von Bund und Ländern mit der Deutschen Reiterlichen Vereinigung bzw. den Zuchtverbänden sind. Eine entscheidende Veränderung nach den Diskussionen war die Fixierung des Prüfungsbeginns für dreijährige Hengste, der frühestens am 1. März eines jeden Jahres sein kann. Dreijährige Hengste, die am bzw. nach dem 1. Juni geboren sind, dürfen die Prüfung erst ab dem 1. Mai beginnen. Zudem wurde die zuvor durchgeführte Zwischenprüfung am 15. Tag der Prüfung gestrichen und es werden nur noch Ergebnisse anerkannt, die zentral mit einem anerkannten Rechenprogramm ausgewertet wurden. Seit dem Jahr 2004 werden die Veranlagungsprüfungen in Anlehnung an diese Leitlinien durchgeführt. Darüber hinaus gelten seit Anfang des Jahres 2010 durch die Privatisierung der Leistungsprüfungen die HLP-Richtlinien ebenso für die Veranlagungsprüfung wie für die 70-tägige Leistungsprüfung. Durch die HLP-Richtlinien soll eine weitergehende Vereinheitlichung bei der Durchführung der Leistungsprüfungen erreicht werden. Die zuletzt verabschiedeten Veränderungen bei der Durchführung der Veranlagungsprüfungen beziehen sich somit auch auf die Bereiche der zentralen Anmeldung, der festgelegten Gruppengrößen, der Trainingsbewertung durch zwei Sachverständigen zusammen mit den Trainingsleiter, der zentralen Zuteilung von Sachverständigen durch die FN und der informativen Ergebnisdarstellung (analog der 70-tägigen Hengstleistungsprüfung).

Mit der Einführung der Veranlagungsprüfung wurden für die Hengsthalter die Möglichkeiten, ihre Hengste prüfen zulassen, wesentlich variabler. Die Hengste sind lediglich 30 Tage in einer Stationsprüfung und der endgültige Leistungsnachweis der Hengste kann über Turniersporterfolge in Dressur-, Spring-, oder Geländepferdeprüfungen für junge Pferde sowie durch die Qualifikation zum Bundeschampionat erbracht werden.

Mit der Veranlagungsprüfung werden folgende Ziele verfolgt:

- Ursprüngliches Ziel: vorläufige Zuchtbucheintragung zu einem frühen Zeitpunkt nur für veranlagungsgeprüfte Hengste – aber seit dem Jahr 2006 können auch dreijährige Reitpferdehengste nach der Körung ohne Ablegung der Veranlagungsprüfung für eine Decksaison vorläufig eingetragen werden.
- Informationen für die Selektion von Hengsten und zur Nichteintragung der ungeeigneten Hengste
- Überprüfung der Gesundheit und der Leistungs- und Ausbildungsfähigkeit der Zuchthengste
- Einheitliche Durchführung der Veranlagungsprüfung.

Mit der Veranlagungsprüfung wird nicht nur das Ziel verfolgt, Zusatzinformationen für die Selektion von Zuchthengsten im Hinblick auf die Verbesserung der Reitpferdeeigenschaften zu liefern und Extreme auszuschließen, sondern auch zu einem frühen Zeitpunkt eine vorläufige Zuchtbucheintragung geprüfter Hengste vornehmen zu können. Dieser Gedanke, keinen Deckeinsatz vor einer Veranlagungsprüfung zuzulassen und damit eine Art „Züchterschutz“ zu betreiben, konnte allerdings nicht durchgehalten werden. Die Entscheidung, dass Veranlagungsprüfungen erst ab dem 1. März beginnen dürfen, erzeugte ein Vakuum für den Zeitraum zwischen Körung und Veranlagungsprüfung. Zudem gab es eine vermehrte Nachfrage für den Einsatz von Junghengsten nach der Körung und den Hengstpräsentationen, aber vor Ablegen der Veranlagungsprüfungen. Aus diesem Grund schickten eine Reihe von Hengsthaltern gekörte Junghengste erst im Herbst in die Veranlagungsprüfung. Ende des Jahres 2005 wurde beschlossen, dass dreijährige Reitpferdehengste nach der Körung für eine Decksaison vorläufig eingetragen werden können und somit nicht mehr vor dem Deckeinsatz leistungsgeprüft sein müssen. Sicherlich kommt diese Regelung den Züchtern zugute, die Junghengste direkt nach der Körung nutzen möchten und nicht auf eine erfolgreiche Teilnahme an einer Leistungsprüfung warten wollen. Dadurch sind die Züchter umso mehr gefordert, diese Junghengste mit besonderem Augenmaß auszuwählen, da zu dem Zeitpunkt nur sehr wenige Informationen über die Eigenleistung der Hengste bekannt sind.

Während der 30-tägigen Veranlagungsprüfung werden die Merkmale Interieur (Charakter, Temperament, Leistungsbereitschaft und Konstitution), Grundgangarten unter dem Reiter, Rittigkeit sowie die Springveranlagung im Freispringen durch die Trainingskommission bewertet. Die Trainingsbesuche finden in der

- 2. Woche (1 tätig) mit der Überprüfung der Grundgangarten und der Rittigkeit und in der
- 4. Woche (2 tätig) mit der Überprüfung der Grundgangarten, der Rittigkeit und dem Freispringen

statt. Im abschließenden Test beurteilen zwei Sachverständige die Grundgangarten sowie die Springanlage im Freispringen und zwei Testreiter die Rittigkeit der Hengste.

Im Rahmen der Veranlagungsprüfung wird anhand von Durchschnittsnoten aus dem Training, Abschlussprüfung und Fremdreitertest jeweils ein Veranlagungs-Zuchtwert nach der BLUP-Methode für die Merkmale Dressur und Springen geschätzt. Für jeden Hengst werden zusätzlich ein Verwandten-Zuchtwert geschätzt und die Abweichungen zwischen den Verwandten-Zuchtwert und dem Veranlagungs-Zuchtwert ausgewiesen. In diese Zuchtwertschätzung fließen die Noten für die Grundgangarten, Rittigkeit und Freispringen ein.

Darüber hinaus werden drei gewichtete Endnoten berechnet, die gewichtete Gesamtnote, die dressurbetonte Endnote sowie die springbetonte Endnote. Bei der Ermittlung dieser gewichteten Endnoten jedes einzelnen Hengstes werden jeweils die vergebenen Noten je Prüfungsabschnitt und Merkmal nach einem vorgegebenen Schema gewichtet (siehe Tabelle 4.1.2).

Tab. 4.1.2: Gewichtungen der Merkmale aus der Veranlagungsprüfung (30 Tage)
(HLP-RICHTLINIEN DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Merkmale	Gewichtungsfaktoren								
	Gewichtete Gesamtnote			Dressurbetonte Endnote			Springbetonte Endnote		
	TK*	PR*	FR*	TK*	PR*	FR*	TK*	PR*	FR*
Interieur**	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Trab	3,0	7,0	-	10,0	15,0	-	-	-	-
Galopp	3,0	7,0	-	10,0	15,0	-	5,0	10,0	-
Schritt	3,0	7,0	-	10,0	15,0	-	-	-	-
Rittigkeit	10,0	-	20,0	10,0	-	15,0	5,0	-	10,0
Springanlage	10,0	20,0	-	-	-	-	25,0	45,0	-
Summe Gewichtungsfaktoren	39,0	41,0	20,0	40,0	45,0	15,0	35,0	55,0	10,0

* TK = Trainingskommission, PR = Prüfungsrichter, FR = Fremdreiter

** Interieur = Charakter, Temperament, Leistungsbereitschaft, Konstitution (zu gleichen Teilen)

Veröffentlicht werden neben den Zuchtwerten, den Abweichungen der Zuchtwerte zu den Verwandten-Zuchtwerten, den gewichteten Endnoten auch noch Endnoten der einzelnen Merkmalsblöcke Interieur, Trab, Galopp, Schritt, Rittigkeit und Springanlage sowie die einzelnen phänotypischen Bewertungen der Hengste im Training und in der Abschlussprüfung.

Nach Beendigung der Veranlagungsprüfung erfolgt die öffentliche Bekanntgabe der Noten der einzelnen Hengste. Der Besitzer jedes Hengstes erhält ein Zeugnis, aus dem die Bewertungen der einzelnen Merkmale sowie die Durchschnittsleistungen der Prüfungsgruppe ersichtlich sind. Eine Rangierung der Hengste ist gemäß den Leitlinien und HLP-Richtlinien nicht vorgesehen.

Zur endgültigen Zuchtbucheintragung müssen die Hengste zusätzlich zur Qualifikation für das Bundeschampionat des Deutschen Dressur-, Spring oder Vielseitigkeitspferdes in der Veranlagungsprüfung mindestens dieselben Zuchtwerte und Endnoten wie bei einer 70tägigen Leistungsprüfung erreichen. Demnach müssen sie im Veranlagungs-Zuchtwert Dressur oder Springen mindestens 80 Punkte und eine gewichtete Endnote von mindestens 7,0 oder eine „dressurbetonte“ beziehungsweise „springbetonte“ Endnote von 8,0 und besser erzielt haben.

Die Stationsprüfungen haben den Vorteil, dass neben den Leistungsmerkmalen auch Interieurmerkmale wie Charakter, Temperament, Leistungsbereitschaft und Konstitution erfasst werden. Es ist sicherlich keine einfache Aufgabe, diese Merkmale nach subjektiven Kriterien zu bewerten. Aus diesem Grund haben sich einige Wissenschaftler zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zur objektiven Beurteilung dieser Merkmale zu entwickeln. Im Rahmen einer stationären Leistungsprüfung wurde ein zusätzlicher Interieurtest, vergleichbar mit der Gelassenheitsprüfung (GHP), durchgeführt. Dieser sollte feststellen, ob eine Objektivierung des Interieurs notwendig und durchführbar ist, welchen Einfluss Geschlecht, Rasse, Alter und Ausbildungsstand haben und was hinsichtlich Ablauf, Durchführung, Qualifikation der Richter und Testreiter zu beachten ist. Ziel dieser laufenden Arbeit ist es, eine mögliche Alternative zu der bisherigen subjektiven Interieurbeurteilung in Leistungsprüfungen zu finden. Denn gerade die Interieurmerkmale sind ein Produkt der Leistungsprüfungen auf Station und haben eine wichtige Bedeutung beim alltäglichen Umgang mit Pferden.

Zusammenfassung der stationären Hengstleistungsprüfungen

Die Leistungsprüfungen der Junghengste auf Station erfolgen unter relativ standardisierten Bedingungen in den einzelnen Stationsprüfungen. Eine weitgehende Ausschaltung umweltbedingter Störgrößen ist wichtig, so dass die genetische Veranlagung der Hengste relativ sicher und sehr früh geschätzt werden kann. Auch wenn die Anforderungen in der Prüfung nicht unbedingt der späteren Nutzung der Pferde gleichen, ist die stationäre Leistungsprüfung für die Selektion von Hengsten von großer Bedeutung. Dies bestätigen die wissenschaftlich geschätzten Werte für die Erblichkeit der Merkmale sowie die positiven Korrelationen der Merkmale zu den Turniersportleistungen.

Mit der neuen HLP-Konzeption wird das Ziel der Vergleichbarkeit und Einheitlichkeit über alle Prüfungsstationen hinweg verfolgt. Durch gewisse Rahmenbedingungen sind nun einige alte Traditionen aufgehoben worden und die Durchführung in den Prüfungsstationen standardisiert worden. Durch eine intensive Beobachtung der Veränderungen und Auswirkungen sowie durch ein Feedback aller Beteiligten sind sicherlich Weiterentwicklungen und ständige Verbesserungen notwendig. Jedoch ist nun ein neues Zeitalter bei der Durchführung der Hengstleistungsprüfung gestartet, die ein wichtiger Bestandteil des Zuchtprogramms sein muss und deren Ergebnisse bei der Selektion der Hengste durch den Zuchtverband und den Züchter die notwendige Anerkennung finden müssen. Die vielen Ergebnisse und Informationen zu den Leistungen der Hengste sowie die transparente und einheitliche Prüfung der Hengste sollte die Nutzung und Akzeptanz der Hengstleistungsprüfung verbessern. Alle Züchter, Hengsthalter, Zuchtleiter und Zuchtinteressierte können sich zukünftig sowohl während der Prüfungen als auch auf der neuen Internetseite (www.hengstleistungspruefung.de) ausführlich über die Leistungen der Hengste informieren.

Turniersportprüfungen

Leistungsprüfungen werden im Turniersport entsprechend der Leistungs-Prüfungs-Ordnung (LPO) durchgeführt. Die LPO dient der Durchführung von Leistungsprüfungen und gilt als Regelwerk aller nationalen Turniere. Die Leistungsprüfungen im Turniersport unterliegen der Genehmigungspflicht durch die Deutsche Reiterliche Vereinigung oder die zuständige Landeskommission.

Das Prüfungsangebot im deutschen Turnierreitport ist sehr vielfältig und bietet für jedes Alter und für jeden Ausbildungsstand, sowohl für den Reiter als auch für das Pferd, ein passendes Prüfungsformat. Es wird in drei Disziplinen Springen, Dressur und Vielseitigkeit unterschieden, jedoch gibt es für alle Disziplinen eine einheitliche Klasseneinteilung, welche sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Prüfung richtet. Ebenso werden in den drei Disziplinen Basis- und Aufbauprüfungen für junge Pferde angeboten.

Zur Kennzeichnung der unterschiedlichen Anforderungen werden die Leistungsprüfungen gemäß LPO in die Klassen Einsteiger (E), Anfänger (A), Leicht (L), Mittelschwer (M) und Schwer (S) eingeteilt. Je nach Disziplin werden die jeweiligen Klassen noch weiter in ein bis teilweise vier Sterne-Niveau unterteilt.

Alternativ zur Eigenleistungsprüfung auf Station gilt die Leistungsprüfung für Reitpferde auch dann als abgelegt, wenn die Hengste Erfolge in Eigenleistungsprüfungen im Turniersport nachweisen können. Diese Leistungsprüfungen werden in den Disziplinen Dressur, Springen und Vielseitigkeit durchgeführt.

Für Hengste der Populationen des Deutschen Reitpferdes werden folgende Turniersportergebnisse berücksichtigt:

- die 5malige Platzierung an 1. bis 3. Stelle in Springen der Klasse S* (1 Sterne Niveau) oder die 3malige Platzierung mindestens in Springen der Klasse S** (2 Sterne Niveau) oder
- die 5malige Platzierung an 1. bis 3. Stelle in Dressur der Klasse S oder die 3malige Platzierung mindestens in Dressur der Klasse S - Intermediaire II oder
- die 3malige Platzierung an 1. bis 3. Stelle in der internationalen Vielseitigkeit - 1 bzw. 2 Sterne Niveau oder die 3malige Platzierung mindestens in der internationalen Vielseitigkeit 2 bzw. 3 Sterne Niveau.

Darüber hinaus werden durch die Turniersportprüfungen umfassende Daten und Informationen für die Zucht von Reitpferden bereit gestellt. Das Datenmaterial umfasst Platzierungs- beziehungsweise Rangierungsergebnisse von Turnieren mit Dressur- und Springprüfungen in den Klassen A, L, M und S. Dieses Material ist umfangreich und für eine Zuchtwertschätzung besonders interessant, weil die vielen wiederholten Leistungen der Pferde unter den Bedingungen erbracht werden, für die gezüchtet werden soll. Leider ist aber die einzelne Platzierung eines Pferdes in Turniersportprüfungen von vielen äußeren Faktoren abhängig, beispielsweise von der Vorbereitung, vom Alter und Geschlecht, vom Reiter, von der Tagesform, so dass die Heritabilität des einzelnen Ergebnisses sehr niedrig ist. Weiter liegt bei diesen Leistungsprüfungen ein Vermengen von Reiter-, Pferd- und Prüfungseffekten vor. Dies kommt daher, dass in der Praxis häufig der bessere Reiter das bessere Pferd in der höheren Prüfung reitet. Damit verknüpft ist die starke Vorselektion durch den Besitzer oder Reiter, das heißt ein dressurveranlagtes Pferd startet in Dressurprüfungen, ein springveranlagtes Pferd in Springprüfungen. Somit sind Turniersportprüfungen aus züchterischer Sicht aufgrund der wiederholten Leistungen eines Pferdes wertvoll, aber die Leistungen der Pferde werden sehr stark von vielen Einflussfaktoren beeinflusst.

4.1.3 Zuchtstutenprüfungen

Bei den Zuchtstutenprüfungen, die für drei- oder vierjährige Zuchtstuten genutzt werden, wird zwischen

- eintägiger Feldprüfung und
- mehrwöchiger Stationsprüfung

unterschieden.

Diese Leistungsprüfungen für Stuten werden durch die jeweiligen Zuchtverbände organisiert. Im Laufe der Zeit haben sie in einigen Zuchtverbänden eine große Bedeutung bekommen. Der besondere Wert der Zuchtstutenprüfung liegt in ihrer Unbegrenztheit, da alle jährlich neu eingetragenen Stuten teilnehmen können und somit das Problem einer Vorselektion der Stuten nahezu ausgeschlossen ist.

Die Zuchtstutenprüfung hat in Anpassung an das jeweilige Zuchtziel einige Modifikationen erfahren. Bereits in den 1920er Jahren wurden in Pommern und Ostpreußen erste Arbeitsleistungsprüfungen für Hauptstammbuchstuten unter dem Sattel und im Geschirr durchgeführt, die im Laufe der Jahre von Zugleistungs- zu Reitleistungsprüfungen weiterentwickelt wurden. Als Vorreiter für die Entwicklung der heutigen Zuchtstutenprüfung gelten die Zuchtverbände Holstein und Hannover. Der Verband der Züchter des Holsteiner Pferdes führte im Jahr 1983 als erster Zuchtverband in Deutschland eine Stationsprüfung für Stuten durch. 1987 führte der Verband hannoverscher Warmblutzüchter die 'Hannoversche Zuchtstutenprüfung' ein, die in Anlehnung an das Holsteiner Modell entwickelt wurde und zur Zeit als Richtschnur für Zuchtstutenprüfungen in Deutschland gilt. Das Modell verzichtet auf eine Mindestleistung und auf eine Beurteilung des Exterieurs.

In den ersten Jahren nach der Einführung der Zuchtstutenprüfungen ist in allen deutschen Zuchtverbänden die Anzahl teilnehmender Stuten konstant gestiegen. Im Jahr 2000 nahmen bundesweit bereits insgesamt 929 Stuten an einer Stationsprüfung und 2.812 Stuten an einer Feldprüfung teil. Das waren 33 Prozent der neu eingetragenen Stuten. Leider war dieser Anteil der geprüften Stuten bei allen deutschen Reitpferdezuchtverbänden in den letzten Jahren immer wieder rückläufig. Im letzten Jahr sind insgesamt 2.482 Stuten im Feld und 554 Stuten auf Stationen geprüft worden. Dadurch liegt der Anteil geprüfter Stuten zu den neu eingetragenen Reitpferdestuten nur bei 28 Prozent (siehe Tabelle 4.1.3).

Aus züchterischer Sicht sollte es das Ziel sein, eine Quote von mindestens 55 Prozent zu erreichen. Die Zuchtstutenprüfung gehört zu den tragenden Säulen der Zuchtarbeit, da sie oft die einzige Leistungsinformation der Stuten ist und dadurch relativ früh ein Bild über die Nachkommleistung der Hengste gemacht werden kann. Zudem bietet sie ausreichende Informationen für den Züchter, um das eigene Zuchtmaterial einschätzen zu können.

Tab. 4.1.3: Entwicklung der Anzahl leistungsgeprüfter Reitpferdestuten
(JAHRESBERICHTE DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Jahr	Geprüfte Stuten auf Station	Geprüfte Stuten im Feld	Anteil geprüfter Stuten zu neu eingetragenen Stuten
2000	929	2.812	33,4 %
2001	737	2.670	31,4 %
2002	588	2.565	27,8 %
2003	768	2.513	30,4 %
2004	698	2.423	28,9 %
2005	633	2.710	30,5 %
2006	628	2.487	28,2 %
2007	617	2.980	31,7 %
2008	615	2.781	27,5 %
2009	581	2.796	29,0 %
2010	554	2.482	28,6 %

Im Vergleich zu den Feldprüfungen sind Stationsprüfungen organisatorisch und finanziell relativ aufwendig und in ihrer Kapazität begrenzt. Der Vorteil einer Stationsprüfung ist die standardisierte Prüfumwelt, in der die Stuten über einen längeren Zeitraum wiederholt beurteilt und auch in den Interieurmerkmalen geprüft werden.

Bei beiden Prüfungsformen werden die Grundgangarten, die Rittigkeit und die Springanlage anhand einer Notenskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (ausgezeichnet) beurteilt. Die Rittigkeit wird von Fremdreitern und Richtern benotet. Die Springanlage wird seit 1991 in Form des Freispringens anhand der Merkmale Vermögen und Manier bewertet. Die Stationsprüfung dauert mindestens 14 Tage und besteht aus einem Training und einem abschließenden Leistungstest. Die Gruppengröße sollte aufgrund der Vergleichbarkeit bei 15 Stuten liegen. Bei der Ermittlung des Endergebnisses werden die beurteilten Merkmale gewichtet. Jeder Zuchtverband legt in seiner Zuchtbuchordnung die entsprechenden Merkmalsgewichte innerhalb des geregelten Gewichtungsrahmens fest (siehe Tabellen 4.1.4 und 4.1.5).

Tab. 4.1.4: Gewichtungsrahmen der Merkmale in Zuchtstutenprüfungen - Stationsprüfung (ZUCHTVERBANDSORDNUNG DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Merkmale	Trainingsleiter	Fremdreiter	Sachverständige	Gesamt
Interieur	10 - 15			10 - 15
Grundgangarten	10 - 20		15 - 20	25 - 35
Rittigkeit	10 - 20	10 - 25	0 - 15	25 - 40
Springanlage	10 - 20		10 - 20	20 - 30
Minimal-/Maximal-Bewertung	40 - 60		40 - 60	100

Tab. 4.1.5: Gewichtungsrahmen der Merkmale in Zuchtstutenprüfungen - Feldprüfung (ZUCHTVERBANDSORDNUNG DER DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG)

Merkmale	Fremdreiter	Sachverständige	Gesamt
Grundgangarten		30 - 50	30 - 50
Rittigkeit	10 - 40	0 - 30	25 - 40
Springanlage		20 - 40	20 - 40
Minimal-/Maximal-Bewertung	10 - 40	65 - 90	100

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die gewichtete Endnote entsprechend der Vorgaben des jeweiligen Zuchtverbandes erreicht wurde. Die Anerkennung des Endergebnisses liegt in deren Verantwortung.

Die meisten Zuchtverbände nutzen die Informationen nur zu einer einfachen Berechnung der Leistung der Stuten. Im Rahmen der Zuchtplanung dient die Zuchtstutenprüfung zur Selektion von Elitestuten und potentiellen Hengstmüttern. Denn das auf den Sport ausgerichtete Zuchtziel der Reitpferde ist insbesondere auf die Leistungsdaten der Mütter angewiesen. Einige Zuchtverbände schätzen unter anderem mit Hilfe der Zuchtstutenleistungen verbandsinterne Zuchtwerte. In die bundesweite Integrierte Zuchtwertschätzung fließen alle Ergebnisse der Zuchtstutenprüfung ein und tragen somit zum Informationsgewinn für eine züchterische Bewertung der Hengste bei (s. Kapitel 4.1.4).

Die Leistungsmerkmale der Pferde in Zuchtstutenprüfungen sind etwas stärker von äußeren Faktoren beeinflusst als die in den Hengstleistungsprüfungen, was auch an den von den Wissenschaftlern niedriger geschätzten Werten für die Erbllichkeit der entsprechenden Merkmale immer wieder zu erkennen ist. Durch die unbegrenzte Teilnehmerzahl und durch die fast ausgeschlossene Vorselektion der Stuten hat die Zuchtstutenprüfung eine besondere züchterische Bedeutung. Zudem gibt sie dem Stutenbesitzer eine Empfehlung zum weiteren Einsatz der Stute in der Zucht oder im Sport. Die Zuchtstutenprüfung bietet einer großen Anzahl junger Pferde viele Möglichkeiten der Prüfung. Wegen des organisatorischen und finanziellen Vorteils dieser Prüfungsform sollte sie von Züchtern verstärkt genutzt werden. Um die Anzahl geprüfter Nachkommen zu erhöhen und damit eine repräsentativere Stichprobe zu bekommen, ist es denkbar, die Zuchtstutenprüfung als Veranlagungsprüfung nicht nur für Zuchtstuten, sondern auch für Wallache und Stuten, die nicht in der Zucht sind, durchzuführen. Einige wenige Pferdebesitzer nutzen bereits die Chance, auf diese Weise zusätzliche Informationen über ihr Pferd zu erhalten. Die Beurteilung des eigenen Pferdes durch erfahrene Sachverständige kann sehr hilfreich für eine realistische Werteinschätzung sein. Es müssen Anreize geschaffen werden, damit möglichst viele Pferdeinteressierte mit ihren Pferden an diesen Veranlagungsprüfungen teilnehmen. Dadurch wäre nicht nur eine sichere Grundlage zur Schätzung von Zuchtwerten gewährleistet, sondern auch den Pferdebesitzern die Möglichkeit gegeben, ihre Pferde bewerten und dessen Potential offiziell dokumentieren zu lassen. Diese Art von Zertifizierung hätte einen entscheidenden Vorteil bei der Vermarktung eines Pferdes.

4.1.4 Integrierte Zuchtwertschätzung

In früheren Jahren wurden lediglich Turniersportergebnisse auf der Basis der Lebensgewinnsummen der Nachkommen für züchterische Entscheidungen herangezogen. Im Jahr 2001 wurde die so genannte Integrierte Zuchtwertschätzung in der deutschen Reiterpferdezucht eingeführt. Die Integrierte Zuchtwertschätzung beinhaltet das Zusammenführen von Leistungsdaten aus den vier verschiedenen Prüfungsformen Hengstleistungsprüfung, Veranlagungsprüfung, Zuchtstutenprüfung, Turniersportprüfungen für junge Pferde sowie den klassischen Turniersportprüfungen.

Datengrundlage des Zuchtwertschätzmodells sind die Leistungsdaten und die Abstammungsdaten. Zu den Leistungsdaten gehören zum einen die Ergebnisse aus dem Turniersport. Berücksichtigt werden alle erfassten Dressur- und Springprüfungen bis zur Klasse S seit dem 1. Januar 1995. Das heißt, die Ergebnisse aller gestarteten Pferde werden integriert. Auch die Ergebnisse, die junge Pferde in Dressur- und/oder Springpferdeprüfungen erzielen, fließen über die Wertnote in die Zuchtwertschätzung ein. Hinzu kommen Informationen aus den Zuchtstuten-, Veranlagungs- und Hengstleistungsprüfungen. Als Leistungsmerkmale werden die Noten für Schritt, Trab, Galopp, Rittigkeit und Freispringen (bei Zuchtstuten- und Veranlagungsprüfungen) sowie die Noten für die Gangarten, Rittigkeit, Frei- und das Parcoursspringen (bei Hengstleistungsprüfungen) verwendet. Zu diesen Leistungsdaten kommen noch die Abstammungsdaten aus mindestens zwei Generationen hinzu, die für eine verwandtschaftliche Verknüpfung herangezogen werden.

All diese Daten von mehr als 590.000 Pferden – über elf Millionen Informationen aus Turniersportprüfungen, mehr als 2,7 Millionen Informationen aus Aufbauprüfungen, über 75.000 Informationen aus Zuchtstuten- und Veranlagungsprüfungen sowie mehr als 7.000 Informationen aus Hengstleistungsprüfungen – fließen in ein statistisches Schätzverfahren, das sogenannte Tiermodell-Zuchtwertschätzung, ein. Die Leistung eines Pferdes wird immer in Relation zu den Leistungen anderer Pferde unter vergleichbaren Umweltbedingungen gesehen. Diese Vergleiche finden innerhalb derselben Prüfung, Alters oder Leistungsklasse seines Reiters statt. Durch die gleichzeitige Berücksichtigung all dieser Umwelteffekte und des genetischen Effektes des Pferdes selbst, kann die genetische Überlegenheit eines Pferdes aller diesen Einflussfaktoren differenziert zugeordnet werden.

Für jedes Pferd wird ein Zuchtwert in 15 Merkmalen geschätzt. Somit gibt es verschiedene Möglichkeiten der Zusammenfassung der Zuchtwerte zu sogenannten Teil-Zuchtwerten. Für die Springveranlagung gibt es den Teilzuchtwert Hengstleistungsprüfung aus den Zuchtwerten für das Frei- und Parcoursspringen; der Teilzuchtwert für die Zuchtstutenprüfung bzw. Veranlagungsprüfung ergibt sich aus dem für das Freispringen, der Teilzuchtwert für die Aufbauprüfung aus dem Zuchtwert der Wertnote in Springpferdeprüfungen und der Teilzuchtwert Turniersport aus dem Zuchtwert für die Rangzahl in Springprüfungen. Diese vier Teilzuchtwerte für die Springveranlagung werden gemittelt für den Gesamt-Zuchtwert Springen, der somit alle Informationen aus allen Prüfungsformen beinhaltet. Entsprechend wird bei der Dressurveranlagung vorgegangen. Alle Zuchtwerte werden auf einer Relativskala mit einem Mittel von 100 und einer Streuung von 20 dargestellt. Das Mittel der Zuchtwerte wird durch die als Basis definierten Tiere bestimmt, das Mittel der Zuchtwerte dieser Hengste wird auf 100 festgesetzt (siehe Abbildung 4.1.5).

Die Zuchtwerte für Hengste werden nur dann veröffentlicht, wenn der geschätzte Gesamtzuchtwert Springen beziehungsweise Dressur eine Sicherheit von mindestens 70 Prozent aufweist und die Schätzung auf mindestens fünf Nachkommen mit Eigenleistungen basiert. Eine Veröffentlichung der Zuchtwerte erfolgt in Form des Jahrbuches der Deutschen Reiterlichen Vereinigung – sowohl in Print-Version als auch elektronisch. Die Jahrbuch DVD bietet neben der reinen Zählauflistung auch die Möglichkeit der graphischen Darstellung der Zuchtwerte eines Hengstes sowie die Rangierung von Hengsten nach unterschiedlichen Kriterien.

Die Integrierte Zuchtwertschätzung führt sehr viele Leistungsinformationen zusammen, die dem Ziel einer frühen, genauen und unverfälschten Zuchtwertschätzung dienen. Folgende züchterische Vorteile bietet das BLUP-Schätzmodell:

- höhere Genauigkeit der Zuchtwerte
- frühes Ergebnis der Zuchtwerte
- Zuchtwerte für 15 Merkmale
- Vorselektion ist zum Teil ausgeschaltet
- Vergleichbarkeit über Stationen und Jahre ist möglich.

Damit ist die Integrierte Zuchtwertschätzung für die gegebene Prüfungsstruktur in der Reitpferdezucht das zurzeit modernste Verfahren zur Schätzung von Zuchtwerten.

Die Zuchtwertschätzung ist ein zentrales Instrument zur Auswahl der besten Pferde für die Weiterzucht. Mit den geschätzten Zuchtwerten erhalten Züchter und Zuchtleitungen insbesondere für die Selektion und Auswahl von Hengsten qualitativ bessere Informationen, sodass wichtige Voraussetzungen für eine gezielte Leistungszucht im Rahmen des Zuchtprogramms gewährleistet sind.

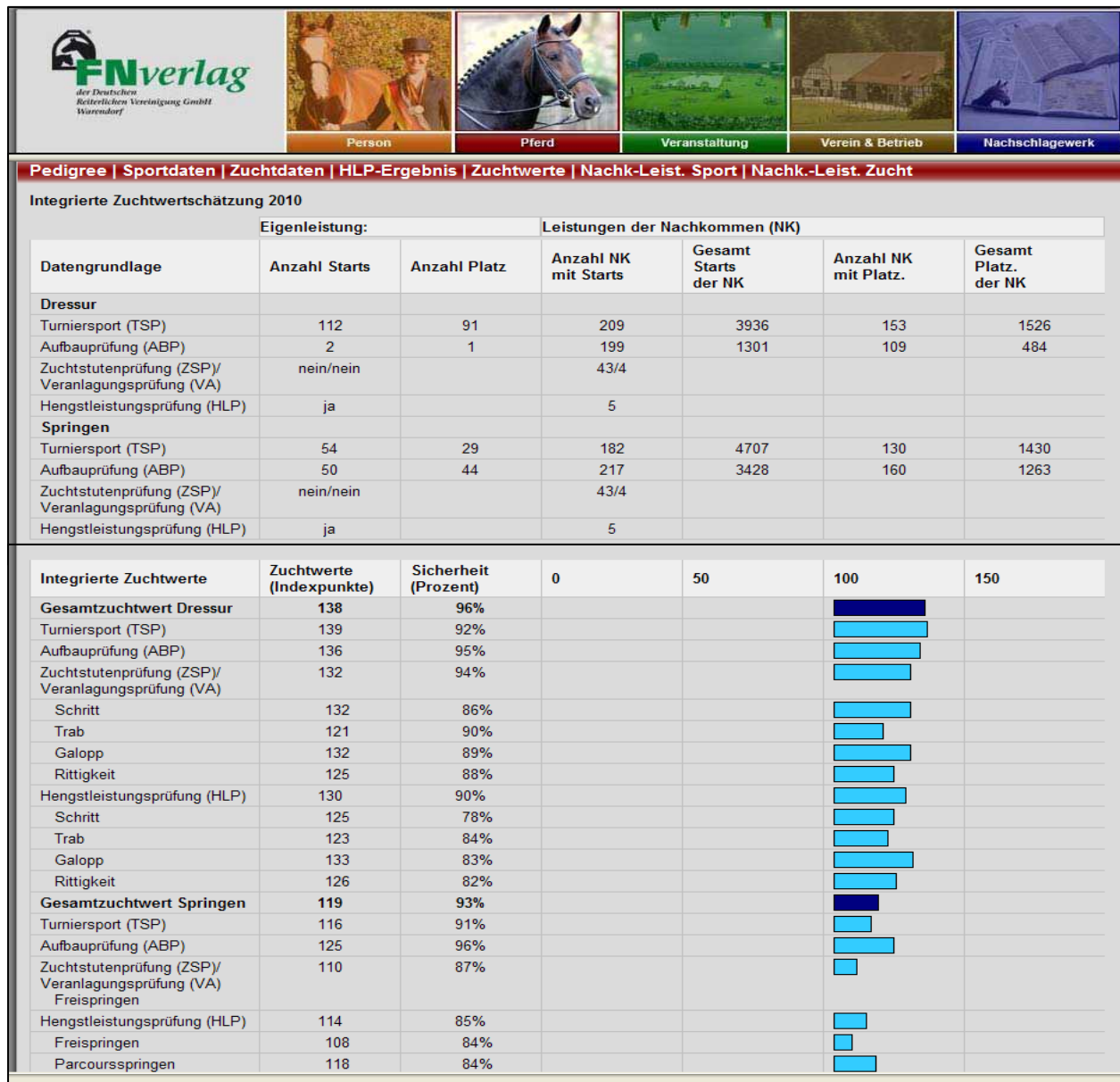


Abb. 4.1.5: Darstellung von Integrierten Zuchtwerten 2010 eines Hengstes
(AUSZUG AUS DEM JAHRBUCH ZUCHT 2010)

4.1.5 Fazit

Die Körung lässt Rückschlüsse anhand des Erscheinungsbildes auf einige Eigenschaften zu. Es kann schnell festgestellt werden, ob die Größe, Farbe, Schönheit und Eleganz den züchterischen Vorstellungen entsprechen. Ebenso lassen sich indirekt durch die Winkelungen der Gelenke, die Stellung der Gliedmaßen und die Korrektheit des Skeletts Rückschlüsse auf die Leistungseigenschaften ziehen. Aber ohne spezielle Leistungsprüfungen ist es unmöglich, das physiologische Leistungsvermögen – die Rittigkeit, die Grundgangarten und das Springvermögen - zu beurteilen. Ebenso verhält es sich mit der psychologisch bedingten Leistungsbereitschaft, die sich unter anderem in Umgänglichkeit, Charakter und Temperament niederschlägt. Dadurch bedingt, dass von allen Züchtern das Zuchtziel verfolgt wird, erfolgreiche Sportpferde mit bestem Interieur und Rittigkeit zu züchten, sind Leistungsprüfungen für die Reitpferdezucht unumgänglich. Ergebnisse aus Leistungsprüfungen sowie Integrierte Zuchtwerte liefern den Züchtern und den Zuchtleitungen die benötigte Grundlage zur Selektionsentscheidung.

Dabei muss aber beachtet werden, dass diese Informationen nur ein Baustein zur Beurteilung von Pferden und deren Vererbungsleistung sein können. Die Berücksichtigung weiterer Informationen über die Nutzungsdauer sowie andere bedeutende Leistungsmerkmale aus dem Bereich der Gesundheit und Fruchtbarkeit ist bei der Beurteilung von Reitpferden unerlässlich.

Literatur

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2003):
Leitlinien für die Veranlagungsprüfungen von Hengsten der deutschen Reitpferdezuchten
DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG E.V. (2011): Zuchtverbandsordnung (ZVO)
DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG E.V.: Jahresberichte 1990 – 2010
DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG E.V. (2011): HLP-Richtlinien der Deutschen
Reiterlichen Vereinigung

Autorin:

Dr. Teresa Dohms-Warnecke
Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN)
Freiherr-von-Langen-Str. 13
D-48231 Warendorf
E-Mail: tdohms@fn-dokr.de



Werkfoto, bereitgestellt von Dr. A. Brockmann (Landgestüt Celle)

4.2 Aktueller Stand der Zuchtwertschätzung in der Reitpferdezucht (Jutta Jaitner und F. Reinhardt)

In der Reitpferdezucht lassen sich zwei Arten von Zuchtwertschätzungen unterscheiden:

- die Integrierte Zuchtwertschätzung und
- die Verbandsinterne Zuchtwertschätzung.

Die Integrierte Zuchtwertschätzung beruht auf Leistungsdaten aus dem Sport- und Zuchtbereich und wird auf bundesweiter Datengrundlage durchgeführt. Die Verbandsinterne Zuchtwertschätzung bezieht sich auf Leistungsdaten aus dem Zuchtbereich (meist Merkmale der Stutbuchaufnahme und Zuchtstutenprüfung) und wird auf der Datengrundlage des jeweiligen Zuchtverbandes durchgeführt.

Der folgende Beitrag gibt eine Beschreibung der Integrierten Zuchtwertschätzung.

Im Auftrag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN) führt **vit** jährlich die Zuchtwertschätzung für Dressur- und Springveranlagung von Pferden durch. Ziel der Integrierten Zuchtwertschätzung ist es, möglichst früh für alle Pferde unter Einbeziehung aller bekannten Leistungsinformationen aus Pferdezucht und Pferdesport aussagefähige Zuchtwerte für die Dressur- und Springveranlagung zu schätzen. Daten der Pferdezucht und des Pferdesports werden in der Integrierten Zuchtwertschätzung gemeinsam züchterisch bewertet.

4.2.1 Datengrundlage

Die Zuchtwertschätzung basiert auf Leistungsdaten des Turniersports, der Aufbauprüfungen für junge Pferde, der Zuchtstutenprüfungen, der Veranlagungsprüfungen und Hengstleistungsprüfungen. Es werden Leistungen von Pferden aller Rassen der Rassegruppen Warmblut, Vollblut und Araber berücksichtigt.

Turniersport (TSP)

Im Turniersport werden alle vollständig erfassten Turniere bzw. Dressur- und Springprüfungen ab 01.01.1995 verwendet, d.h. es muss eine Rückmeldung der Ergebnisse aller gestarteten Pferde vorliegen. Damit ist eine Rangierung innerhalb des gesamten Starterfeldes möglich. Im Bereich der Turniersportprüfungen (Dressur- und Springprüfungen) wird der erzielte Rang innerhalb des erfassten Starterfeldes als Merkmal herangezogen. Um unterschiedlich große Starterfelder besser vergleichen zu können, wird der beobachtete Rang transformiert, zudem erfolgt dadurch eine Angleichung an die Wertebereiche der anderen Merkmalsskalen (z.B. Noten 1-10).

Aufbauprüfungen für junge Pferde (ABP)

Im Bereich der Aufbauprüfungen (Dressur- und Springpferdeprüfungen) wird direkt die erzielte Wertnote als Leistungskriterium berücksichtigt. Wie im Turniersport werden nur vollständig erfasste Prüfungen seit 01.01.1995 zur Zuchtwertschätzung zugelassen.

Zuchtstutenprüfungen (ZSP)

Aus den Zuchtstutenprüfungen der Pferdezuchtverbände werden ab 1986 die Noten für Schritt, Trab, Galopp, Rittigkeit und Freispringen als Leistungsmerkmale verwendet.

Für die Stationsprüfungen setzen sich die einzelnen Leistungsmerkmale teilweise aus dem Mittel der jeweils vorhandenen Einzelnoten zusammen. Das Datenaufkommen aus dieser Prüfungsform ist über die beteiligten Verbände jedoch sehr unterschiedlich. Werden alle Stuten zu einer Zuchtstutenprüfung vorgestellt, ergeben sich bereits für junge Hengste relativ große Nachkommengruppen, die nicht vorselektiert sind.

Veranlagungsprüfungen (VA)

Die Veranlagungsprüfungen werden seit 2000 berücksichtigt, als Leistungsmerkmale werden die Mittelwerte der Trainings- und Prüfungsnoten für Schritt, Trab, Galopp, Rittigkeit und Freispringen verwendet. Für die Zuchtwertschätzung selbst werden Veranlagungsprüfungen wie Zuchtstutenprüfungen behandelt.

Hengstleistungsprüfungen (HLP)

Aus dieser Prüfungsform wird ab 1986 für Hengste neben den Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp, der Rittigkeit und dem Freispringen zusätzlich auch das Merkmal Parcoursspringen berücksichtigt. Die einzelnen Leistungsmerkmale setzen sich aus dem jeweiligen Mittelwert der vorhandenen Einzelnoten zusammen, z.B. für Rittigkeit aus Trainings- und Prüfungsnote oder auch Fremdreiter.

Abstammungsdaten

Ausgehend von allen Pferden mit Eigenleistung in einer der beschriebenen Prüfungsformen wird die Abstammung für mindestens zwei Generationen aufgebaut und zur verwandtschaftlichen Verknüpfung der Schätzpopulation herangezogen. Haben auch die Mutter, der Vater oder die Großeltern bereits Leistungen erbracht, ist die tatsächlich in der Zuchtwertschätzung berücksichtigte Abstammung in der Regel jedoch viel tiefer.

Die ZWS 2010 umfasste insgesamt 591.661 Pferde, davon hatten 408.232 Pferde insgesamt etwa 14,4 Mill. Eigenleistungen.

Tabelle 4.2.1: Datenumfang

Anzahl	TSP Spr	TSP Dre	ABP Spr	ABP Dre	ZSP/VA	HLP
Pferde	208.210	184.772	155.047	106.065	75.410	7.036
Eigenleistungen	7,89 Mill.	3,66 Mill.	2,18 Mill.	0,56 Mill.	75.410	7.036

4.2.2 Schätzmodell

Für die Integrierte Zuchtwertschätzung wurde ein

BLUP – Mehrmerkmals – Wiederholbarkeits - Tiermodell.

implementiert.

Diese Begriffe können etwas vereinfacht wie folgt beschrieben werden:

BLUP (Best Linear Unbiased Prediction)

Das entscheidende Kennzeichen einer BLUP Zuchtwertschätzung ist die gleichzeitige Schätzung und damit gegenseitige Korrektur aller im Modell zu berücksichtigenden Effekte, d. h. in einem BLUP Schätzverfahren sind die Zuchtwerte für alle relevanten Umwelteffekte direkt im Schätzmodell korrigiert, eine Vorkorrektur der Leistungsdaten erfolgt nicht. Diese Eigenschaft ermöglicht eine differenzierende Schätzung, ob z.B. die Überlegenheit eines Pferdes aufgrund seines Genotyps oder aber aufgrund seines überragenden Reiters zu erklären ist. Das Erkennen und die korrekte Berücksichtigung des Niveaus (genetische Konkurrenz) einer Prüfung (Vergleichsgruppe) ergibt sich ebenfalls aus dieser Eigenschaft des Schätzverfahrens.

Mehrmerkmalsmodell

Alle Merkmale werden gleichzeitig statistisch ausgewertet. Ein Mehrmerkmalsmodell verknüpft die verschiedenen Prüfungsformen und Merkmale über die genetischen Korrelationen, somit trägt jede Information gleichzeitig zur Schätzung des Zuchtwertes der anderen Merkmale bei.

Wiederholbarkeitsmodell

Mehrfachleistungen eines Pferdes im gleichen Merkmal werden als wiederholte Leistungsbeobachtungen behandelt. Dies gilt für die wiederholten Starts eines Pferdes in Dressur bzw. Springen im Turniersport ebenso wie für Aufbauprüfungen. Im Bereich der Zuchtprüfungen ist für ZSP/VA und HLP jeweils nur eine Beobachtung zugelassen, liegen zwei oder mehr Leistungsprüfungen vor, wird nur die aktuellste Prüfung übernommen.

Tiermodell

Das Tiermodell berücksichtigt alle (bekannten) verwandtschaftlichen Beziehungen und nutzt somit alle verfügbaren Informationsquellen der verwandten Tiere (Leistungen). Aufgrund des Tiermodell- und Mehrmerkmalsmodell-Ansatzes werden für jedes Pferd in allen Merkmalen Zuchtwerte geschätzt, auch wenn das Pferd selbst keine entsprechende Eigenleistungen aufweist, sondern nur seine Verwandten (z. B. Mutter mit ZSP, Vater mit HLP, väterliche Halbgeschwister mit Starts im TSP).

Im Tiermodell ist der genetische Erwartungswert eines Tieres automatisch als mittlerer Elternzuchtwert (Pedigree - Zuchtwert) definiert. Bei unbekannter Abstammung, d.h. ein oder beide Elter(n) sind nicht bekannt, werden an Stelle der Eltern genetische Herkunftsgruppen definiert, die für diese Pferde den Erwartungswert (Pedigree - Zuchtwert) bilden. Um diese Herkunftsgruppen möglichst genau abzubilden, werden genetische Gruppen für Rassegruppe, Geschlecht und Geburtsjahre festgelegt. So wird z.B. für eine Vollblut-Stute mit unbekannter Abstammung ein anderer mittlerer Erwartungswert unterstellt und geschätzt als für eine gleichaltrige Warmblut-Stute, für einen Warmblut-Hengst mit Geburtsjahr 1971 ein anderer Erwartungswert als für einen Warmblut-Hengst mit Geburtsjahr 1962.

Das Modell vereinigt damit alle Eigenschaften/Komponenten einer Zuchtwertschätzung auf dem aktuellsten wissenschaftlichen Kenntnisstand.

Die verwendeten genetischen Parameter, Heritabilitäten und Korrelationen, sind in Tabelle 5.2.2 wiedergegeben. Die Wiederholbarkeiten der Sportmerkmale TSP Springen und Dressur sowie ABP Springen und Dressur liegen bei 0,19, 0,37, 0,32 bzw. 0,38. Die Heritabilitäten in den Turniersportmerkmalen (TSP und ABP) sind im niedrigen Bereich, hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese für eine Einzelbeobachtung (Start) gelten, mit der Anzahl der Starts eines Pferdes steigt auch der entsprechende Beitrag zur Zuchtwertschätzung, es kommt eine Heritabilität für die durchschnittliche Leistungsabweichung zum Tragen. So ergibt sich z.B. für das Merkmal TSP Springen bei 5 Starts bereits eine entsprechende Heritabilität von 0,23, bei 10 Starts 0,27, bei 50 Starts 0,31 und bei 100 Starts 0,32.

Umweltfaktoren (= nicht genetisch bedingte Effekte)

Jedes Merkmal wird speziell für die bei ihm relevanten, nicht genetisch bedingten Einflussfaktoren korrigiert. Generell wird ein Pferd mit seiner Leistung immer in einer Vergleichsgruppe mit anderen Pferden verglichen. Innerhalb der Vergleichsgruppe kann unterstellt werden, dass alle Leistungen unter weitestgehend denselben Bedingungen erbracht wurden.

Im Sportbereich, TSP und ABP, ist diese Vergleichsgruppe durch die Prüfung auf einem Turnier definiert, in den Zuchtprüfungen HLP, VA und ZSP durch den Prüfungsdurchgang innerhalb Station bzw. Datum und Ort der Prüfung innerhalb Verband. Der Vergleich innerhalb einer Prüfungsgruppe umfasst und beschreibt damit gleichzeitig auch die Konkurrenz, gegen die das Pferd angetreten ist. Ausschlaggebend für positive Zuchtwerte ist nicht nur, dass ein Pferd gewonnen hat bzw. gut platziert war, wichtig ist auch unter welcher Konkurrenz sich das Pferd behaupten musste. Das Schätzsystem erkennt diese Konkurrenz, eine zusätzliche Berücksichtigung der Klassen im Turniersport ist deshalb nicht notwendig.

Das Schätzverfahren berücksichtigt außerdem für die Merkmale des Turniersports und der Aufbauprüfungen die Faktoren Alter x Geschlecht und Leistungsklasse des Reiters innerhalb Jahr.

Sobald ein Reiter jedoch mindestens 50 Starts mit mindestens 5 Pferden innerhalb eines Jahres aufweist, wird dieser Reiter direkt im Modell als eigene Einflussgröße berücksichtigt: Für Aufbauprüfungen gilt dies bei mindestens 30 Starts mit mindestens 3 Pferden.

Tabelle 4.2.2: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb Diagonale)

Merkmal		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
TSP	Springen	1	0,04	0,14	0,63	0,13	0,14	0,10	0,23	0,19	0,26	-0,08	0,03	0,10	0,11	0,38	0,44
	Dressur	2		0,08	0,14	0,61	0,51	0,52	0,48	0,64	0,01	0,54	0,61	0,57	0,67	-0,03	0,09
ABP	Springen	3			0,13	0,26	0,07	0,15	0,31	0,27	0,42	0,07	0,11	0,28	0,26	0,46	0,69
	Dressur	4				0,17	0,54	0,60	0,57	0,66	0,10	0,54	0,63	0,64	0,69	0,07	0,25
ZSP / VA	Schritt	5					0,30	0,55	0,52	0,56	0,10	0,73	0,57	0,62	0,53	-0,04	0,04
	Trab	6						0,40	0,69	0,67	0,18	0,55	0,79	0,67	0,64	0,04	0,11
	Galopp	7							0,37	0,67	0,25	0,49	0,60	0,73	0,59	0,15	0,30
	Rittigkeit	8								0,32	0,17	0,57	0,68	0,72	0,77	0,02	0,18
	Freispringen	9									0,34	-0,08	0,04	0,12	0,06	0,87	0,77
HLP	Schritt	10										0,37	0,65	0,62	0,58	-0,13	0,03
	Trab	11											0,52	0,74	0,75	-0,05	0,03
	Galopp	12												0,44	0,72	0,17	0,29
	Rittigkeit	13													0,42	0,04	0,19
	Freispringen	14														0,41	0,86
	Parcoursspr.	15															0,34

4.2.3 Zusammenfassung zu Teil- und Gesamtzuchtwerten

Zielgrößen der Integrierten Zuchtwertschätzung sind die mittleren Zuchtwerte für Dressur- bzw. Springveranlagung, geschätzt aufgrund aller bekannter Leistungen in allen Prüfungsarten. Wie bereits beschrieben, wird für jedes Pferd in jedem Einzelmerkmal ein Zuchtwert geschätzt. Die Springmerkmale aller Prüfungsarten (Rang TSP, Wertnote ABP, Wertnoten Freispringen und Parcoursspringen) werden daher anschließend zu einem Gesamtzucht „Springen“ und die Dressurmerkmale (Rang TSP, Wertnote ABP, Wertnoten Gangarten und Rittigkeit) zu einem Gesamtzuchtwert „Dressur“ zusammengefasst. Die einzelnen Merkmale sind in Tabelle 5.2.3 nach Prüfungsform geordnet und mit ihrer Gewichtung in den Teilzuchtwerten und im Gesamtzuchtwert aufgelistet.

Tabelle 4.2.3: Gewichtung der Einzelzuchtwerte zu Teil- und Gesamtzuchtwerten

Merkmal		DRESSUR					SPRINGEN				
		Teilzuchtwerte				Ges. ZW	Teilzuchtwerte				Ges. ZW
		TSP	ABP	ZSP/ VA	HLP		TSP	ABP	ZSP/ VA	HLP	
TSP	Springen						100 %				25 %
	Dressur	100 %				25 %					
ABP	Springen							100 %			25 %
	Dressur		100 %			25 %					
ZSP/VA	Schritt			25 %		6,25 %					
	Trab			25 %		6,25 %					
	Galopp			25 %		6,25 %					
	Rittigkeit			25 %		6,25 %					
	Freispringen								100 %		25 %
HLP	Schritt				25 %	6,25 %					
	Trab				25 %	6,25 %					
	Galopp				25 %	6,25 %					
	Rittigkeit				25 %	6,25 %					
	Freispringen									50 %	12,5 %
	Parcoursspringen									50 %	12,5 %

4.2.4 Basis und Skala der Zuchtwerte

In der Zuchtwertschätzung können nur genetische Unterschiede zwischen Tieren geschätzt werden. Dies bedeutet, dass zur Darstellung der Zuchtwerte eine Nulllinie und die Skala der Zuchtwerte definiert und eingestellt werden muss. Diese Skaleneinstellung (Nulllinie, Streuung) beeinflusst nicht die aus der Zuchtwertschätzung resultierende Rangierung der Tiere.

Alle Einzel- und Teilzuchtwerte sowie die Gesamtzuchtwerte werden auf einer Relativskala mit Mittelwert 100 und einer genetischen Streuung von 20 Punkten ausgewiesen. Das Mittel (Niveau) der Zuchtwerte wird durch die als Basis definierten Tiere bestimmt. Die Basis bilden alle 11 bis 15 jährigen Hengste (ZWS 2010: Geburtsjahre 1995-1999), die entweder selbst oder mindestens 5 ihrer Nachkommen eine Hengstleistungsprüfung absolvierten. Der mittlere Zuchtwert dieser Hengste im jeweiligen Zuchtwert wird auf 100 Punkte gesetzt. Die Zuchtwerte aller Pferde werden nun auf diese Basis bezogen, wobei die Streuung der Relativzuchtwerte 20 Punkte beträgt. Die Einstellung dieser Skala (100/20) erfolgt getrennt für alle Einzel-, Teil- und Gesamtzuchtwerte.

4.2.5 Sicherheiten der Zuchtwerte

Die Sicherheit ist eine Maßzahl, um die der Schätzung zugrunde liegende Informationsmenge und Informationsqualität zu charakterisieren und zu quantifizieren, wie z.B. die Vergleichsstruktur und die Anzahl der Eigen- und Verwandtenleistungen. Eine etwas andere Interpretation der Sicherheit ist, inwiefern sich der Zuchtwert eines Pferdes bei weiterem Informationszuwachs in den folgenden Jahren noch ändern kann.

Die Zuchtwerte dürfen bei einer Selektionsentscheidung jedoch nicht mehr mit der Sicherheit gewichtet werden, da die Zuchtwertschätzung an sich bereits diese Gewichtung beinhaltet. Für Pferde mit wenig verfügbarer Information, z.B. nur Elterninformation, z.B. Mutter mit ZSP, Vater mit HLP, oder nur Eigenleistung, z.B. wenige Starts in Aufbauprüfungen, wird der Zuchtwert „vorsichtiger“ geschätzt als für Pferde mit umfangreicher Information, z.B. mehrere Nachkommen mit Eigenleistungen in den verschiedenen Merkmalskomplexen.

4.2.6 Veröffentlichung der Zuchtwerte für Hengste

Für Hengste werden die Zuchtwerte veröffentlicht, falls der Gesamtzuchtwert Springen bzw. Dressur eine Sicherheit von mindestens 70% aufweist und die Schätzung auf mindestens 5 Nachkommen mit Eigenleistungen im entsprechenden Merkmalsbereich basiert. Ist der Gesamtzuchtwert Springen bzw. Dressur veröffentlicht, werden auch alle dazugehörigen Einzel- und Teilzuchtwerte ausgewiesen.

Um eine Einordnung der veröffentlichten Hengste zu erleichtern, sind in Tabelle 5.2.6 die „Grenzen der Besten“ für die Gesamtzuchtwerte Dressur und Springen angegeben. Hat ein Hengst z.B. einen Dressur-Zuchtwert von 140 Punkten, so gehört er zu den 5 % besten aller veröffentlichten Hengste.

Die Veröffentlichung der Zuchtwerte erfolgt durch die Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN).

Tabelle 4.2.6: „Grenzen der Besten“ für veröffentlichte Hengste

ZWS 2010	N	Mittelwert	Std.abw.	25 %	10 %	5 %	1 %
Gesamt ZW Dressur	4048	94,9	22,2	109	125	135	151
Gesamt ZW Springen	3010	99,3	23,6	116	131	139	152

4.2.7 Fazit

Durch die gemeinsame züchterische Bewertung von Leistungsdaten aus Sport und Zucht ist die Integrierte Zuchtwertschätzung im internationalen Vergleich die z.Zt. fortschrittlichste und umfangreichste Zuchtwertschätzung in der Reitpferdezucht. Durch die Berücksichtigung von Zuchtprüfungen (ZSP, VA und HLP) erhalten die Züchter bereits relativ früh Hinweise auf das Vererbungspotential von jungen Hengsten. Jede Zuchtwertschätzung kann immer nur den Stand der aktuell zugrundeliegenden Information widerspiegeln. Dadurch sind Änderungen der Schätzwerte im Zeitverlauf zu erwarten, insbesondere ist in den ersten Jahren des Zuchteinsatzes ein erheblicher Informationszuwachs zu verzeichnen.

Die Ergebnisse der Zuchtwertschätzung sollten noch mehr von Züchtern und Zuchtverbänden in der praktischen Zucht Anwendung finden, um konsequenter Elterntiere, zumindest Hengste, zu selektieren und den Zuchtfortschritt zu beschleunigen.

Weiterführende Literatur

siehe: www.vit.de

Autoren:

Dr. Jutta Jaitner und F. Reinhardt, vit Verden

Heideweg 1, 27283 Verden

E-Mail: jutta.jaitner@vit.de bzw. friedrich.reinhardt@vit.de

5. Biotechnologie in der Pferdezucht (H. Sieme)

5.1 Einleitung

Zu den fortpflanzungsbiologischen Verfahren in der deutschen Pferdezucht zählen die Instrumentelle Samenübertragung mit flüssigkonserviertem und tiefgefrorenem Sperma, die Gewinnung und Übertragung von Embryonen (= Embryotransfer, ET), die In-vitro-Produktion (IVP) von Embryonen sowie assoziierte Methoden wie die Geschlechtsbestimmung (= Sexing) und die Tiefgefrierkonservierung von Eizellen und Embryonen.

Eine detaillierte Darstellung, der im Rahmen der Instrumentellen Samenübertragung und des Embryotransfers zu berücksichtigenden rechtlichen Voraussetzungen ist zusammen mit außerordentlich nützlichen Arbeitsanleitungen für die praktische Anwendung dieser Biotechniken der Webseite der Landwirtschaftskammer zu entnehmen. Hier sei ausdrücklich auf diese von Fachleuten der Landwirtschaftskammern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein in hervorragender Weise erstellte und gelungene Übersicht hingewiesen, welches Leitlinien für die Zulassung, Überwachung und den Betrieb von Pferdebesamungsstationen, Samendepots und Embryoentnahmeeinheiten enthält (s. auch: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/tier/nav/228/article/15206.html>).

5.2 Instrumentelle Samenübertragung

Die Instrumentelle Samenübertragung umfasst im Wesentlichen drei Abschnitte:

- die Samenentnahme,
- die Samenaufbereitung (spermatologische Untersuchung, Verdünnung, Konservierung)
- die Sameneinführung

(weitere Details: s. Sieme, 2004, Sieme et al., 2005, u.a.m.).

Die ersten Überlieferungen zur künstlichen Besamung stammen aus einer arabischen Erzählung aus dem Jahr 700 nach der Flucht des Propheten. Ein Araber aus Darfur tränkte einen Wattebausch mit dem Scheidensekret seiner rossigen Stute und schlich sich an einen wertvollen Hengst heran, der einem benachbarten feindlichen Stamm angehörte. Nachdem er den Hengst mit dem Wattebausch erregte und Samenflüssigkeit erlangte, eilte er zu seiner Stute, stopfte den Wattebausch in die Scheide und erzielte so das gewünschte Fohlen (s. Veterinärkunde).

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde insbesondere durch osteuropäische Wissenschaftler der Grundstein systematischer Untersuchungen zur Pferdebesamung gelegt. So wurden im Jahr 1938 russischen Berichten zufolge bereits 150.000 Stuten-besamungen durchgeführt (Klug, 1986). Aufgrund der wechselhaften wirtschaftlichen Bedeutung des Pferdes in den Nachkriegsjahren, der im Vergleich zum Rind komplexen Fortpflanzungsbiologie und einer zunächst restriktiven Haltung der Zuchtverbände, entwickelte sich die Pferdebesamung in Deutschland zögerlich.

Während in den frühen Nachkriegsjahren aufgrund einer akuten Seuchengefahr durch Beschälseuche in Schwichelt, Kreis Peine und Pattensen im Süden von Hannover vorübergehend die künstliche Besamung mit nativem Sperma durchgeführt wurde, um der Übertragung des Infektionserregers entgegenzuwirken, stieg das dauerhafte Interesse an der Instrumentellen Samenübertragung erst mit der Zunahme der wirtschaftlichen Bedeutung der Pferdezucht im Sinne des Reitsports.

Neben dem primären mikrobiologischen Ziel der reduzierten Verbreitung pathogener (krankmachender) und bedingt pathogener Infektionserreger durch den Hengst, bot die Instrumentelle Samenübertragung den Vorteil einer bestmöglichen Nutzung der Vattertiere. So wurde einer geschlechtlichen Überbeanspruchung stark frequentierter Deckhengste in der zeitlich begrenzten Decksaison entgegengewirkt und eine überregionale Nutzung wertvoller Hengste ermöglicht. Durch den Einsatz von Tiefgefriersperma konnte die Nutzung weltweit und über die Lebenszeit des Hengstes hinaus ausgeweitet werden.

Die tierzüchterischen Befürchtungen im Hinblick auf die Einengung der genetischen Varianz in der Gesamtpopulation durch stärkere Nutzung einiger weniger Hengste wurde anfänglich durch eine Beschränkung der pro Hengst und Jahr zu besamenden Stutenzahl (1991: 200/Hengst/Jahr) begegnet.

Ein wesentlicher Grundstein zur instrumentellen Samenübertragung wurde 1973 im Landgestüt Celle mit der Errichtung der „Zentralen Pferdebesamungsstation“ in Verbindung mit einem früheren Pilotprojekt zur Tiefgefriersamenübertragung - in Kooperation mit der Klinik für Andrologie und Besamung der Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover - gelegt.

Zur Erinnerung:

Nachdem der italienische Priester Abbe Lazáro Spallanzani bereits 1776 den Erhalt der Lebensfähigkeit von humanen, equinen und Froschspermatozoen beobachtete, die 30 Minuten im Schnee abgekühlt und anschließend wieder aufgetaut wurden, beschrieb Mantegazza 1866 die Samenkonservierung durch Temperatursenkung: „Wenn Samenflüssigkeiten für mehr als vier Tage ohne sichtbare Veränderung bei Eisschmelztemperaturen konserviert werden können, mutmaße ich, dass es in der Zukunft Wissenschaftlern gelingen wird, die Rassen von Pferden, vollblütigen Hengsten, Bullen und anderem Vieh zu verbessern. Es wird möglich sein eine künstliche Befruchtung mit gefrorener Samenflüssigkeit durchzuführen. Es könnte Wirklichkeit werden, dass Ehemänner, die in den Krieg ziehen und dort sterben durch Hinterlegung von Samenflüssigkeit ihre Frauen auch nach dem Tod befruchten und so rechtmäßige Söhne haben“.

Das erste Fohlen, das aus einer künstlichen Besamung mit kryokonserviertem Sperma resultierte, kam 1957 zur Welt (Barker und Gandier, 1957).

Ein Durchbruch in der Tiefgefrierkonservierung gelang den hannoverschen Reproduktionsmedizinern *Merk* und *Krause*, die mit dem von *Nagase* entwickelten sog. Pelletverfahren 1967 ein Fohlen erzielen konnten (vgl. Nagase et al., 1964, sowie Merkt und Krause, 1966).



Abb. 5.1: Das erste Fohlen aus der Besamung von Tiefgefriersperma nach dem von *Merk* und *Krause* entwickelten sog. Pelletverfahren wurde in Deutschland 1967 geboren

Diese im Landgestüt Celle in den Siebziger Jahren zur Besamung von 200-300 Stuten pro Saison angewandte Methode bietet physikalisch gute Gefriervoraussetzungen, ihre Einsatzmöglichkeiten sind jedoch aus hygienischen Gesichtspunkten begrenzt.

Während in einer polnischen Arbeitsgruppe ein Gefrierverfahren auf flachen Aluminiumtuben basierte, entwickelten die *Hannoveraner Reproduktionsmediziner Martin* und *Klug* in Zusammenarbeit mit dem Landgestüt Celle zeitgleich das sog. Makrotübverfahren. Diese aus der Schweinebesamung übernommene und an Pferdesperma angepasste Methode galt lange Zeit international als das Standardverfahren zur Kryokonservierung von Hengstsperma. Neben der Einhaltung hygienischer Anforderungen ermöglichte das Makrotübverfahren eine bessere Identifizierung und die Unterbringung der erforderlichen Spermiodosis in einer Gefriereinheit.

Der entscheidende Durchbruch in der Instrumentellen Samenübertragung gelang mit der Einführung der „Frischsamenerübertragung“ am Niedersächsischen Landgestüt Celle in der Decksaison 1986. Zur Herstellung flüssigkonservierten Spermas wird das Hengstsperma unmittelbar nach der Samenentnahme und spermatologischen Untersuchung mit speziell entwickelten Verdünnermedien versetzt, wodurch eine Lagerungsfähigkeit des Frischsamens von 48 Stunden bei Kühlschranktemperatur erzielt wird. Der Transport am Tag der Samenentnahme bzw. der Versand über Nacht erfolgt ohne Unterbrechung der Kühlkette in Styroporboxen.

Die Entwicklung und rasant zunehmende Bedeutung der Instrumentellen Samenübertragung in der deutschen Pferdezucht verdeutlichen die Zahlen der FN (Jahresberichte).

Während 1985 40.996 Warmblutstuten im Natursprung gedeckt wurden, registrierte die FN im Jahr 2009 in Deutschland 45.070 Belegungen, wovon 39.053 Warmblutstuten (86,6 %) mit Frischsperma und 990 Stuten (2,1%) mit Tiefgefriersperma besamt wurden (Abb. 5.2).

Richtwerte für die Herstellung und Einsatzmöglichkeiten von Hengstsperma in der Samenübertragung können der nachfolgenden tabellarischen Auflistung entnommen werden.

Tab. 2. Richtwerte für die Herstellung und Einsatzmöglichkeiten von Hengstsperma in der Samenübertragung
Criteria for the production and application of stallion semen

	unverdünnt	Flüssigsperma Frischsperma	Versandsperma	Tiefgefrier- sperma
Aufbereitungstechnik	–	Verdünnung	Verdünnung, Zentrifugation	Zentrifugation
Verdünnungsverhältnis (Sperma : Verdünner)		≥1:3 ≥25 x 10 ⁶ sp./ml	≥1:3 ≥25 x 10 ⁶ sp./ml	50 x 10 ⁶ sp./ml vor Zentrifug.
Kühlrate (20°→5°C) Gefrierate (5°→–120°C)			0.05°C/min.	0.05°C/min. ≥25°C/min.
Lagerungsbedingungen	+37°C	18–20°C aerob	5°C anaerob	–196°C
Zeitspanne: Samengew. → KB	unmittelbar	0–12 h	24–36 h	–
Spermiendosis*		300 x 10 ⁶ pms	600 x 10 ⁶ pms	800 x 10 ⁶
Inseminationsoptimum bei einmaliger KB/Rosse [h relativ zur Ovulation]		<+36 h → –8 h	<+24 h → –8 h	<12 h → –8 h
Vor-↑ / Nach-↓teile:				
– Eignung Hengste	↑	↑	↓	↓↓
– niedrige Spermiendosis	↑	↑	↓	↓
– Lagerungsdauer	↓↓	↓↓	↑	↑↑↑
– Lagerungskosten	↑	↑	↓	↓↓↓
– Fertilitätsprognose	↑	↑	↓	↓

* Richtwerte für die Spermiendosis in der equinen Samenübertragung gemäß Empfehlungen der World Breeding Federation of Sport Horses WBFSH (Quelle: www.wbfs.org)

* Tabelle entnommen aus: Sieme et al., 2005 (vgl. Züchtungskunde 77, 180 - 193)

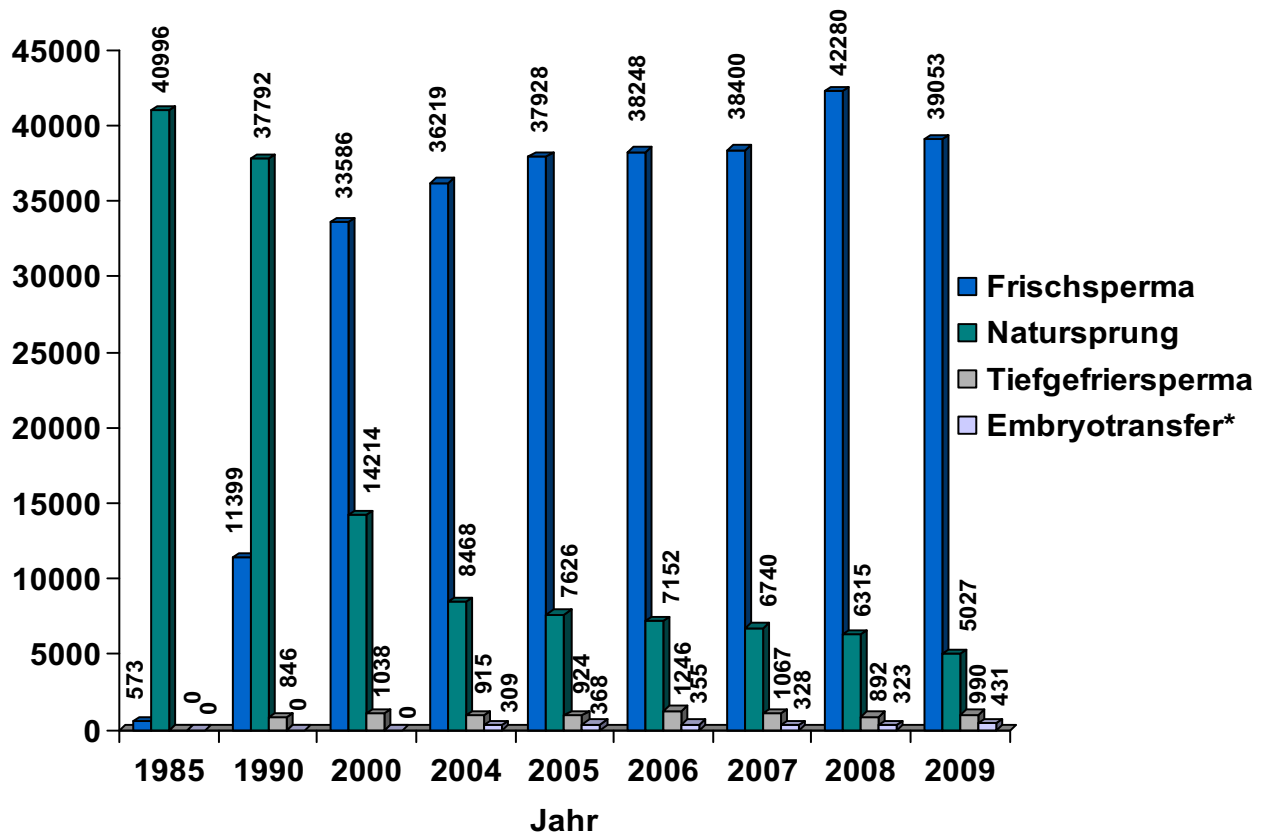


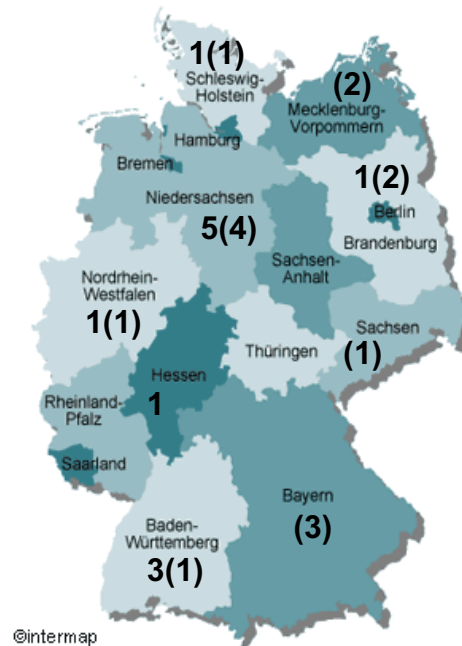
Abb. 5.2: Entwicklung der Bedeckungsarten in der deutschen Reitpferdezucht (nur Warmblut), Quelle: Jahresbericht, 2009 FN: DTSCH. REITERLICHE VEREINIGUNG e.V. (FN), * Anzahl der tragenden Empfängerstuten



Foto: W. Brade



EU-Besamungsstationen



**Embryotransfereinrichtungen
EU (national)**

Abb. 5.3: Für das Pferd zugelassene Besamungsstationen und Embryotransfereinrichtungen. Stand Anfang 2011

5.3 Embryotransfer beim Pferd

5.3.1 Vorbemerkung

In den vergangenen Jahren hat der kommerzielle Embryotransfer (ET) Einzug in die deutsche Pferdezucht gehalten. Bei diesem Verfahren wird nach herkömmlicher Belegung der Spenderstute am 6,5. - 8. Tag nach dem Eisprung (Ovulation) der Embryo durch Spülung der Gebärmutter gewonnen und entweder direkt - ähnlich einer Besamung - auf eine zyklussynchrone Empfängerstute übertragen, gekühlt innerhalb von 12 - 24 Stunden zu einer synchronen Trägerstute transportiert oder tiefgefroren (konventionelle Tiefgefrierung oder Vitrifikation).

Die Embryogewinnungsrate wird von der Zuchttauglichkeit und dem Alter der Spenderstute, der Qualität des eingesetzten Spermas, dem Besamungsmanagement, dem Tag der Embryogewinnung und der Ovulationenzahl pro Rosse beeinflusst. Im Vergleich zum Rind gestaltet sich die Superovulation zur Gewinnung mehrerer Embryonen pro Spülung bislang schwierig.

Die Trächtigkeitsrate nach der Übertragung des Embryos hängt vorwiegend von der Zyklussynchronität der Spender- und Empfängerstute, der Embryoqualität, der Zuchttauglichkeit der Empfängerstute und der Transfermethode ab.

Auch nach Einführung des praxisreifen Embryotransfers zieht der equine ET weiterhin das wissenschaftliche Interesse auf sich. Durch Optimierung der Superovulationsprotokolle und Verbesserung der Embryontiefgefrierung soll die Effizienz gesteigert und eine saisonale und räumliche Unabhängigkeit erzielt werden, um der Pferdezucht langfristig ein wirtschaftliches biotechnisches Verfahren zu eröffnen.

5.3.2 Praktische Nutzung

Nachdem in den achtziger Jahren die Einführung der Instrumentellen Samenübertragung die deutsche Warmblutzucht maßgeblich beeinflusste, hat in den vergangenen Jahren der kommerzielle Embryotransfer (ET) als praxisreifes biotechnisches Verfahren zur Realisierung verschiedener züchterischer Zielsetzungen Einzug in die Pferdezucht gehalten.

Zu den wesentlichen Gründen zur Anwendung des ETs zählt die Möglichkeit, von einer Stute mit guter Nachkommenleistung mehrere Embryonen pro Jahr zu gewinnen. Von erfolgreich im Turniersport eingesetzten Stuten können während der laufenden Turniersaison Embryonen gewonnen werden, so dass eine parallele Zuchtnutzung von Sportpferden ohne Unterbrechung des Trainings- oder Turniereinsatzes ermöglicht wird. Durch die Besamung und Spülung zweijähriger Stuten kann eine vorzeitige Zuchtnutzung erfolgen, die zu einer Verkürzung des Generationsintervalls beiträgt. Aus medizinischer Sicht wird der Embryotransfer bei Stuten empfohlen, die aufgrund von Erkrankungen selbst keine Frucht mehr austragen können oder nicht den Belastungen und Risiken einer Trächtigkeit ausgesetzt werden sollten.

Der Weg von den ersten Berichten erfolgreicher Übertragung equiner Embryonen bis zur praxisreifen, kommerziellen Anwendung gestaltete sich aus unterschiedlichen Gründen schwierig. So sind im Vergleich zu anderen Tierarten die Erfolgsaussichten mit einer Spülrate von ca. 50 % (35-70 %) bei der Stute begrenzt, da im Regelfall pro Rosse nur ein bis zwei dominante Follikel ausgebildet werden. Das Management der Spenderstute und insbesondere die Auswahl und Synchronisation der Empfängertiere sind aufgrund täglicher Follikelkontrollen mit einem erhöhten tierärztlichen Aufwand verbunden. Hinzu kommen fehlendes Equipment und technische Erfahrung sowie die Skepsis der Züchter und Zuchtverbände, die lange Zeit jährlich nur ein Fohlen pro genetische Mutter akzeptierten.

In Südamerika und den Vereinigten Staaten wird der Embryotransfer seit Ende der Neunziger in der Polo- und Quarter Horse-Zucht praxisreif eingesetzt und durch Entwicklungen in den ET-Programmen und Verbesserungen der Rentabilität von Spülung, Embryonenübertragung und -lagerung sowie der Bereitstellung der Empfängerstuten kommerziell erfolgreich betrieben.

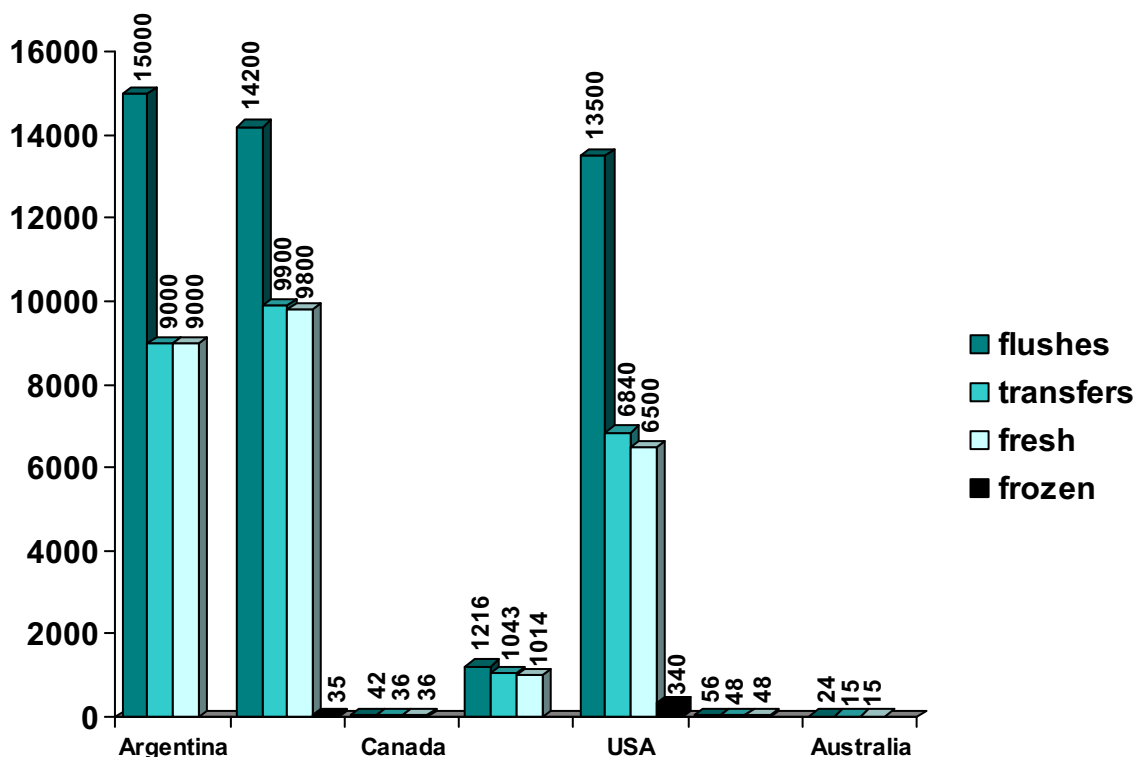


Abb. 5.3.4: Anzahl der equinen Embryotransfers weltweit im Jahr 2008 (IETS-Newsletter 2009)

Insbesondere die Möglichkeit des gekühlten Transportes bei 5°C bis zu 24h ohne deutlichen Abfall der Trächtigkeitsraten der Empfängerstuten machte den Einsatz des ETs der Pferdezucht zugänglich. So können Embryonen nach der Spülung zu spezialisierten Zentren geschickt werden, die eine Auswahl synchronisierter Rezipientenstuten bereitstellen.

Seit 2003 wurde mit der Gründung der für den innergemeinschaftlichen Handel zugelassenen Embryotransfereinrichtung im Landgestüt Celle und der ET-Station auf einem Privatgestüt (Lewitzhof) in den neuen Bundesländern die ET-Aktivitäten in Deutschland nennenswert erweitert.

Die ansteigende Zahl der beantragten und genehmigten Embryotransfer-einrichtungen für Pferde verdeutlicht das zunehmende Interesse der Praxis an der Durchführung des ETs. Die ET-Nachfrage scheint trotz des Einbruchs der Be-deckungszahlen in den vergangenen Jahren konstant zu bleiben, um die Pferdezucht wirtschaftlich zu gestalten. So können in Zeiten des erschwerten Fohlenverkaufs Stuten mit hohem züchterischem Potential als Spenderstuten und die aufgrund der Marktlage unbelegten Stuten als Empfängerstuten genutzt werden.

Nachfolgend werden das Verfahren des Embryotransfers beim Pferd und die Einflussfaktoren auf die Embryogewinnungs- und Trächtigkeitsraten detaillierter beschrieben.

5.3.3 Verfahren des Embryotransfers

Embryonengewinnung und -beurteilung

Nach herkömmlicher Besamung der Spenderstute erfolgt die Embryonengewinnung in der Regel am 7. oder 8. Tag nach dem Eisprung. Aufgrund des im Vergleich zu anderen Spezies langen Eileitertransportes beim Pferd kann der Embryo frühestens am 6. Tag nach dem Eisprung aus der Gebärmutter gewonnen werden.

Ab Tag 9 wird der verhältnismäßig große Embryo jedoch leicht bei der Gewinnung, Lagerung oder dem Transfer beschädigt.

Zur Embryonengewinnung wird ein kommerziell verfügbarer Spülkatheter vorsichtig durch den Gebärmutterhals eingeführt und bis in den Gebärmutterkörper vorgeschoben (vgl. Abb. 5.3.5). Mit Hilfe eines ca. 70 ml Luft fassenden Ballons wird der Spülschlauch vor dem inneren Muttermund fixiert, so dass das Gebärmutterlumen nach außen abgedichtet ist. Je nach Größe der Gebärmutter werden bei Warmblutstuten ca. 1 - 2 l Spülmedium in den Uterus infundiert und anschließend abgehebert.

Als Spülmedium wird klassischerweise auf 32 - 35°C erwärmtes Dulbecco's PBS mit Zugabe von fetalem Kälberserum oder bovinen Serumalbumin eingesetzt, um ein Festsetzen des Embryos am Silikon oder Plastik des Spülsystems zu verhindern. Alternativ eignen sich kommerziell erhältliche, gebrauchsfertige Medien oder kostengünstige Ringer-Laktat-Lösung. Unter verschiedenen erhältlichen Spülsystemen werden von den meisten Autoren geschlossene Systeme mit zentralem Y-Stück bevorzugt, so dass die Spülflüssigkeit durch einen Schlauch in den Uterus fließen kann und über einen zweiten Schlauch mit angeschlossenem in-line Filter abgehebert wird. Der Vorgang wird in der Regel mit je 1 Liter Spülflüssigkeit 3 - 4 x wiederholt. In einigen Zentren wird nach erfolgloser erster Spülung das Spülprozedere unter Oxytocinapplikation wiederholt, wodurch eine Steigerung der Embryogewinnungsrate erzielt wird.

Der Großteil der klaren, zellarmen Spüllösung passiert den 75 µm in line Filter. Nur in den verbleibenden 50 ml Lösung wird der Embryo mit Hilfe eines Stereomikroskop (Vergrößerung x 10 – x 50) gesucht und anhand Größe, Entwicklungsstadium und Qualität beurteilt. Die Größe variiert in der Regel zwischen ca. 150 µm Durchmesser am Tag 6 bis zu 1,2 mm am Tag 8, wobei gelegentlich wachstumsverzögerte Embryonen auftreten. Die Qualität des Embryos wird entsprechend einer Einteilung in Grad 1-4 (exzellent bis degeneriert) beurteilt.

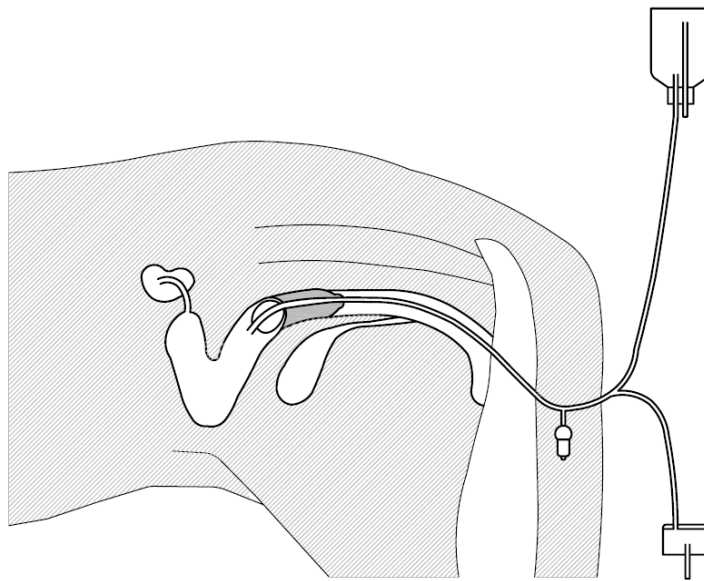


Abb. 5.3.5: Schematische Darstellung der nicht-chirurgischen Embryonengewinnung

(weitere Details: siehe Text und zusätzlich Arbeiten von *Allen und Antczak, 2000, Squires et al. , 2003, Carneval et al. , 2004, oder Stout, 2006*).

Bis vor wenigen Jahren wurden die gewonnen Embryonen chirurgisch in die Gebärmutterhornspitze übertragen. Mittlerweile hat sich der nicht chirurgische Transfer durch den Gebärmutterhals (transzervikaler Transfer) als schnelle, kostengünstige und wenig invasive Alternative durchgesetzt.

Vor dem Transfer auf die Empfängerstute wird der Embryo durch mehrfaches Umsetzen in ein kommerziell erhältliches „Holding Medium“ gewaschen, um ihn von eventuell anhaftenden Zellen oder Mikroorganismen zu befreien. Beim direkten Transfer vor Ort wird der Embryo je nach Größe in eine 0,25 oder 0,5 ml Paillette aufgesogen und nach Passieren des Gebärmutterhalses mit einer speziellen Transferpipette -ähnlich einer Besamung- im Gebärmutterkörper der Rezipientenstute abgesetzt.

Gekühlter Transport

Die Möglichkeit des gekühlten Transportes bei 5°C bis zu 24h ohne merklichen Vitalitätsverlust der Embryonen ermöglicht eine Anwendung des ETs ohne die dargestellte Problematik der Empfängerstutenbereitstellung. In den vergangenen Jahren haben sich in den Niederlanden und in Belgien ET-Zentren mit Empfängerstutenherden entwickelt, die aufgrund einer hohen Stutenzahl während der Saison zyklussynchrone Empfängerstuten bereitstellen. Nach Übertragung des transportierten Embryos und Nachweis einer bestehenden Trächtigkeit am 50. Trächtigkeitstag wird die Empfängerstute bis zum Absetzen des Fohlens an den Besitzer der Spenderstute verleast oder verkauft. Da der innergemeinschaftliche Embryonentransport seit Inkrafttreten einer EU-Richtlinie im Jahr 2010 durch umfangreiche mikrobiologische Untersuchungen im Vorfeld des ETs erschwert wird, bietet die jüngste Entwicklung von ET-Zentren in Deutschland eine kostengünstige Alternative für Embryonen, die in national zugelassenen Embryotransfereinrichtungen gewonnen werden.

Embryontiefgefrierung

Die Tiefgefrierkonservierung von Embryonen eröffnet die Möglichkeit einer vollständigen räumlichen und saisonalen Trennung von Embryonengewinnung und –transfer und somit die Unabhängigkeit von der Synchronisation des Empfängers. Sie ermöglicht die Nutzung überzähliger Embryonen bei Mehrfachovulationen und den Aufbau von Embryonenbanken, die als genetische Reserve genutzt werden können. Nach der Embryontiefgefrierung werden nur akzeptable Trächtigkeitsraten von 60 % erzielt, wenn frühe Entwicklungsstadien mit einem Durchmesser von <300 µm kurz nach der Ankunft des Embryos in der Gebärmutter am Tag 6,5 gewonnen werden.

Bei der konventionellen „slow-cooling“ Methode wird der Embryo nach stufenweiser Glycerinzugabe und Aufziehen in eine 0,25 oder 0,5 ml Paillette tiefgefroren und nach dem Auftauen für 30 sec bei 37 °C im Wasserbad das Glycerin wieder stufenweise ausverdünnt. Um die Kosten eines voll- oder halbautomatischen Einfriergerätes zu umgehen, gewann in den letzten Jahren die Vitrifikation zur Tiefgefrierung equiner Embryonen an Bedeutung. Unter Vitrifikation versteht man die Versetzung in einen glasähnlichen Zustand, wobei die Viskosität der extra- und intrazellulären Flüssigkeit derartig zunimmt, dass die Flüssigkeiten erstarren ohne Eiskristalle zu bilden. Dazu werden die Embryonen in hochkonzentrierten Einfriermedien gegeben, wodurch den Zellen in kürzester Zeit möglichst viel Wasser entzogen wird, bevor sie mit dem umgebenden Medium direkt in flüssigen Stickstoff gegeben werden. Ein kommerziell erhältliches Vitrifikationskit (Equine Vitrifikationskit®, Bioniche Animal Health, USA) ermöglicht eine erfolgreiche Embryonenkryokonservierung unter Praxisbedingungen unter der Voraussetzung, dass kurzzeitige Aufenthaltszeiten in den verschiedenen Medien eingehalten werden, um toxische Einflüsse der Vitrifikationsmedien auf den Embryo zu minimieren.

Einflussfaktoren auf die Embryogewinnungsrate

Die entscheidendsten Faktoren für den Erfolg einer Embryospülung sind das Besamungsmanagement und die Zuchtauglichkeit von Stute und Hengst.

Eine erfolgreiche Embryogewinnungsrate ist nur bei genitalgesunden Stuten, ohne vorberichtliche Fruchtbarkeitsprobleme zu erwarten und sinkt drastisch bei Spenderstuten über 15 Jahren.

Bei der Besamung spielen neben der Qualität des Spermas die Art der Samenkonservierung, die Samendosis und der Besamungszeitpunkt eine Rolle. Frischsperma, d.h. am Tage der Samengewinnung übertragenes flüssigkonserviertes Sperma ist aufgrund deutlich besserer Embryonengewinnungsraten Versand- und Tiefgefriersperma vorzuziehen. Bei der Besamung junger, fertiler Stuten mit Frischsperma von fertilen Hengsten liegt die Embryogewinnungsrate über 70 %. Da jedoch häufig ältere Sport- oder Zuchtstuten mit Nachkommenleistung zum Embryotransfer vorgestellt werden und der Einsatz von Versand- oder Tiefgefriersperma gewünscht wird, schwanken die Embryogewinnungsraten in der Praxis zwischen 30 und 50 %.

Die Gewinnungsraten werden des Weiteren vom Zeitpunkt der Embryospülung beeinflusst. Da der Pferdembryo erst 148 Stunden nach der Ovulation in den Uterus eintritt, ist eine Spülung am Tag 6, der für die Gewinnung eines Embryos zur Tiefgefrierkonservierung empfohlen wird, mit einer geringeren Erfolgsaussicht verbunden. Hinzu kommt, dass die Dauer der Eileiterpassage von vielen weiteren Faktoren beeinflusst wird. So wurde eine Verzögerung zu Beginn der Saison, bei der Nutzung älterer Spenderstuten und beim Einsatz von Tiefgefriersperma beobachtet.

Üblicherweise ovuliert die Stute einen singulären Follikel pro Rosse. Bei Vollblütern (~22%) und Warmblütern (~15%) werden jedoch Doppel- oder Dreifachovulationen beobachtet, die zu einer Steigerung der Embryogewinnungs- und Trächtigkeitsraten führen. Eine offensichtliche Möglichkeit die Effizienz des Embryotransfers zu verbessern, ist die medikamentelle Auslösung multipler Ovulationen. Im Vergleich zum Rind gestaltet sich jedoch die Superovulation bei der Stute trotz intensiver Forschungsaktivitäten bislang schwierig.

Einflussfaktoren auf die Trächtigkeitsrate

Die unter dem Lichtmikroskop beurteilte Embryonenqualität hat einen deutlichen Einfluss auf die Trächtigkeitsrate der Empfängerstute.

Ein Großteil der gewonnenen Embryonen (>90 %) wird in die Kategorie 1 oder 2 eingeordnet, nach deren Übertragung Trächtigkeitsraten von 68 % erzielt werden, während bei Grad 3 und 4 Embryonen nur 40 % erreicht werden.

Der Erfolg des transzervikalen und chirurgischen Embryotransfers wird von der technischen Durchführung der Übertragung beeinflusst.

Um bakterielle Kontamination und hormonelle Imbalancen nach dem Passieren des in diesem Zyklusstand geschlossenen Muttermundes zu vermeiden, werden in vielen Embryotransfereinrichtungen systemisch Antibiotika vor und nach dem Transfer und/oder Entzündungshemmer verabreicht, um eine Transfer-induzierte Prostaglandin-Ausschüttung und anschließende Gelbkörperschwäche zu verhindern.

Da von erfahrenen Operateuren auch ohne jegliche unterstützende Behandlung hohe Trächtigkeitsraten erzielt wurden, sollte besonders auf die technische Durchführung geachtet werden, bei der die Transferpipette ohne großen Widerstand in den Uteruskörper eingeführt wird und der Embryo sicher vor der inneren Muttermundöffnung im Gebärmutterkörper abgesetzt wird.

Den größten Einfluss auf die Trächtigkeitsrate nach der Übertragung des Embryos hat die Synchronität der Spender- und Empfängerstute. Durch die große Variabilität der Rossedauer wird die Terminierung des Eisprungs bei Spender- und Empfängerstute erschwert. Es wurden ähnliche Trächtigkeitsraten bei Trägerstuten erzielt, die einen Tag vor bis zu drei Tagen nach der Spenderstute (D-1 bis D3) ovulierten. Außerhalb dieses Zeitfensters sinkt die Erfolgsrate jedoch drastisch. In der Regel wird der Transfer eines 7 bis 8 Tage alten Embryos auf eine Empfängerstute praktiziert, die 0-2 Tage nach der Spenderstute ovulierte. Um diese Synchronität zu erreichen steht optimalerweise eine Rezipientenherde oder ein Minimum von zwei bis drei Trägerstuten zur Verfügung, bei denen mit unterschiedlichen Hormonregimen die Rosse und Ovulation induziert wird.

Obwohl die Synchronität der Empfängerstute den wichtigsten Einflussfaktor für den Erfolg der Embryonenübertragung darstellt, werden noch weitere Aspekte bei der Auswahl eines geeigneten Rezipienten berücksichtigt. Die Empfängerstuten sollten in gutem Allgemein- und Ernährungszustand und relativ jung (3-12 Jahre) sein, da das Alter ein prädisponierender Faktor für Trächtigkeitsverluste aufgrund Degeneration der Gebärmutterschleimhaut ist. Bei der Beurteilung der Geschlechtsgesundheit sollte neben normalen Zyklusintervallen und Freisein von pathologischen Veränderungen (z.B. Gebärmutterzysten, Flüssigkeitsansammlungen in der Gebärmutter, schlechter Schamschluss) besonders Augenmerk auf Muttermund und die Kontraktion der Gebärmutter gelegt werden.

Ein häufig diskutierter Aspekt ist die Größe der Empfängerstute im Verhältnis zu Spenderstute und Hengst. Mehrerer Studien in Newmarket, bei denen Vollblutembryonen auf Ponystuten und umgekehrt transferiert wurden, zeigten, dass ein Ungleichgewicht zwischen „genetischer Größe“ des Embryos und Empfängerstute die Entwicklung im Mutterleib beeinflussen. Eine Übertragung auf kleinere Empfängerstuten führt zu einer Wachstumsverzögerung des Fetus, die nach der Geburt unter Umständen nicht vollständig kompensiert werden. Vollblutfohlen, die sich in einem Ponyuterus entwickelten, zeigten nach der Geburt deutliche Anzeichen physischer und ethologischer Unreife.

Aus eigener Erfahrung wurde jedoch bei der Übertragung von Warmblutembryonen auf Traber-, Vollblut- oder Freibergerstuten eine geringfügig reduzierte Geburtsgröße in der postnatalen Entwicklung kompensiert.

Schlussfolgerung

Durch Einführung des praxisreifen Embryotransfers und der zunehmenden Akzeptanz in der deutschen Pferdezucht nahm die Embryotransferaktivität bei der Stute in Deutschland seit 2003 rasant zu. Zudem wird die Bereitstellung zyklussynchroner Empfängerstuten durch die jüngste Entwicklung von ET-Zentren in Deutschland erleichtert.

Ziel aktueller Forschungsaktivitäten ist es durch eine Verbesserung der Superovulationsprotokolle, der Embryontiefgefrierung und der In-vitro-Produktion equiner Embryonen die Effizienz des Embryotransfers und assoziierter Biotechnologien beim Pferd zu steigern.

5.3.4 In-vitro-Produktion von Pferdeembryonen

Die Produktion von Pferdeembryonen im Reagenzglas (*In-vitro*-Produktion, IVP) wurde in den letzten Jahren international mit großem wissenschaftlichen Interesse verfolgt und könnte in naher Zukunft eine Ergänzung zu konventionellen reproduktionsmedizinischen Techniken darstellen (Carnevale, 2004, Hinrichs und Choi, 2005, Kanitz 2008, u.a.m.).

Zur In Vitro-Produktion (IVP) werden zunächst Eizellen vom isolierten Organ euthanasierter Stuten mittels Follikelaspiration von der lebenden Spenderstute gewonnen. Die ultraschallgeleitete Follikelaspiration kann an der stehenden Stute im wöchentlichen Intervall auch außerhalb der Zuchtsaison durchgeführt werden und ermöglicht in Abhängigkeit von Follikeldurchmesser, Zyklusstadium, Individuum und Intervall zwischen den Aspirationssitzungen Gewinnungsraten von 10 - 40% (vgl. Carnevale, 2004, Kanitz, 2008).

Die in-vitro-Produktion (IVP) setzt sich im Wesentlichen aus drei methodischen Schritten zusammen: - *In-vitro*-Reifung (*in vitro* maturation, IVM) der Eizellen, - *In-vitro*-Befruchtung (*in vitro* fertilization, IVF) der gereiften Eizellen, - *In-vitro*-Kultur (*in vitro* culture, IVC) der befruchteten Eizellen bis zum transfertauglichen Embryonalstadium (Morula, Blastozyste).

Die In Vitro-Reifung beinhaltet die Inkubation der gewonnenen Cumulus-Oozyten-Komplexe in speziellen Nährlösungen bei 37 - 39°C über die Dauer von 30 - 36 Stunden, bevor durch die Kern- und Zellplasmareifung die Fusion mit dem Spermium ermöglicht wird.

Die Erfolgsraten der In-vitro-Produktion von Pferdeembryonen hängen vom IVF-Verfahren ab, wobei die Befruchtung durch die Mikroinjektion eines einzelnen Spermiums in eine Eizelle (sog intracytoplasmatische Spermieninjektion ICSI) bessere Befruchtungserfolge als die konventionelle IVF (Befruchtungsraten zwischen 15 bis 50%) verspricht.

In entsprechend spezialisierten Laboren werden Entwicklungsraten bis zu transfertauglichen Embryonalstadien (Blastozyste) zwischen 25 bis 35% erreicht. Nach Transfer in-vitro produzierter Embryonen konnten Trächtigkeitsraten von bis zu 50% erreicht werden (Kanitz, 2008).

Die In-vitro-Produktion von Pferdeembryonen ist z.Zt. noch Spezialisten vorbehalten und verlangt eine Optimierung einzelner Verfahrensschritte, um als praxistaugliche reproduktionsmedizinische Methode bei wertvollen Zuchtstuten mit eingeschränkter Fertilität kommerziell eingesetzt zu werden.

5.3.5 Sexing

Um Nachkommen mit vorausbestimmtem Geschlecht zu züchten, wurde in den vergangenen Jahren die Trennung der Samenzellen entsprechend ihrer Geschlechtschromosomen bei verschiedenen Nutztieren durchgeführt. Das erste „sperm sexing“ Fohlen in Deutschland wurde durch hysteroskopischer Besamung mit gesextem Sperma im Landgestüt Celle 2004 gezeugt.

Die Samenzellen werden aufgrund des unterschiedlichen DNA-Gehalts der Geschlechtschromosomen durchflusszytometrisch getrennt, wobei die Trenngenaugigkeit sehr hoch ist. Der kommerzielle, flächendeckende Einsatz des sperm sexings ist jedoch aufgrund der reduzierten Spermienqualität und der limitierten Zahl der Samenzellen, die pro Zeiteinheit getrennt werden können, z.Z. noch begrenzt (vgl. Rath und Sieme, 2003; Clulow et al., 2008, u.a.m.).

5.3.6 Somatisches Klonen

Im Jahr 2003 wurde das erste Fohlen nach Klonen mit adulten somatischen Zellen geboren (Galli et al., 2003). Die Effizienz des Verfahrens war im Vergleich zu Rind und Schwein zunächst jedoch sehr niedrig. Der Erfolg hängt im wesentlichen von den einzelnen Verfahrensschritten - Qualität und in-vitro Reifung der Eizelle, - Art des somatischen Kerns, - Rekonstruktion und Aktivierung des Embryos und - in-vitro Embryo Kultur ab.

In-vitro Entwicklungsraten bis zur Blastozyste nach somatischem Klonen werden zur Zeit mit 3 - 10% beziffert, nach Transfer geklonter Blastozysten wurden Trächtigkeitsraten von ~60% und Abfohlraten von 35% erzielt (Hinrichs et al., 2007). Die Anzahl lebend geborener geklonter Pferde beträgt nach veröffentlichten Studien weltweit 15 (Galli, 2008). Nach bisherigen Literaturangaben gibt es – im Gegensatz zu anderen Spezies – z.Zt. keine Hinweise auf Entwicklungstörungen bei den erzeugten Klontieren. Von den beiden ersten adulten Klonen wird demnächst Nachwuchs erwartet (Galli, 2008). Das Klonen ist jedoch sehr teuer und wird in naher Zukunft Speziallabors - außerhalb der EU - vorbehalten bleiben.

Verwendete und weiterführende Literatur

Allen W.R., D.F. Antczak (2000): Reproduction and modern breeding technologies in the mare, in: The Genetics of the horse, edited by A.T. Bowling und A. Ruvinsky . CABI Publishing, CAB International 2000, S. 307 – 341.

Allen, W.R., (2005): The development and application of the modern reproductive technologies to horse breeding. Reprod Domest Anim, 2005. 40(4): p. 310-29.

Barker, C.A.V., J.C.C. Gandier (1957): Pregnancy in a mare resulting from frozen epididymal spermatozoa. Can. J. comp. Med. 21, 47-51.

Battut, I., et al. (1997): Success rates when attempting to nonsurgically collect equine embryos at 144, 156 or 168 hours after ovulation. Equine Vet J Suppl, 1997 (25): p. 60-2.

- Battut, I., Grandchamp des Raux, A., Nicaise, J.L., Fieni, F., Tanturier, D. and Bruyas, J.F., When do equine embryos enter the uterine cavity? An attempt to answer, in Proceedings of the 5th International Symposium on Equine Embryo Transfer, Havemeyer Foundation Monograph Series 3, T.K.a.J.F. Wade, Editor. 2001, R&W Publications: Newmarket. p.60-61.
- Boyle MS, S.M., Skidmore J and Allen WR (1989): Use of serial progesterone measurements to assess cycle length, time of ovulation and timing of uterine flushes in order to recover equine morulae. *Equine vet. J., Suppl.*, 1989. 8: p. 10-12.
- Carnevale, E.M. (2004): Oocyte transfer and gamete intrafallopian transfer in the mare. *Anim. Reprod. Sci.* 82–83: 617–624
- Carnevale, E.M., E.L. Squires, and A.O. McKinnon, Comparison of Ham's F10 with CO₂ or Hepes buffer for storage of equine embryos at 5 C for 24 H. *J Anim Sci*, 1987. 65(6): p. 1775-81.
- Carnevale, E.M., et al. (2000): Factors affecting pregnancy rates and early embryonic death after equine embryo transfer. *Theriogenology*, 2000. 54(6): p. 965-79.
- Carney, N. J., E. L. Squires, et al. (1991): Comparison of pregnancy rates from transfer of fresh versus cooled, transported equine embryos. *Theriogenology* 36(1): 23-32.
- Clulow, J.R., Buss, H., Sieme, H., Rodger, J.A., Cawdell-Smith, A.J., Evans, G., Rath, D., Morris, L.H.A., Maxwell, W.M.C. (2008): Field fertility of sex-sorted and non-sorted frozen–thawed stallion spermatozoa. *Anim. Reprod. Sci.* 108: 287–297
- Czlonkowska, M., M.S. Boyle, and W.R. Allen, Deep freezing of horse embryos. *J Reprod Fertil*, 1985. 75(2): p. 485-90.
- Galli, C., Lagutina, I., Crotti, G., Colleoni, S., Turini, P., Ponderato, N., Duchi, R., Lazzari, G. (2003): Pregnancy: a cloned horse born to its dam twin. *Nature* 424, 635
- Galli, C., Lagutina, I., Duchi, R., Colleoni, S., Lazzari, G. (2008): Somatic Cell Nuclear Transfer in Horses. *Reprod. Dom. Anim.* 43 Suppl. 2: 331–337
- Hinrichs, K., Choi, Y.H. (2005): Assisted Reproductive Techniques in the Horse. *Clin. Tech. Equine Pract.* 4: 210-218
- Hudson, J.J.a.M., P.M., How to increase embryo recovery rates and transfer success. *Proc. Am. Ass. equine Practnrs.*, 2004. 50: p. 406-408.
- Jasko, D.J., Comparison of pregnancy rates following non-surgical transfer of day 8 embryos using various transfer devices. *Theriogenology*, 2002. 58: p. 713-716.
- Kanitz, W. (2008): In-vitro-Embryonenerzeugung bei Pferden: Stand und Perspektiven. *Züchtungskunde* 80: 485-490
- Klug, E. (1986) Frischsamenübertragung beim Pferd: ein Einführungs-Kursus für den Besamungswart. Hannover : Schaper, 1986. IV, 118 Seiten
- McCue, P.M., Niswender, K.D. and Macon, K.A., Modification of the flush procedure to enhance embryo recovery. *J.equine vet. Sci.*, 2003. 23: p. 336-337.
- McKinnon, A.O.a.S., E.L., Morphologic assessment of the equine embryo. *J.Am.vet.med.Ass.*, 1988. 192: p. 401-406.
- Merkt, H., u. D. Krause (1966): Tiefgefrierversuche mit Equidensperma unter Anwendung des sog. Pellet-Verfahrens. *Dtsch. tierärztl. Wochenschr.* 73, 267-268
- Nagase, H., E. F. Graham (1964): Pelleted semen: Comparison of different extenders and processes on fertility of bovine spermatozoa. In: *Proc. 5th Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.*, Trento, Italy. 4:387–391.
- Newcombe, J.R., Incidence of multiple ovulation and multiple pregnancy in mares. *Vet Rec*, 1995. 137(5): p. 121-3.
- Niemann, H. (2007): Blick in die Zukunft: Beiträge der Biotechnologie zur Tierzucht von morgen. *Züchtungskunde* 80: 61-66
- Ousey, J.C., et al. (2004): Effects of manipulating intrauterine growth on post natal adrenocortical development and other parameters of maturity in neonatal foals. *Equine Vet J*, 2004. 36(7): p. 616-21.
- Pashen, R.L. (1987): Short-term storage and survival of horse embryos after refrigeration at 4°C. *J. Reprod. Fert., Suppl.*, 1987. 35: p. 697-698.
- Rath, D., H. Sieme (2003): Sexing of stallion sperm. *Pferdeheilkunde* 19, 675-76
- Ricketts, S.W. and S. Alonso (1991): The effect of age and parity on the development of equine chronic endometrial disease. *Equine Vet J*, 1991. 23(3): p. 189-92.
- Sieme, H (2004): Instrumelle Besamung in der Pferdezucht. In: C. Aurich (Hrsg.): *Reproduktionsmedizin beim Pferd*. Stuttgart, S. 297 -328.

- Sieme, H., Hamann, H., Distl, O., Klug, E. (2005): Praktische Aspekte der equinen Samenübertragung. Züchtungskunde 77: 180 – 193
- Skidmore, J.A., Boyle, M.S. and Allen, W.R., A comparison of two different methods of freezing horse embryos. J. Reprod. Fert., Suppl., 1991. 44: p. 714-716.
- Slade, N.P., et al., A new procedure for the cryopreservation of equine embryos. Theriogenology, 1985. 24(1): p. 45-58.
- Squires, E. L., E. M. Carnevale, et al. (2003). Embryo technologies in the horse. Theriogenology 59(1): 151-70.
- Squires, E. L., P. M. McCue, et al. (1999): The current status of equine embryo transfer. Theriogenology 51(1): 91-104.
- Squires, E.L., Garcia, R.H. and Ginther, O.J., Factors affecting the success of equine embryo transfer. Equine vet. J., Suppl., 1985. 3: p. 920-925.
- Squires, E.L., McCue, P.M. (2007): Superovulation in mares. Anim. Reprod. Sci. 99: 1-8
- Stout, T.A.E. (2006): Equine embryo transfer: review of developing potential. Equine vet. J. 38: 467-478
- Stout, T.A.E., Selection and management of the embryo transfer donor mare. Pferdeheilkunde, 2003. 19: p. 685-688.
- Thibier, M. (2007): New records in the numbers of both in vivo-derived and in vitro-produced embryos around the world in 2006. IETS-Newsletter 25(4): 15-20
- Vogelsang SG, V.M., Influence of donor parity and age on the success of commercial equine embryo transfer. Equine vet. J., Suppl., 1989. 8: p. 71-72.

Autor

Prof. Dr. Harald Sieme, Reproduktionsmedizinische
Einheit der Kliniken, Stiftung Tierärztl. Hochschule Hannover (TiHo)
Bünteweg 15, 30559 Hannover
(Email: harald.sieme@tiho-hannover.de)

Anmerkung:

Moderne Biotechniken bieten auch die Chance zum Erhalt seltener bzw. gefährdeter Rassen. Die Ex-situ-Erhaltung tiergenetischer Ressourcen durch die Kryokonservierung (= Tiefkühlagerung) von Spermata und/oder Embryonen in sogenannten ‚Genbanken‘ können gegenüber der In-situ-Erhaltung sogar seuchenhygienische und monetäre Vorteile besitzen.



Rheinisch-Deutscher Kaltbluthengst
Heidjer (von Heron – Atom) zur Hengst-Körung in 2006
Bild: bereitgestellt von Zuchtleiter Dr. Clar, Uelzen

6 Verhalten des Pferdes (Willa Bohnet)

6.1 Das Normalverhalten des Pferdes: Konsequenzen für Haltung und Umgang

Obwohl Pferde mittlerweile seit etwa 5000 Jahren domestiziert sind, haben sich ihre Physiologie, ihr Verhalten und ihre Anforderungen an die Lebensbedingungen, die sich im Laufe ihrer Evolution über Millionen von Jahren entwickelten, nicht wesentlich geändert.

Besonders in den letzten zwei Jahrzehnten tritt die Berücksichtigung des Normalverhaltens des Pferdes im Hinblick auf die Pferdehaltung immer mehr in den Vordergrund. Die Ständerhaltung, die früher bei reinen Arbeitspferden weit verbreitet war, gilt heute als tierschutzwidrig. Und auch die reine Boxenhaltung – ohne täglichen, mehrstündigen freien Auslauf – wird immer häufiger in Frage gestellt. Als Folge daraus ist in den letzten Jahren eine Zunahme der Gruppenhaltung von Pferden in Offenställen zu beobachten, die den Tieren eine freiere Entfaltung ihres artgemäßen Verhaltens erlaubt. Im Hinblick auf diese neuen Entwicklungen in der Pferdehaltung ergab sich die Notwendigkeit, die „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMVEL) aus dem Jahr 1995 zu novellieren (BMVEL, 2009). Federführend war hierbei der Arbeitskreis 11 „Pferde“ der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e.V. (TVT) mit seinem „Positionspapier Pferdehaltung“ (TVT, 2005). Sowohl das Positionspapier der TVT als auch die Leitlinien des BMVEL orientieren sich bei ihren Empfehlungen zur Pferdehaltung hauptsächlich an dem Normalverhalten der Pferde, auf das im ersten Teil dieses Kapitels eingegangen wird.

Da das Ausdrucksverhalten des Pferdes nicht nur eine große Rolle in der innerartlichen Kommunikation spielt, sondern auch ein wichtiges Element zur Beurteilung von Befindlichkeiten von Pferden durch den Tierarzt, Pferdehalter oder Pferdetrainer darstellt, wird auch dieser Bereich hier ausführlicher behandelt.

Vielfach führen Fehler im Umgang mit Pferden – sei es nun bei der Haltung oder bei Training und Ausbildung – zur Entstehung von Verhaltensproblemen oder sogar Verhaltensstörungen. Im letzten Teil dieses Kapitels wird auch dieser Bereich behandelt, um Ursachen aufzuzeigen und auf prophylaktische Maßnahmen hinzuweisen.

6.2 Funktionskreise des Verhaltens

In der Verhaltenskunde – der Ethologie – wird das Normalverhalten von Tieren häufig in so genannte „Funktionskreise“ eingeteilt. Der Begriff „Funktionskreis“ wurde 1909 von Jakob Johann Baron von Uexküll für die Art und Weise der Interaktionen eines Tieres mit seiner Umwelt geprägt. Auch bei Pferden gibt es einen direkten Zusammenhang zwischen dem Verhalten eines Tieres und seiner aktuellen Umwelt: das Pferd nimmt einerseits mit seinen Sinnesorganen Informationen aus der Umwelt auf und wirkt andererseits mit seinem Verhalten in gewisser Weise auf die Umwelt ein. Dabei ist das Verhalten des Pferdes immer zielgerichtet, d.h. es geht funktionell um die Befriedigung seiner Umweltansprüche in Bezug auf Bedarfsdeckung (z.B. Bedarf an Raufutter), Bedürfnisbefriedigung (z.B. Befriedigung des Kaubedürfnisses) und Schadensvermeidung (z.B. Vermeidung von Energiedefiziten). Heute fasst man unter dem Begriff „Funktionskreise“ Verhaltenselemente des Normalverhaltens in Gruppen zusammen, die sich nach Zweck, Motivation und Bezugsobjekten gleichen. Eine allgemein anerkannte Systematisierung der Funktionskreise existiert bisher zwar nicht, jedoch hat sich in der angewandten Ethologie eine Einteilung des Gesamtverhaltens einer Tierart in die Funktionskreise Ernährung, Ausscheiden, Ruhen, Komfort, Bewegung, Erkunden, Spielen, Fortpflanzung und Sozialverhalten bewährt. Da die Einteilung nach funktionellen Zusammenhängen erfolgt, können sich die Funktionskreise überschneiden. So dient die Abgabe von Kot einerseits der Ausscheidung von Stoffwechselendprodukten (Funktionskreis: Ausscheidungs-

verhalten), andererseits aber auch der Markierung des Territoriums (Funktionskreis: Markierverhalten) oder der Symbolisierung des eigenen Status in der Sozialgruppe (Funktionskreis: Sozialverhalten). Tabelle 6.2.1 gibt einen Überblick über die Einteilung des Pferdehaltens in Funktionskreise mit den entsprechenden Verhaltenselementen.

Tab. 6.2.1: Einteilung des Normalverhaltens des Pferdes in Funktionskreise mit den dazugehörigen Verhaltenselementen

Funktionskreis	Verhalten	Verhaltenselemente
Ernährung	Nahrungsaufnahmeverhalten Trinkverhalten	Futterselektion Nahrungsaufnahme Wasseraufnahme
Ausscheiden	Ausscheidungsverhalten	Koten Harnen Markierverhalten
Ruhen	Ruheverhalten Schlafverhalten	Aufsuchen eines geeigneten Ortes zum Ruhen/Schlafen Ruhen im Stehen (Dösen) Schlafen im Stehen/Liegen Verhalten beim Aufstehen/Abiegen
Komfort	Körperpflegeverhalten	... mit körpereigenen Mitteln ... mit Umweltobjekten ... mit Sozialpartnern
Bewegung	Bewegungsverhalten	Art der Fortbewegung Bewegungsdauer Motivation zur Bewegung Bewegungsspiel
Erkunden	Erkundungsverhalten Neugierverhalten Feindvermeidungsverhalten	Optisches, akustisches, olfaktorisches und taktiles Erkunden Feindvermeidung Flüchten
Spielen	Spielverhalten	Solitärspiel Objektspiel Soziales Spiel
Fortpflanzung	Fortpflanzungsverhalten Mutter-Kind-Verhalten	Sexualverhalten/Pairungsverhalten Mütterliches Verhalten Mutter-Kind-Bindung
Sozialverhalten	Allomimetisches Verhalten Kohäsives Verhalten Agonistisches Verhalten	Synchronisation der Gruppe Soziale Fellpflege Dominanzbeziehungen und Rangordnung Kommunikation (Gestik und Mimik) Kampfverhalten

Funktionskreis: Ernährung

Futteraufnahme

Da Pferde an die Aufnahme energiearmer, rohfaserreicher Nahrung, die sie sorgfältig kauen, angepasst sind, ist für sie eine mehr oder weniger kontinuierliche Nahrungsaufnahme mit langen Fresszeiten arttypisch. So kann man unabhängig davon, ob der Aufwuchs besonders energiereich oder energiearm ist, eine untere Grenze von 12 Stunden und eine obere Grenze von 18 Stunden Fresszeit pro Tag feststellen. Die Regulation der Futteraufnahme geschieht bei Pferden eher nicht über den Nährstoffgehalt des Futters oder die Futtermenge, die aufgenommen wurde, da Dehnungsrezeptoren im Magen des Pferdes fehlen. Vielmehr scheint es so zu sein, dass die Futteraufnahme durch ein befriedigtes Kaubedürfnis bzw. über die Ermüdung der Kaumuskulatur geregelt wird.

Die Fresszeiten sind bei Pferden relativ gleichmäßig über den Tag und die Nacht verteilt, wobei die Hauptfresszeiten in der Morgen- und Abenddämmerung liegen. Fresspausen sind selten länger als 3 bis 4 Stunden. Im Mittel können bei Pferden in permanenter Weidehaltung mit durchschnittlichem Aufwuchs zehn Mahlzeiten in 24 Stunden beobachtet werden. Negativ wird die Fressdauer durch Unwetter, Insektenaufkommen, Beunruhigung, Wassermangel, Erkrankung oder Erschöpfung beeinflusst. Einen positiven Effekt auf die Futteraufnahme haben die Gewöhnung an die Futtermittel, eine bekannte Umgebung und die Anwesenheit von Sozialpartnern. Pferde zeigen in verschiedenen Funktionskreisen, wie auch bei der Futteraufnahme, so genanntes allomimetisches Verhalten (Mach-mit-Verhalten): beginnt ein Pferd der Gruppe mit der Futteraufnahme, so schließen sich nach und nach alle Pferde der Gruppe diesem Verhalten an. Die gemeinsame Nahrungsaufnahme in der Gruppe beinhaltet daher auch soziale Faktoren, wobei rangabhängige Sozialabstände zwischen den Pferden eingehalten werden. Allgemein kann man beobachten, dass bei geringem Nahrungsangebot die rangabhängigen Sozialabstände größer sind als bei großem Nahrungsangebot. Pferde, die eine besonders gute Bindung zueinander haben, stehen beim Fressen häufig sehr dicht beieinander.

Pferde ernähren sich hauptsächlich von Gräsern und Kräutern, nehmen aber auch Blätter, Zweige, Rinde, junge Triebe und Früchte von Bäumen und Büschen auf. Die Nahrungsauswahl richtet sich nach Geschmack, Struktur und Verfügbarkeit, wobei Geschmacks-, Geruchs- und Tastsinn eine Rolle spielen. Während des Grasens nehmen Pferde eine typische Fresshaltung mit zu Boden gesenktem Hals und Kopf ein. Diese Fresshaltung begünstigt den Speichelfluss und ist daher zur Abpufferung der Magensäure gesundheitlich betrachtet sehr wichtig (Prophylaxe von Magengeschwüren!). Ist der Aufwuchs sehr niedrig/bodennah, wird ein Vorderbein vorgestellt (sog. Weideschritt), damit das Maul ohne Überlastung der Vorderbeine, des Nackenbandes und der Rückenmuskulatur dauerhaft zu Boden gesenkt werden kann.

Pferde selektieren ihr Futter sehr genau. Daher ist es äußerst selten, dass sie Fremdkörper abschlucken. Pflanzenteile werden mit Lippen und Schneidezähnen erfasst, durch eine ruckartige, seitliche Kopfbewegung abgerissen und abgebissen, mit der Zunge zu den Backenzähnen befördert und vor dem Abschlucken intensiv gekaut. Gelangen ungenießbare Teile, wie zum Beispiel ein Grasbüschel mit Wurzeln und anhaftender Erde ins Maul, werden diese mit der Zunge zum Maulwinkel befördert und nach außen fallen gelassen. Andererseits nehmen Pferde sehr gezielt besonders schmackhafte Futtermittel, wie zum Beispiel Samen von Gräsern, Früchte von Obstbäumen, Hagebutten, Distelblüten oder Kraftfutter auf. Da die Pferdelippen viele freie Nervenendigungen besitzen, können Pferde mit ihnen sehr fein tasten und selbst kleinste Futterbestandteile aussortieren. Diese Fähigkeit bringt manchen Pferdebesitzer zur Verzweiflung, wenn es darum geht, über das Kraftfutter Medikamente, z.B. Tabletten, zu verabreichen. Erschwerend kommt hinzu, dass erwachsene Pferde neue Futtermittel, die einen für sie unbekannten Geruch bzw. Geschmack haben, nur zögerlich oder gar nicht aufnehmen. Daher ist es von Vorteil, schon junge Pferde an verschiedene Futtermittel zu gewöhnen und neue Futtermittel (oder Medikamente) erst nach und nach in das schon bekannte Futter einzumischen. Fohlen, die das erste Mal mit ihrer Mutter auf der Weide sind, nehmen erst einmal alles vom Boden auf. Durch Versuch und Irrtum (Lernen durch Operante Konditionierung: siehe Kap. 6.4) und durch Beobachten der Mutterstute lernen sie nach und nach, welche Bestandteile fressbar und schmackhaft sind und welche nicht. Da Pferde nicht angeborenermaßen zwischen giftigen und ungiftigen Pflanzen unterscheiden können, dürfen auf einer Weide, auf der Fohlen gehalten werden, auf gar keinen Fall Giftpflanzen wachsen. Die meisten für das Pferd giftigen Pflanzen enthalten als Schutz vor dem Verbiss so genannte Repellentien in Form von Geruchs- bzw. Geschmacksstoffen. Bei erwachsenen Pferden kommen Vergiftungen daher recht selten vor. Dies allerdings nur unter der Voraussetzung einer entsprechenden Weidepflege, Weideführung und eines entsprechenden Auslaufmanagements. Ist nur wenig oder kein für Pferde verträglicher Aufwuchs vorhanden, können auch erwachsene Pferde größere Mengen vorhandener giftiger Pflanzenbestandteile aufnehmen.

Die meisten unserer Hauspferdepopulationen meiden zur Futteraufnahme angeborenermaßen die Stellen, an denen sich Pferdekot befindet. Die direkte Aufnahme von Pferdekot ist nur für Fohlen normal. In allen anderen Fällen handelt es sich entweder um ein

Verhalten, das aufgrund von Mangel an bestimmten Stoffen gezeigt wird, oder um eine Verhaltensstörung. Geophagie, d.h. Erdefressen oder Erdelecken, kommt bei Pferden ebenfalls unter natürlichen Bedingungen vor. McGreevy et al. (2001) konnten feststellen, dass der Boden in den von ihnen untersuchten Fällen besonders reich an Eisen und Kupfer war.

Als Konsequenz für die Pferdehaltung kann aus dem natürlichen Futteraufnahmeverhalten des Pferdes abgeleitet werden, dass die bodennahe Fütterung rohfaserreichen Futters zusammen mit Artgenossen dem arttypischen Verhalten des Pferdes entspricht. Dabei muss es dem Pferd entweder möglich sein, ein Vorderbein vor zu stellen oder die Futterebene muss soweit angehoben werden, dass eine physiologische Fresshaltung eingenommen werden kann. Bei der Fütterung in der Gruppe muss es jedem Pferd möglich sein gleichzeitig mit den anderen Gruppenmitgliedern zumindest Raufutter aufzunehmen, wobei die Ermöglichung der Einhaltung rangabhängiger Sozialabstände beachtet werden sollte. Fohlen und Jungpferden sollte es ermöglicht werden, bestimmte Aspekte der Futteraufnahme von erwachsenen Pferden erlernen zu können.

Wasseraufnahme

Pferde sind Saugtrinker: bei geschlossenen Lippen und etwas hervor geschobener Zungenspitze saugen sie Wasser von der Oberfläche der Wasserstelle in ihre Mundhöhle und schlucken es dann ab. Korrekterweise müsste man sagen, dass Pferde das Wasser „auf“-schlucken, denn bei der natürlichen Trinkhaltung bilden Kopf und Hals eine zu Boden gerichtete gerade Linie. Liegt die Wasseroberfläche unter Standniveau, so müssen Pferde in das Wasser steigen, um Trinken zu können. Hierbei nehmen die Vorderbeine eine parallele Stellung ein, da die Wasseroberfläche nun gegenüber dem Standniveau angehoben ist. Bei einer Wasseroberfläche auf Standniveau wird, wie beim Grasens bei niedrigem Aufwuchs, ein Vorderbein vorgestellt („Weideschritt“). Vor und nach dem Trinkvorgang kann man häufig beobachten, dass sich die Pferde über die Lippen lecken. Nach dem Trinkvorgang ist bei vielen Pferden noch die vorgeschobene, rinnenartig geformte Zungenspitze erkennbar. Das Trinken von einer Wasseroberfläche muss von Pferden gelernt werden. Bei Fohlen, die sich das erste Mal für Wasser interessieren, kann man beobachten, dass sie das gesamte Maul ins Wasser stecken. Erst nach und nach lernen sie, Wasser von der Oberfläche zu saugen. Viele Pferde spielen auch gerne mit Wasser, indem sie ihren ganzen Maulbereich – teilweise bis über die Nüstern – in das Wasser eintauchen und durch seitliche Kopfbewegungen das Wasser in Bewegung versetzen. Auch bei der Wasseraufnahme kann man in Pferdegruppen allomimetisches Verhalten beobachten: geht ein Pferd in Richtung Tränke, so folgt meist die ganze Gruppe. Der tägliche Wasserbedarf eines Pferdes ist abhängig von vielen Faktoren, wie zum Beispiel seinem körperlichen Zustand, der Leistung, die es erbringen muss, der Futterzusammensetzung und der Umgebungstemperatur. Aber auch individuelle Vorlieben spielen eine Rolle. So konnten Scheibe et al. (1998) feststellen, dass es in einer Gruppe von Przewalskipferden sowohl Individuen gab, die größere Mengen Wasser mehrmals am Tag aufnahmen, als auch Pferde, die im Durchschnitt nur wenig Wasser einmal am Tag tranken. Allgemein kann man feststellen, dass Pferde bei ständig verfügbarer Tränke kleinere Mengen Wasser mehrmals am Tag und in der Nacht aufnehmen, wobei keine Rhythmik zu beobachten ist. Bei hohen Außentemperaturen nehmen sie häufiger Wasser auf (bis zu 2 x / Std.) als bei niedrigen Temperaturen (ca. 3 x / Tag).

Die bevorzugte Wassertemperatur in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur liegt im Winter bei angewärmtem Wasser; im Sommer, bei hohen Temperaturen, ist keine bevorzugte Wassertemperatur erkennbar (Kristula u. McDonnell, 1994; McDonnell u. Kristula, 1996). Pferde bevorzugen klares Süßwasser, aber notfalls wird auch brackisches oder leicht salziges Wasser aufgenommen, wie bei frei lebenden Pferden in der Camargue beobachtet wurde. Im natürlichen Lebensraum nutzen Pferde Bäche, Flüsse, Seen, Tümpel und Pfützen zur Wasseraufnahme, aber auch durch die Aufnahme von Schnee und wasserreichen Pflanzen können sie einen geringen Anteil ihres täglichen Wasserbedarfs decken. Sind Pferde an eine bestimmte Wasserqualität und an den damit verbundenen Geschmack des Wassers gewöhnt, kann es vorkommen, dass sie die Aufnahme von Wasser anderer Qualität und anderen Geschmacks

längere Zeit verschmähen. Hierdurch kann es u.a. zu Koliken kommen. Viele Tunier- und Distanzreiter nehmen daher ausreichende Mengen heimischen Wassers zu Prüfungsveranstaltungen mit. Als Konsequenz für die Pferdehaltung kann aus dem natürlichen Trinkverhalten des Pferdes abgeleitet werden, dass Wasser ständig zur Verfügung stehen muss, die Tränke bodennah sein sollte, damit die Pferde eine natürliche Trinkhaltung einnehmen können und die Tränke entweder so groß sein sollte, dass alle Pferde in der Gruppe gleichzeitig trinken können oder, wenn nur das Trinken jeweils eines Pferdes möglich ist, die Tränke so platziert sein sollte, dass keine Engpässe entstehen. Auch muss es Pferden möglich sein, saugend von einer Wasserfläche trinken zu können.

Funktionskreis: Ausscheiden

Das Ausscheidungsverhalten des Pferdes (Koten, Harnen) dient nicht nur der Abgabe von Stoffwechselendprodukten oder unverdaulichen Nahrungsbestandteilen, sondern auch der Kommunikation der Pferde untereinander (intraspezifische Kommunikation). Allein schon die Körperhaltung beim Koten und Harnen hat kommunikativen Charakter und wird in bestimmten Zusammenhängen als Signalhandlung ausgeführt. So wird, hauptsächlich von erwachsenen männlichen Pferden (Hengste, Wallache), das Überkoten oder Überharnen der Ausscheidungen anderer Pferde als Dokumentation des eigenen sozialen Ranges verwendet. Dadurch können auch Dominanzverhältnisse in der Gruppe kampflös geklärt werden. Das in diesem Zusammenhang gezeigte Verhalten läuft fast immer gleich ab: Zuerst werden die Ausscheidungen des anderen Pferdes berochen, mit den Tasthaaren des Maulbereichs betastet und können auch mit den Lippen betastet und manipuliert werden. Handelt es sich um einen Kothaufen und ist dieser schon etwas älter, kann man auch Auseinanderscharren mit den Vorderhufen und erneutes Beriechen beobachten. Dann tritt der Hengst/Wallach vor und setzt gezielt über den Ausscheidungen des anderen Pferdes seinen eigenen Kot oder Harn ab. Danach tritt er zurück, beriecht noch einmal die Stelle und geht weg. Handelt es sich hierbei um ein Rang zeigendes Verhalten zwischen zwei Hengsten, kann in diesem Zusammenhang auch Imponierverhalten festgestellt werden (siehe Kap. 6.3), und die Tiere können die Verhaltenssequenz mehrfach wiederholen bis einer der beiden Kontrahenten aufgibt.

Sowohl beim Koten als auch beim Harnen heben Pferde ihren Schweif an. Stuten stellen zum Harnen ihre Hinterbeine eher breit nach außen, männliche Tiere stellen sie eher nach hinten. Wird Koten und Harnen im sozialen Kontext ausgeführt, so ist die Körperhaltung akzentuierter und hat damit eine höhere Signalfunktion auf andere Pferde. Zur Harnabgabe bevorzugen Pferde einen weichen, saugfähigen Untergrund. Im Durchschnitt geben Pferde alle vier Stunden Urin und 8 bis 12mal pro Tag Kot ab. Zur Abwehr eines treibenden Hengstes können Stuten auch das so genannte „Harnspritzen“ zeigen. Hierbei wird, meist im Galopp, schwallartig die Harnblase entleert und mit dem peitschenden Schweif der Urin in alle Richtungen verteilt.

Da frei lebende Pferde keine festen Territorien sondern Wander- oder Streifgebiete haben, kommt bei ihnen auch keine territoriale Reviermarkierung mit Harn oder Kot vor. Dennoch kann man feststellen, dass in den Hauptaufenthaltsgebieten bestimmte Kot- und Harnplätze immer wieder aufgesucht werden. Diese dienen allerdings nicht dazu, fremde Artgenossen von dem Gebiet fern zu halten, sondern vielmehr zur Vermittlung von Informationen über die Gruppe bzw. den Ausscheider. Hengste harnen daher auch regelmäßig über die Ausscheidungen ihrer Stuten, markieren diese also sozusagen mit ihrer eigenen Duftmarke. Bei auf der Weide gehaltenen Pferden kann man feststellen, dass sich die bevorzugten Kotplätze häufig an den Weidegrenzen befinden, besonders dann, wenn sich auf der angrenzenden Weide ebenfalls Pferde aufhalten.

Ein weiteres Verhalten, dass Pferde in Zusammenhang mit dem geruchlichen Erkunden der Ausscheidungen anderer Artgenossen zeigen, ist das Flehmen. Hierbei werden nach olfaktorischer Kontrolle, z.B. eines Kothaufens, Kopf und Hals nach oben gestreckt, die Oberlippe soweit nach oben gerollt, dass die Nüstern mehr oder weniger verschlossen werden und die Luft in die Mundhöhle gesogen.

Dadurch können durch das Nasenbodenorgan (Jacobsonsches Organ, Vomeronasalorgan) besonders Pheromone, die sich in den Ausscheidungen des Artgenossen befinden, aufgenommen werden. Pheromone sind artspezifische, körpereigene Geruchsstoffe, die der chemischen Kommunikation dienen. Das Nasenbodenorgan weist direkte Nervenverbindungen zu denjenigen Gehirnteilen auf, die Emotionen verarbeiten (Limbisches System), und spielt bei männlichen Tieren besonders bei der Rosse-Erkennung der Stuten eine Rolle.

Funktionskreis: Ruhen

Pferde zeigen polyphasische Ruheperioden, d.h. Aktivitäts- und Ruhephasen sind mehr oder weniger gleichmäßig über den 24-Stunden-Tag verteilt. Insgesamt ruhen Pferde ca. 5 bis 9 Stunden pro Tag. Der Zeitpunkt und die Dauer sind dabei u.a. von exogenen Faktoren wie Jahreszeit, Nahrungsangebot, Witterung, Insektenaufkommen oder Beschaffenheit des Untergrundes aber auch von endogenen Faktoren wie zum Beispiel dem Alter abhängig. Erwachsene Pferde verbringen ca. 80 % ihrer Ruhezeit im Stehen. Beim Ruhen im Stehen können Pferde entweder nur Dösen oder, wie aktuelle Untersuchungen von Wöhr und Erhard (2006) zeigen, auch Tiefschlafphasen (SWS-Schlaf: Slow-Wave-Sleep) erreichen.

Befinden sich Pferde in einer für sie sicheren Umgebung und ist der Untergrund relativ trocken und verformbar, so legen sich Pferde allerdings in der Regel zum Schlafen in die Bauch-Brust-Lage mit nach vorne abgelegtem Kopf oder in die Seitenlage ab. Nur in diesen Ruhepositionen können Pferde die für alle Säugetiere zur psychischen Gesunderhaltung notwendigen REM-Schlafphasen (REM = rapid eye movement; Schlafphasen, in denen geträumt wird) erreichen. Fohlen bis zum 3. Lebensmonat verbringen 70 – 80 % ihrer Ruhezeit in der Seitenlage, wobei Dösen und Schlafen im Stehen von Fohlen erstmalig ab der 4. Lebenswoche gezeigt wird. Legen sich Fohlen nicht ab, so bestehen entweder gesundheitliche Probleme oder das Haltungsumfeld ist ursächlich für das gestörte Verhalten (z.B. harter, kalter oder nicht trittsicherer Untergrund, Platzangebot zu gering, fehlende Sicherheit durch Mutterstute/Artgenossen bei Waisen- und Absatzfohlen).

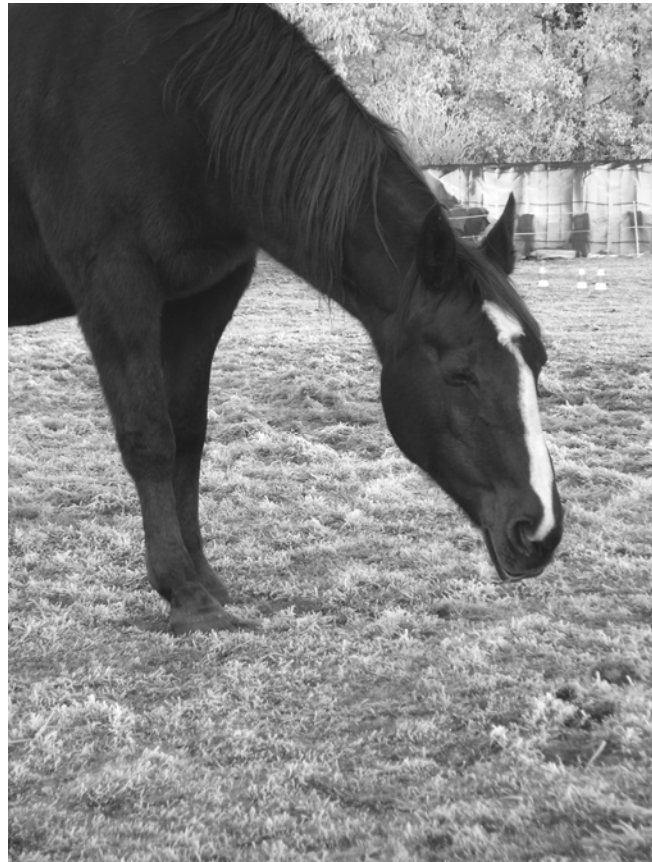


Abb. 6.2.1: Im Stehen schlafendes Pferd: Zu Boden gesenkter Hals und Kopf, entspannt herabhängende Unterlippe. Die nach oben gezogenen Ohren zeigen allerdings, dass das Pferd aufgewacht ist und die Fotografin bemerkt hat (Foto: D. Stucke)

Beim Dösen zeigen Pferde eine entspannte Körper- und Gesichtsmuskulatur: Der Hals wird auf Rückenniveau abgesenkt, der Kopf ist zu Boden gerichtet, die Ohren werden in die Waagerechte gesenkt und die Ohrmuschelöffnung zeigt zu Boden, die Augen sind mehr oder weniger geschlossen, die Unterlippe hängt, ebenso wie der Schweif, entspannt herab, abwechselnd wird ein Hinterbein entspannt auf der Hufspitze abgestützt („Schildern“). Schlafen Pferde im Stehen, kann der Kopf fast bis zum Boden abgesenkt werden (Abb. 6.2.1).

Beim Ablegen und Aufstehen zeigen Pferde typische Bewegungsabläufe. Zum Ablegen stellen Pferde zuerst die Vorder- und Hinterbeine unter den Körper. Dann knicken sie zuerst in den Vorderbeinen, danach in den Hinterbeinen ein, wobei Kopf und Hals weit nach vorne gestreckt werden. In der Bauch-Brust-Lage werden die Hinterbeine zu einer Seite ausgestreckt, die Vorderbeine sind eingeknickt unter die Brust gezogen. Der Kopf wird entweder frei getragen oder auf Kinn bzw. Unterkiefer abgelegt. In der Seitenlage werden Vorder- und Hinterbeine zu einer Seite ausgestreckt und Hals und Kopf vollständig abgelegt. Zum Aufstehen begeben sich Pferde erst wieder in Bauch-Brust-Lage. Dann werden zuerst die Vorderbeine ausgestreckt und damit der Vorderkörper angehoben. Mit Schwung werden dann die Hinterbeine bis zum Stehen ausgestreckt. Um diese Bewegungsabläufe ausführen zu können, muss der Untergrund trittsicher und rutschfest sein. Haben Pferde die Erfahrung gemacht, dass sie nur unter Schwierigkeiten aus dem Liegen aufstehen können, legen sie sich nicht mehr zum Ruhen und Schlafen ab.

Für kurzzeitige Ruhephasen suchen Pferde keine besonderen Orte auf. Als bevorzugte Liegeplätze wählen Pferde Orte, die einen trockenen, verformbaren Untergrund aufweisen und Schutz vor starkem Wind und Regen bieten, wenn die Witterungsverhältnisse dies erfordern. Auch beim Ruheverhalten zeigt sich die Stimmungsübertragung (allomimetisches Verhalten) innerhalb der Gruppe, wobei die Individualdistanzen unter Einhaltung der Rangbeziehungen verringert sind (Abb. 6.2.2).

Für die Pferdehaltung ergibt sich daraus, dass sowohl der Untergrund, als auch das Platzangebot so beschaffen sein muss, dass sich jedes Pferd in der Gruppe uneingeschränkt zum Schlafen ablegen kann. Entsprechendes gilt natürlich auch für die Einzelboxenhaltung.



Abb. 6.2.2: Ruhende Pferdegruppe: Das zweite Pferd von links in Seitenlage, die anderen Pferde in Bauch-Brust-Lage mit frei getragenen oder auf dem Maul abgestütztem Kopf (Foto: W. Bohnet)

Funktionskreis: Komfort

Unter Komfortverhalten versteht man alle Verhaltensweisen, die der Körperpflege dienen. Bei Pferden kann die Körperpflege mit körpereigenen Mitteln, unter Einbeziehung der Umwelt oder unter Einbeziehung von Sozialpartnern erfolgen.

Zum Komfortverhalten mit körpereigenen Mitteln gehören das Belecken oder das Beknabbern mit den Schneidezähnen des eigenen Körpers und das Kratzen mit den Hinterhufen im Hals- und Kopfbereich ebenso wie Schweifschlagen, Kopfschütteln, Aufstampfen oder unter den Körper schlagen mit Vorder- oder Hinterbeinen, Stoßen mit dem Maul zum eigenen Körper oder Hautzucken zur Abwehr von Insekten. Damit sich ein Pferd auch im hinteren Körperbereich Belecken und Beknabbern kann oder sich mit den Hinterhufen im Kopf- und Halsbereich kratzen kann, ist ein trittsicherer, rutschfester Untergrund unabdingbar. Weiterhin sollte bedacht werden, dass sich Halfter tragende Pferde beim Kratzen mit den Hinterhufen im Kopf- und Halsbereich im Halfter verfangen können. Daher sollten Pferde, die ein Halfter tragen, in der Box, auf Auslauf oder Weide niemals unbeaufsichtigt sein. Andernfalls muss das Halfter sehr eng am Kopf angebracht werden (das Gleiche gilt für Halsriemen).

Zur Körperpflege suchen Pferde auch geeignete Substrate in der Umwelt auf. So verwenden sie zum Beispiel Äste, um sich an der Stirn zu kratzen, niedrige Büsche über die sie hinweg treten, um sich den Bauch zu kratzen oder die raue Borke von Bäumen zum Scheuern der Schweifrübe oder zwischen den Hinterbeinen. Viele Pferde gehen auch gerne in flache Seen, Teiche und Flüsse, um sich dort durch Vorderhandschlagen auf die Wasseroberfläche mit Wasser zu bespritzen. Einige Pferde legen sich auch in flache Wasserstellen oder schwimmen gerne.

Arttypisch für Pferde ist auch das Wälzen des ganzen Körpers auf dem Boden. Dabei bevorzugen sie einen vegetationslosen, sandig-staubigen und eher trockenen Untergrund. Vor dem Wälzen beriechen die Pferde den Boden (eventuell auch taktile Erkundung mit den Tasthaaren im Maulbereich). Häufig wird auch Scharren mit den Vorderhufen beobachtet. Durch das Vorderhandscharren kann der Boden aufgelockert und Vegetation entfernt werden. Dann wird der Körper vollständig seitlich abgelegt und durch Kopf-, Hals- und Beinbewegungen auf dem Untergrund hin und her bewegt. Einige Pferde wälzen sich dann mit Schwung über den Rücken und vollziehen auf der anderen Körperseite liegend die gleichen Bewegungen noch einmal. Andere Pferde stehen nach dem Scheuern einer Körperseite auf, legen sich auf der anderen Körperseite ab und scheuern dann diese auf dem Boden.

Nach dem Wälzen auf staubigem Substrat zeigen Pferde regelmäßig vollständiges Körperschütteln vom Kopf bis zum Schweif. Haben sich Pferde auf leicht feuchtem Untergrund gewälzt, kann das anschließende Körperschütteln auch unterbleiben. Auch im Zusammenhang mit Wälzen kann man bei Pferden allomimetisches Verhalten beobachten: wälzt sich ein Pferd der Gruppe, so gehen auch andere Pferde der Gruppe anschließend zu der gleichen Stelle und wälzen sich dort. Die gesamte Verhaltenskette, die im Zusammenhang mit dem Wälzen gezeigt wird, beinhaltet auffällige Körperbewegungen, die die Aufmerksamkeit anderer Pferde erregen und damit kommunikativen Charakter haben. Auf Grund der Tatsache, dass die Pferde einer Gruppe einen gemeinsamen Wälzplatz nutzen bzw. anlegen, nimmt man an, dass durch das Wälzen der Körpergeruch jedes einzelnen Pferdes auf jedes andere Pferd der Gruppe übertragen wird und dadurch sozusagen ein „Gruppengeruch“ entsteht, der dem Zusammenhalt der Gruppe dient.

Komfortverhalten unter Einbeziehung von Sozialpartnern spielt bei Pferden ebenfalls eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Bindung in der Gruppe. Bei der sozialen Fellpflege stellen sich zwei Pferde verkehrt parallel zueinander auf und beginnen meist im Mähnenbereich sich gegenseitig mit den Schneidezähnen zu beknabbern. Bevorzugte Körperpartien für die soziale Fellpflege sind der gesamte Mähnenbereich, die seitliche Halsregion und die Rückenlinie bis hin zur Schweifrübe. Feh und de Mazières (1993) konnten feststellen, dass eine durch den Menschen imitierte Fellpflege im Bereich des Mähnenkamms zu einer Absenkung des Herzschlags bei den betreffenden Pferden führte. Daraus kann abgeleitet werden, dass die soziale Körperpflege mit einem Sozialpartner beruhigend wirkt und dadurch die Bindung zu diesem Sozialpartner intensiviert wird. Dies gilt gleichermaßen für die soziale Fellpflege durch ein anderes Pferd als auch für die Fellpflege durch den Menschen.

Sowohl beim Scheuern an Umweltobjekten als auch im Zusammenhang mit der sozialen Fellpflege zeigen Pferde ein so genanntes „Putzgesicht“. Hierbei werden die Ohren seitlich gestellt und abgesenkt und die Oberlippe, bei leicht geöffnetem Maul, spitz nach vorne-unten gestreckt (Abb. 6.2.3). Das Putzgesicht kann in verschiedener Ausprägung gezeigt werden, und mit ihm wird auch ein befreundetes Pferd (oder der Mensch) zur sozialen Fellpflege aufgefordert.



Abb. 6.2.3: Ausgeprägtes „Putzgesicht“ eines Pferdes, dass sich mit den Hinterschenkeln an einem Pfahl scheuert (Foto: W. Bohnet)

Aus dem natürlichen Komfortverhalten des Pferdes ergibt sich als Konsequenz für die Pferdehaltung, dass ausreichend große Wälzplätze und geeignete Objekte zum Scheuern angeboten werden müssen, ein trittsicherer, rutschfester Boden wichtig ist und ein anderes Pferd als Sozialpartner für die soziale Fellpflege vorhanden sein muss. Im Hinblick auf eine positive Pferd-Mensch-Beziehung ist die regelmäßige Fellpflege durch den Menschen vorteilhaft.

Funktionskreis: Bewegung

Unter natürlichen Bedingungen bewegen sich Pferde im Sozialverband bis zu 16 Stunden täglich. Dabei handelt es sich normalerweise um langsame Bewegungen (Schritt) verbunden mit der Futteraufnahme. Schnellere Gangarten wie Trab und Galopp kommen nur bei der Flucht, im Spiel, bei sozialen Interaktionen oder bei der Überbrückung größerer Distanzen, z.B. zu einer weiter entfernten Wasserstelle, vor. Bei frei lebenden Pferden ist die täglich zurückgelegte Wegstrecke u.a. vom Futteraufwuchs, von der Lage anderer lebenswichtiger Ressourcen (Wasserstelle, Schlafplätze, Scheuerstellen), dem täglichen Wetter und den klimatischen Verhältnissen während des Jahres abhängig. Werden bestimmte Orte regelmäßig immer wieder aufgesucht, legen sich Pferde so genannte Trampelpfade an. Dies sind feste Wege, die sich sowohl im Hinblick auf Trittsicherheit als auch im Hinblick auf die Feindvermeidung als sicher erwiesen haben. Diese Trampelpfade verlaufen niemals strikt geradeaus, sondern weisen in regelmäßigen Abständen leichte Knicke auf. Man erklärt sich dieses Verhalten damit, dass die Pferde so besser die gesamte Umgebung beobachten können und sich ein potentieller Fressfeind nicht so leicht von hinten anschleichen kann. Auch im Funktionskreis Bewegung zeigen Pferde allomimetisches Verhalten, d.h. eine Stimmungsübertragung zur Ortsbewegung der gesamten Gruppe. Bei der Wanderung auf den Trampelpfaden oder auch bei sonstigem Ortswechsel gehen Pferde in Gruppen häufig hintereinander. Zeeb (1998) konnte bei Dülmener Wildpferden feststellen, dass in den meisten Fällen die Leitstute der Gruppe an erster Position ging und die anderen Stuten in einer festen Reihenfolge folgten (Anm.: bei den Dülmener Wildpferden sind bis auf wenige Wochen im Jahr keine Hengste in der Herde vorhanden). Dieses Verhalten ist aber nicht in

allen frei lebenden Pferdepopulationen erkennbar. Wells und Goldschmidt-Rothschild (1979) konnten bei Carmargue-Pferden kein klares Schema feststellen, wobei der Hengst allerdings immer entweder weit vorne oder weit hinten ging.

Als potentiell Beutetier ist das Pferd in der Lage aus dem Stand sehr schnell in hohe Bewegungsgeschwindigkeiten zu wechseln, die ausdauernd beibehalten werden können. Können auf der Flucht Hindernisse nicht umlaufen werden, werden diese auch übersprungen. Besonders bei Fohlen und jungen Pferden kann beobachtet werden, dass alle Bewegungsabläufe, die bei der Flucht oder bei sozialen Interaktionen notwendig sind, spielerisch geübt werden (Bewegungsspiel).

Der Bedarf an kontinuierlicher Bewegung – hauptsächlich im Schritt – resultiert aus der stammesgeschichtlichen Entwicklung unserer Hauspferde. Diese Bewegung ist erforderlich, um die Physiologie, die Morphologie und die Psyche des Pferdes funktionstüchtig und gesund zu erhalten. Individuelle Unterschiede zeigen Pferde in ihrem Bewegungsbedürfnis. Dieses hängt neben Umweltfaktoren in besonderem Maße von Rasse, Temperament und Alter und damit von der individuellen Motivation zur Bewegung ab. Kontrollierte Bewegung (Arbeit, Training) beinhaltet nicht die gleichen Bewegungsabläufe wie die freie Bewegung, bei der die Fortbewegung im entspannten Schritt überwiegt, aber auch überschüssige Energie und Verspannungen durch zum Beispiel Buckeln, Sich-Strecken und Ausschlagen abgebaut werden können.

Funktionskreis: Erkunden

Erkundungsverhalten dient ganz allgemein dem Gewinn von Informationen über die belebte und unbelebte Umwelt eines Tieres. Es spielt u.a. eine Rolle bei der Nahrungssuche, bei der Feindvermeidung, bei der Suche nach einem geeigneten Ruheplatz oder Witterungsschutz und bei dem Erkenntnisgewinn über potentielle Geschlechts- oder Sozialpartner. Ganz wichtig ist aber auch bei unseren Pferden, dass das Erkundungsverhalten ebenfalls der Beschäftigung und dem Lernen dient! Dem Lernen und der Beschäftigung dient auch das Neugierverhalten, das bei Pferden ebenfalls sehr stark ausgeprägt ist. Neugierverhalten ist immer mit Manipulationen, z.B. eines unbekannten Objektes, verbunden und kann aus Erkundungsverhalten hervorgehen und fließend in Spielverhalten übergehen (siehe Funktionskreis: Spielen).

Das Pferd erkundet seine Umwelt mit allen seinen Sinnen: gustatorisch (Geschmack), olfaktorisch (Geruch), taktil (Fühlen), akustisch (Hören) und optisch (Sehen). Dabei bestehen teilweise große Unterschiede zu den Sinnesleistungen des Menschen, die häufig dazu führen, dass Pferdebesitzer das Verhalten ihres Pferdes in bestimmten Situationen nicht verstehen oder sogar Problemverhalten vermuten, obwohl es sich um Normalverhalten handelt, das aus den Sinnesleistungen des Pferdes resultiert. Für einen umfassenden Überblick über die Sinnesleistungen des Pferdes wird auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen. An dieser Stelle soll nur auf diejenigen Aspekte des Erkundungsverhaltens der Pferde eingegangen werden, die eine größere Bedeutung für den Umgang des Menschen mit Pferden haben.

Pferde besitzen sowohl an den Augenlidern als auch auf dem Nasenrücken, am Kronrand der Hufe, an der Rückseite der Fesseln und in der unteren Flankenregion hochsensible Mechanorezeptoren, die auf Berührung, Druck und Vibrationen reagieren. Dies sollte bei der Anwendung bestimmter Ausrüstungsgegenstände, wie zum Beispiel gebissloser Zäumungen, die auf den Nasenrücken einwirken, bedacht werden. Beim Rodeo wird die hohe Sensibilität im Flankenbereich ausgenutzt, um die Pferde durch die Verwendung eines Flankengurtes zu dem beim Rodeo erwünschten Bocken zu bringen (Bohnet 2006). Hoch sensible Sinnesorgane sind auch die Vibrissen (Tasthaare) am Maul, die durch schnell adaptierende Mechanorezeptoren ebenfalls Vibrationen aufnehmen können. Da Pferde aufgrund ihrer Augenstellung direkt vor ihrem Maul nichts sehen, benötigen sie die Vibrissen auch, um den Abstand zu Futtertrog, Wasseroberfläche, Boden u.a. zu ertasten. Da es sich bei den Tasthaaren im Kopfbereich um Sinnesorgane handelt, ist es in Deutschland nach dem Tierschutzgesetz verboten, die Vibrissen zu entfernen (scheren, abflammen).

Pferde können besser als Menschen zwischen Geräuschen unterschiedlicher Lautstärke unterscheiden. Bei der Geräuscherkennung und –lokalisierung kommt ihnen ihre Fähigkeit zugute, mittels 16 Ohrmuskeln ihre Ohren unabhängig voneinander bewegen und um fast 180 Grad drehen zu können. Hat ein Geräusch die Aufmerksamkeit eines Pferdes erregt, so wird erst ein Ohr auf die Quelle gerichtet, dann folgt das zweite Ohr. Schließlich wird erst der Kopf, dann der ganze Körper der Geräuschquelle zugewendet und auch olfaktorisch und optisch erkundet.

Bei sehr lauten Geräuschen (z.B. lauter Musik) können Pferde den Gehörgang teilweise durch Anlegen der Ohren verschließen. Angelegte Ohren müssen also nicht immer bedeuten, dass das Pferd droht. Es kann auch eine Schutzreaktion aufgrund eines laut schreienden Besitzers sein! Der Hörbereich des Pferdes entspricht nämlich fast dem Hörbereich des Menschen. Unterschiede ergeben sich nur im unteren und oberen Frequenzbereich, wobei der Mensch besser tiefe Töne hören kann als Pferde, aber im hohen Frequenzbereich den Pferden unterlegen ist. Bei Pferden erstreckt sich der Hörbereich von ca. 64 Hz bis 30 kHz (Heffner u. Heffner, 1983), sie sind also in der Lage, Ultraschall wahrzunehmen. Die Lautäußerungen des Pferdes liegen im gleichen Frequenzbereich wie die Sprache des Menschen (ca. 2 - 6 kHz). Allerdings können Menschen bei 4 kHz auch ein Flüstern hören. Pferde dagegen benötigen bei dieser Frequenz eine sehr viel höhere Lautstärke um Töne wahrnehmen zu können. Mit Pferden flüstern ist daher nicht wirklich möglich!

Von allen heute lebenden Säugetieren haben Pferde die größten Augen, die zudem seitlich am Kopf liegen. Dadurch können Pferde auch mit gerade nach vorne gerichtetem Kopf fast vollständig die Umgebung um sie herum beobachten. Dieser „Rundumblick“ wird noch durch die weiträumige Auskleidung des Augapfels mit lichtempfindlicher Netzhaut begünstigt. Anders als der Mensch besitzen Pferde nicht einen runden Bereich des schärfsten Sehens auf der Netzhaut, sondern ein horizontales Band, das besonders viele Fotorezeptoren enthält (ca. 5000 Zellen/mm²). Im äußeren Bereich dieses Bandes befinden sich Rezeptoren, die extrem sensibel auf Bewegungen reagieren. Dies bedeutet, dass die kleinste Bewegung schräg hinter dem Pferd spontanes Fluchtverhalten auslöst. Wie stark die Fluchtreaktion ausfällt ist abhängig von den Erfahrungen, die das betreffende Pferd schon sammeln konnte, von seinem individuellen Temperament und von dem Vertrauen, das dieses Pferd in seinen Reiter hat.

Das horizontale Gesichtsfeld des Pferdes ist mit ca. 350° also sehr viel größer als das des Menschen, nach oben und unten (vertikal) allerdings sehr viel schmaler. Blinde Bereiche existieren nur vor dem Maul und hinter dem Pferdekopf, wovon auch die Rückenlinie und der Bereich direkt hinter dem Pferd betroffen sind. Um den Reiter auf dem Rücken zu sehen, müssen Pferde daher ihren Kopf etwas heben und seitlich stellen, ein Verhalten, das man bei jungen Pferden, die erstmalig einen Reiter tragen, regelmäßig beobachten kann. Da die Pferdeaugen seitlich am Kopf sitzen und nicht frontal wie beim Menschen, besitzen Pferde ein kleineres Sehfeld des räumlichen (binokularen) Sehens als der Mensch. Junge Pferde, die das erste Mal auf ein Hindernis zugeritten werden, zeigen daher auch häufig sowohl horizontale als auch vertikale Bewegungen mit dem Kopf. Dies tun sie, um das Hindernis und die Entfernung zu ihm besser abschätzen zu können. Erst nach und nach lernen sie, sich auf die Hilfen des Reiters beim Absprung zu verlassen. Wird ein Pferd in starker Beizäumung auf ein Hindernis zu geritten, so kann es dieses gar nicht sehen, sondern nur den Boden vor seinen eigenen Vorderbeinen!

Noch eine weitere Besonderheit des Sehens bei Pferden führt häufig zu Missverständnissen zwischen Mensch und Pferd: Pferde können in der Dämmerung sehr viel besser sehen, als der Mensch. Diese Fähigkeit liegt nicht nur an den größeren Augen und dem lichtempfindlicheren Sehpigment der Stäbchen (Hell-Dunkel-Rezeptoren der Netzhaut), sondern zum großen Teil an einer Licht reflektierenden Faserschicht hinter der Netzhaut, dem Tapetum lucidum. Dieses Tapetum lucidum wirkt sozusagen als Restlichtverstärker, indem auf die Netzhaut auftreffende Lichtstrahlen durch die Reflexion zweifach zur Erregung der Rezeptoren genutzt werden. Mit dieser Fähigkeit verbunden ist allerdings auch eine langsamere Adaptation an Hell-Dunkel-Wechsel als beim Menschen. Es handelt sich daher nicht um Sturheit oder Widersetzlichkeit, wenn sich ein Pferd nicht zügig aus dem hellen

Sonnenlicht in den dunklen Stall führen lässt. Vielmehr benötigt das Pferd etwas länger als der Mensch, um seine Augen an den Helligkeitsunterschied anzupassen ... und den Boden vor den Hufen wieder zu sehen. Das Gleiche gilt natürlich auch, wenn ein Pferd aus hellem Sonnenlicht auf einen dunklen Pferdetransporter geführt werden soll. Hier kann es schon helfen, den Anhänger so aufzustellen, dass das Sonnenlicht von hinten in den Anhänger hinein scheint und das Pferd nicht gegen die Sonne schauen muss.

Besonders die optischen und akustischen Sinnesleistungen des Pferdes sind darauf ausgerichtet, Feinde zu vermeiden. Flucht- und Erkundungsverhalten halten sich hierbei die Waage. Löst ein Objekt bei einem Pferd Fluchtverhalten aus und bleibt dieses Objekt stationär, so kann man regelmäßig feststellen, dass das Pferd sich nach kürzerer oder längerer Zeit dem Objekt annähert, um es zu erkunden. Dieses Verhalten ist biologisch sinnvoll, da wiederholte unnötige Flucht zur Verschwendung körperlicher Reserven führen würde. Für den sicheren Umgang mit Pferden ist es daher wichtig, ihre speziellen Sinnesleistungen zu berücksichtigen, ihnen Zeit zum Erkunden zu lassen und besonders jungen Pferden vielfältige Umweltreize zu bieten.

Funktionskreis: Spielen

Spielein dient dem Training von Bewegungsabläufen, dem Erlernen von Komponenten des Sozialverhaltens und dem Erkunden der Umwelt. Spielverhalten tritt regelmäßig nur im „entspannten Feld“ auf, d.h. wenn kein anderes Bedürfnis wie Hunger, Durst etc. besteht und ist ein Zeichen von Wohlbefinden. Sehr ausgeprägt ist Spielen bei Fohlen und Jungpferden, aber auch erwachsene Pferde zeigen Spielverhalten bis ins hohe Alter. Als Spielformen kommen bei Pferden solitäre Bewegungsspiele, Objektspiele und soziale Spiele vor.

Solitäre Laufspiele zeigen Fohlen bereits in der zweiten Lebenswoche. 70 % des Bewegungsverhaltens von Fohlen geschieht im Spielkontext und dient damit dem Training von Bewegungsabläufen. Daher ist es wichtig, dass Fohlen mit ihren Müttern schon bald nach der Geburt auf die Weide oder den Auslauf können, damit sie sich spielerisch bewegen können. In der zweiten Lebenswoche finden auch erste Sozialspiele mit der Mutter statt, die dann aber ab der achten Lebenswoche überwiegend mit Gleichaltrigen erfolgen. Sozialspiele dienen dem Erlernen von Komponenten des Sozialverhaltens und kommen bei Pferden aller Altersstufen vor. Das soziale Spiel beginnt mit einer Spielaufforderung. Diese kann zum Beispiel aus horizontalem Schlenkern mit Kopf und Hals, aus spielerischem Kneifen mit Lippen und Schneidezähnen oder aus Schnappen ohne Hautkontakt in Richtung des Spielpartners und sofortigem Abwenden bestehen. Im Sozialspiel werden Verhaltensmuster aus unterschiedlichen Bereichen kombiniert, die Rollen zwischen den Spielpartnern wechseln und es werden übertriebene Ausdrucksformen gezeigt. Dabei geht es nicht um das Erreichen einer bestimmten Endhandlung. So überwiegen bei männlichen Pferden im sozialen Spiel Komponenten aus dem Kampf- und Sexualverhalten, ohne dass es darum geht Dominanzverhältnisse zu klären oder den Geschlechtsakt zu vollziehen. Bei erwachsenen Pferden lässt sich feststellen, dass mit einer höheren Rangposition in der Gruppe auch die Dauer der sozialen Spielvorgänge und die Anzahl der Spielpartner steigt (Hackbarth, 1998).

Eng verbunden mit dem Neugierverhalten ist bei Pferden das Objektspiel. Wird von einem Pferd ein unbekanntes Objekt entdeckt, so wird dieses erst aus der Ferne erkundet, dann nähert sich das Pferd langsam an. Hat es das Objekt erreicht, wird dieses aus der Nähe erkundet. Dabei wird das Objekt auch mit Lippen, Zunge, Schneidezähnen und/oder Vorderhufen manipuliert. Oft entsteht dann aus dem Neugierverhalten Spielverhalten. Kann das Objekt mit den Zähnen erfasst werden, kommt es vor, dass das Pferd es hochhebt und trägt oder wegwirft, um sich dann wieder anzunähern und mit ihm weiter zu spielen. Werden Pferde in Gruppen gehalten, beteiligen sich auch mehrere Pferde gleichzeitig an dem Objektspiel. Wenn Pferde die Motivation zum Spielen haben, gehen sie gezielt auf die Suche nach Spielobjekten. Voraussetzung hierfür ist natürlich, dass sie auch die räumliche Möglichkeit dazu haben. Haben sie ein geeignetes Objekt gefunden, spielen sie entweder alleine damit oder bringen es, wenn möglich, zu einem befreundeten Pferd, um dieses damit zum Spielen aufzufordern (eigene Beobachtungen der Autorin).

Als Konsequenz für die Pferdehaltung ergibt sich aus dem Spielverhalten des Pferdes, dass Spielpartner und genügend Raum zum Spielen vorhanden sein sollten. Werden Objekte zum Spielen zur Verfügung gestellt, so sollte daran gedacht werden, dass nicht nur für Menschen(kinder) sondern auch für Pferde ein und dasselbe Spielzeug schnell uninteressant wird.

Funktionskreis: Fortpflanzung

Die sexuelle Reife (Geschlechtsreife) erreichen männliche und weibliche Pferde im Alter von 12 bis 20 Monaten, wobei der Zeitpunkt u.a. von der Rasse und der Fütterung abhängig ist. Es ist der Zeitpunkt, an dem bei Hengsten die Spermienproduktion beginnt und Stuten die erste Rosse zeigen, die meist sehr ausgeprägt ist. Pferde in freier Wildbahn pflanzen sich in diesem Alter jedoch in der Regel noch nicht fort, sondern müssen für eine erfolgreiche Paarung erst noch die psychische Reife erreichen. Bei Hengsten ist diese Reife im Alter von ca. 5 Jahren erreicht. Jungstuten in frei lebenden Pferdepopulationen werden meist erst nach dem vollendeten zweiten Lebensjahr das erste Mal tragend.

Die Brunstsymptome der Stuten (Rosse) sind besonders ausgeprägt im Frühjahr und Frühsommer und auch der Geschlechtstrieb der Hengste ist zum Frühjahr hin deutlich gesteigert. Stuten sind nur um den Zeitpunkt der Ovulation, in der Hochrosse, paarungsbereit. Sie zeigen dann erhöhte Kontaktbereitschaft zu Gruppenmitgliedern, häufiges Absetzen schleimigen Harns und rhythmisches Öffnen und Schließen der Vulva (Blitzen). Mit dem Blitzen ist auch Präsentieren des Hinterteils in Richtung Hengst, breitbeiniges Stillstehen in sägebockartiger Haltung und seitliches Anheben des Schweifes verbunden.

Sowohl Hengste als auch Stuten zeigen eine Bevorzugung bestimmter Sexualpartner. Stuten bevorzugen im Allgemeinen den Althengst der Familiengruppe. Besonders attraktiv scheinen für Stuten solche Hengste zu sein, die mindestens ein bis zwei Jahre lang in einer Junggesellengruppe entsprechendes Sozialverhalten erlernen konnten. Unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen wird die Paarung nämlich durch ein ausgeprägtes Paarungsvorspiel, das besonders vom Hengst ausgeht, eingeleitet. Die olfaktorische Kontrolle der Rosse der Stute führt der Hengst primär durch Beriechen des von der Stute abgegebenen schleimigen Harns durch. Hierbei scheinen von der Stute während der Rosse abgegebene Pheromone eine Rolle zu spielen. Die Paarungsbereitschaft der Stute muss der Hengst allerdings durch das Paarungsvorspiel testen. Dazu nähert sich der Hengst seitlich von vorne mit seitlich gestellten Ohren der Stute an (freundliche Begrüßung). Reagiert die Stute ebenfalls freundlich, beleckt und beknabbert der Hengst vorsichtig den Körper der Stute. Ist die Stute noch nicht paarungsbereit, wehrt sie die Annäherung des Hengstes unter Quietschen und Ausschlagen mit einem Hinterbein ab. Ein gut sozialisierter Hengst wird hierauf das Vorspiel abbrechen, sich aber weiterhin in der Nähe der Stute aufhalten und später erneut mit dem Paarungsvorspiel beginnen. Reagiert die Stute auf die Annäherung des Hengstes dagegen mit breitbeinigem Stillstehen, setzt der Hengst das Belecken bis zu den Flanken der Stute fort, bis er die richtige Position zum Aufspringen erreicht hat und die Paarung vollzogen. Oftmals zeigen Stute und Hengst nach der Paarung gegenseitiges Belecken und Beknabbern.

Unter Züchtern ist bekannt, dass auch Hengste bestimmte Stuten bevorzugen. Unter anderem wird vermutet, dass hierbei das Aussehen und die Farbe der Stute eine Rolle spielen. Allerdings konnten hierfür noch keine wissenschaftlichen Beweise gefunden werden. Unter natürlichen Bedingungen bevorzugt der Althengst die älteren Stuten der Familiengruppe und nicht seine eigenen Töchter. Auch konnte beobachtet werden, dass Stuten gemeinschaftlich den Hengst an der Paarung mit bestimmten Stuten hindern.

Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Paarung sind demzufolge: Aufwachsen in einer Herde zum Erlernen des Ausdrucks- und Sozialverhaltens während der Paarung, physische und psychische Reife des Hengstes, Hochrosse der Stute, Vertrautheit der Stute mit dem Hengst, keine Intervention durch andere Pferde der Gruppe und ausreichend Raum und Zeit für den Signalaustausch während des Paarungsvorspiels und der Paarung.

War die Paarung erfolgreich, erfolgt nach einer durchschnittlichen Tragzeit von 340 Tagen die Geburt des Fohlens. In freier Wildbahn finden Geburten zu jeder Tag- und Nachtzeit statt, gehäuft aber in den frühen Morgenstunden. Voraussetzung ist hierbei das Gefühl völliger Sicherheit seitens der Stute. Erfolgen Störungen durch Umwelteinwirkungen, kann die Geburt verzögert werden. In der Eröffnungsphase der Geburt, die je nach Umweltgegebenheiten zwischen 50 min und vielen Stunden dauern kann, zeigt die Stute vermehrte Bewegung im Schritt, Umschauen und Treten mit den Hinterbeinen in Richtung Bauch, Scharren mit den Vorderbeinen, wiederholtes Niederlegen und Wälzen (meist ohne anschließendes Körperschütteln), häufiges Absetzen kleiner Mengen von Kot und Harn und starkes Schwitzen besonders im Hals und Schulterbereich. Der beginnende Geburtsvorgang kündigt sich auch durch Einschließen, Abtropfen oder Abfließen von Milch in bzw. aus dem Euter an. Die Austreibungsphase (Dauer 10-30 min) geschieht gewöhnlich in der Seitenlage; nur 1,5 % der Stuten gebären ihr Fohlen im Stehen. Nach der Geburt beschnuppert und beleckt die Stute ihr Fohlen am ganzen Körper. Diese Phase ist besonders wichtig für die Mutter-Kind-Bindung und sollte daher auch ohne Störungen aus dem Umfeld erfolgen (z.B. durch Menschen, andere Tiere oder Pferde). Nach dieser Phase ist die Prägung der Mutter auf ihr Fohlen vollzogen, und es ist äußerst schwierig der Stute danach ein fremdes Fohlen „unterzuschieben“, falls ihr eigenes Fohlen stirbt. Stirbt die Mutterstute direkt nach der Geburt, hat man etwas mehr Zeit, um eine Ammenstute für das Waisenfohlen zu finden, da die sensible Phase der Prägung des Fohlens auf die Mutter bis zu zwei Tage dauern kann. Allerdings sollte sich der Mensch bis zum Finden einer Ammenstute nicht zu intensiv mit dem Fohlen beschäftigen, da ansonsten eine Fehlprägung des Fohlens auf den Menschen entsteht. Um eine Fehlprägung des Fohlens auf andere Pferde zu verhindern, schirmt die Mutterstute ihr neugeborenes Fohlen gegenüber Gruppenmitgliedern ab. Dabei kann die Stute hohe Aggressivität zeigen und sich in dieser Zeit auch gegenüber ranghöheren Artgenossen durchsetzen. Anzeichen für die vollzogene Prägung des Fohlens auf seine Mutter ist es, wenn das Fohlen mit seinem Kopf auf Höhe der Schulter der Mutter dieser folgt. Die Mutter lässt nun auch Kontakte des Fohlens zu anderen Familienangehörigen zu, fremde Artgenossen und artfremde Tiere werden aber weiterhin vertrieben.

Nach der Geburt befreit sich das Fohlen durch Bewegungen mit Kopf und Beinen aktiv aus den Eihäuten. Durchschnittlich dauert es 45 min bis das Fohlen steht, wobei der Saugreflex schon ca. 20 min nach der Geburt einsetzt. Einige Verhaltenselemente der anschließenden Eutersuche sind dem Fohlen angeboren, andere müssen aber erlernt werden. Angeboren ist dem Fohlen, in einer bestimmten Körperhaltung – Hals ungefähr in Rückenhöhe, Kopf schräg nach oben – in einem der Körperhaltung entsprechendem dunklen Winkel nach dem Euter zu suchen. Daher kann es auch vorkommen, dass das Fohlen nach dem Euter der Mutter zwischen ihren Vorderbeinen oder in der Box auch unter der in der Ecke angebrachten Futterkrippe sucht. Erfahrene Mütter weisen ihrem Fohlen durch Anstupfen mit dem Maul den richtigen Weg. Hat das Fohlen das Euter gefunden und beginnt zu saugen, setzt sofort ein Lernvorgang ein. Dieser beruht auf zwei Effekten: Erstens wird das Fohlen durch Aufnahme der Milch für sein Verhalten – Stehen in verkehrt paralleler Stellung zur Mutter, Kopf im Dreieck zwischen Bauch und Hinterbeinen der Mutter – belohnt (Belohnung = befriedigtes Saugbedürfnis, Sättigung) (siehe auch Kap. 6.4: Operante Konditionierung). Zweitens befindet sich in der Region des Euters Hautdrüsen, die auf das Fohlen beruhigend wirkende Geruchsstoffe produzieren (Beruhigungspheromon). Bei älteren Fohlen kann man beobachten, dass sie in Angst auslösenden Situationen die Mutterstute aufsuchen und am Euter saugen. Zur Beruhigung des Fohlens in derartigen Situationen scheint sowohl das Saugen an sich, als auch das Beruhigungspheromon der Stute beizutragen. In Zusammenhang mit dem Saugen ist dem Fohlen auch noch ein weiteres Verhalten angeboren: das aktive Stoppen der Mutter. Wenn das Fohlen Milch aufnehmen möchte und die Mutter in Bewegung ist, läuft das Fohlen von hinten seitlich an der Stute vorbei und stellt sich vor ihrer Brust quer. Bleibt die Stute daraufhin stehen, geht das Fohlen um die Mutter herum zum Euter und beginnt zu saugen. Geht die Stute weiter, läuft das Fohlen um die Mutter herum und wiederholt sein Verhalten.

Dauer und Häufigkeit des Saugens der Fohlen bei ihren Müttern ist individuell unterschiedlich. Im Mittel erfolgt der Saugakt in der ersten Lebenswoche viermal pro Stunde, im 6. Monat einmal pro Stunde und im 8. bis 10. Lebensmonat noch alle zwei Stunden. Mit

zunehmendem Alter verbringt das Fohlen auch weniger Zeit in der unmittelbaren Umgebung der Mutter. Sind es in der ersten Lebenswoche noch 90 % des Tages, die das Fohlen in der Nähe der Mutter ist, so verringert sich dieser Anteil über 50 % des Tages im Alter von fünf Monaten bis zu nur noch 20 % des Tages im achten Lebensmonat. Parallel dazu baut das Fohlen zunehmend Bindungen zu anderen Familienmitgliedern, besonders zu älteren Geschwistern und Gleichaltrigen, auf. Im 8. bis 10. Lebensmonat vollzieht sich in freier Wildbahn der natürliche Absetzvorgang des Fohlens von der Mutter, da die Stute zu diesem Zeitpunkt bereits das nächste Fohlen erwartet. Endgültig endet das Mutter-Kind-Verhältnis allerdings erst, wenn das Jungpferd den Familienverband verlässt (siehe Funktionskreis: Sozialverhalten). Für das stressfreie Absetzen des Fohlens in menschlicher Haltung bedeutet dies: Aufzucht in der Herde, Absetzen erst im 8. Lebensmonat zusammen mit gleichaltrigen, befreundeten Artgenossen und Verbleib in der vertrauten Umgebung nach dem Absetzen.

Funktionskreis: Sozialverhalten

Unter Sozialverhalten versteht man die Gesamtheit aller Verhaltensweisen, die auf einen – in der Regel – artgleichen Partner gerichtet sind oder von diesem ausgelöst werden. Bei den heute auf der Erde lebenden Equiden können zwei verschiedene Typen von Sozialordnungen unterschieden werden. Wildesel, Halbesel und Grevyzebras haben territoriale Hengste, die in einem festen Territorium leben und dieses auch gegen das Eindringen anderer Hengste heftig verteidigen. Die Stuten schließen sich zu lockeren Gruppen zusammen und haben bestimmte Wandergebiete, die immer wieder durch die Territorien der Hengste führen. Bei Steppenzebra, Bergzebra, Przewalskipferd und verwilderten Hauspferden existiert ein anderer Typ von Sozialordnung. Diese Equiden weisen permanente Stutengruppe und nicht territoriale Hengste auf. Im Folgenden soll nur auf diesen Organisationstyp eingegangen werden, da er typisch für die von uns gehaltenen Hauspferde ist.

Unserer Hauspferde leben in relativ festen Familienverbänden zusammen, im Falle der männlichen Tiere auch in Hengst- bzw. Junggesellengruppen. Ein Familienverband besteht aus maximal 20 Tieren. Die Kerngruppe besteht aus dem Althengst und 2 - 6 Altstuten. Dazu kommen noch die Fohlen und Jungtiere bis zum Alter von zwei bis drei Jahren. Mehrere Familiengruppen können sich zu Herden von bis zu 100 Tieren zusammenschließen.

Innerhalb der Familiengruppe herrscht keine strikte Aufgabenteilung zwischen Hengst und Stuten, wobei die ranghöchste Stute (Leitstute) häufig die Führung der Gruppe zu lebenswichtigen Ressourcen übernimmt. Der Hengst sorgt für den Zusammenhalt der Stutengruppe und verteidigt sie gegenüber Rivalen. Häufig kommt es auch vor, dass zwei miteinander kooperierende Hengste in einer Stutengruppe zusammen leben. Diese beiden Hengste sind entweder miteinander verwandt oder sie sind zusammen in der Junggesellengruppe aufgewachsen und damit befreundet. Einer der beiden Hengste ist häufig älter als der andere und somit ranghöher, beide sind aber niemals in der Stutengruppe geboren, in der sie leben. Die Stutengruppen sind relativ stabil. Abwanderungen erwachsener Stuten aus dem Familienverband kommen in gemäßigten Klimaten mit weitgehend gleich bleibender Vegetation äußerst selten vor. Allerdings kommt es vor, dass Altstuten die Familiengruppe zusammen mit dem Althengst verlassen, wenn dieser durch einen Rivalen vertrieben wurde. Eine größere Instabilität ist in Gebieten mit jahreszeitlich bedingter Ressourcenknappheit oder einem hohen Druck durch Fressfeinde feststellbar. In diesen Gebieten sind solche Stutengruppen stabiler, in denen zwei kooperierende Hengste vorhanden sind. Die Stabilität ist dabei primär von der Fitness und Souveränität des ranghöheren Hengstes abhängig. Ein souveräner Hengst schlichtet zum Beispiel aggressive Auseinandersetzungen zwischen den Stuten und sorgt auch dafür, dass Fohlen rangniederer Stuten lebenswichtige Ressourcen nutzen können.

Die im Familienverband geborenen Jungstuten wandern fast alle zwischen dem zweiten und vierten Lebensjahr ab. Diese Tendenz ist abnehmend, wenn sie bereits das erste Fohlen in der Gruppe bekommen haben.

Als Gründe für die Abwanderung der Jungstuten sind die Vertrautheit mit dem Althengst (Inzuchtvermeidung) und die Aggressionsrate unter den Stuten ausschlaggebend. Abgewanderte Stuten schließen sich häufig solchen Gruppen an, in denen ihnen bereits bekannte Stuten und ein ihnen unbekannter Hengst leben, oder sie schließen sich einem Junggesellen-Hengst an, der noch keine eigene Familiengruppe besitzt und bilden mit diesem einen neuen Familienverband. Die Abwanderung der Junghengste aus der Familiengruppe geschieht meist bis zum Ende ihres zweiten Lebensjahres. In den meisten Fällen wandern sie freiwillig ab, seltener werden sie vom Althengst vertrieben. Auch kommt es vor, dass die Junghengste zusammen mit dem Althengst die Familie verlassen und eine eigene Hengstgruppe bilden, wenn der Althengst durch einen Rivalen vertrieben wurde. Miteinander befreundete Junghengste verlassen die Familie später, als solitäre Junghengste. Die Junghengste schließen sich dann einer Junggesellengruppe an. Ausschlaggebend für den Anschluss ist, ob sich schon bekannte Hengste in der Gruppe befinden und wie kooperativ die anderen Hengste sind, d.h. wie leicht die Integration in die Junggesellengruppe gelingt. Die Integration läuft mehr oder weniger immer nach dem gleichen Schema ab: Am Anfang steht die Distanzerkundung, wobei durch Körperhaltung und Körperpositionen miteinander kommuniziert wird (u.a. Imponieren). Dann bewegen sich die Tiere aufeinander zu und erkunden sich aus der Nähe (Nase-an-Nase-Begrüßung, olfaktorisches Erkunden, Überkoten (siehe Funktionskreis: Ausscheiden), Lautäußerungen). Danach folgt häufig ein mit Drohen verbundenes aggressives Spiel und bis zu zwei Stunden anhaltendes Treiben des fremden Hengstes. Nach einiger Zeit kann man gemeinsames Galoppieren und Spielkämpfe beobachten. Besteht eine negative Bindungsbereitschaft zwischen den Tieren, so meiden sie sich zukünftig. Bei positiver Bindungsbereitschaft findet soziale Fellpflege und gemeinsames Folgen statt. Überwiegend schließen sich die Junghengste innerhalb der Hengstgruppe in Zweierteams, seltener in Dreierteams, zusammen. Ganz Ähnliches gilt auch für Stuten. Als Konsequenz für die Pferdehaltung ergibt sich daraus, dass bei der Integration eines neuen Pferdes in eine bestehende Gruppe langsam und schrittweise vorgegangen werden muss und den Pferden genügend Platz zum Ausweichen und Laufen zu Verfügung stehen muss. Zeitler-Feicht et al. (2006) konnten feststellen, dass die feste Integration eines Pferdes in eine bestehende Pferdegruppe bis zu einem Jahr dauern kann.

Innerhalb der Junggesellengruppe und der Familiengruppe bestehen zwischen den einzelnen Tieren so genannte Dominanzbeziehungen. Diese bestehen im Eigentlichen immer nur zwischen jeweils zwei Tieren. Aus der Gesamtheit aller interindividuellen Dominanzbeziehungen kann dann eine Rangordnung innerhalb der Gruppe erkennbar werden. Dominanzbeziehungen und Rangordnung spielen nur dann eine Rolle, wenn es darum geht, knappe Ressourcen nutzen zu können. Die Dominanzbeziehung zwischen zwei kooperierenden Familienhengsten sorgt zum Beispiel für die Klärung, wer von ihnen beiden berechtigt ist, die Stuten zu decken. Und die Rangordnung zwischen den Stuten regelt z.B. an einer knappen Wasserstelle die Reihenfolge der Wasseraufnahme. Ist eine Rangordnung (bzw. die interindividuellen Dominanzbeziehungen) einmal erstellt, bleibt sie weitgehend stabil. Rangposition bestimmende Faktoren sind unter anderem altersabhängige Erfahrungen, Kampfbereitschaft, Temperament, Reaktionsschnelle, Selbstsicherheit und psychische Ausdrucksstärke. Dies alles sind Komponenten des Sozialverhaltens, die junge Pferde auf der Grundlage ihrer angeborenen Fähigkeiten in der Gruppe erlernen müssen.

In kleinen Pferdegruppen (bis ca. 6 Pferden) kann oft eine lineare Rangordnung festgestellt werden. Dabei gibt es genauso viele Rangplätze wie Gruppenmitglieder, und jeder Partner ist allen anderen mit geringerem Dominanzwert überlegen. In größeren Pferdegruppen bilden sich umfangreiche Mehrecksbeziehungen zwischen den Tieren, so dass eine klare lineare Rangordnung nicht mehr erkennbar ist.

Der Zusammenhalt einer Pferdegruppe wird durch verschiedenen Faktoren sichergestellt. Neben der Einwirkung des männlichen Leittieres im Familienverband spielt auch das allgemeine Bedürfnis der Pferde nach Sozialkontakt, die soziale Appetenz (Geselligkeitsbedürfnis), eine große Rolle. Weitere Faktoren sind Verwandtschaften, Freundschaften, Bekanntschaften, Spiel- und Fellpflegebeziehungen zwischen den einzelnen Pferden der Gruppe. Allomimetisches Verhalten (Stimmungsübertragung, „Mach-

Mit-Verhalten“) dient der Synchronisation des Verhaltens innerhalb der Gruppe und wird durch die Gruppe stimuliert und koordiniert. Ein weiterer wichtiger Faktor, der das Zusammenleben in der Gruppe regelt, ist die artspezifische Kommunikation des Pferdes. Die Gesamtheit der Informationsvermittlung kann man auch bei Pferden in drei verschiedenen Kontextklassen einteilen: komplementärer, kooperativer und konkurrierender Kontext. Nicht identische Kontaktsignale, wie sie zum Beispiel zwischen Hengst und Stute beim Sexualverhalten oder zwischen Mutterstute und Fohlen erfolgen, gehören der komplementären Kontextklasse an. Zur kooperativen Kommunikation gehören alle Motivations- und Bedeutungssignale, die in Zusammenhang mit allomimetischem und soziopositivem (kohäsivem) Verhalten, wie z.B. Aufforderung zur sozialen Fellpflege, stehen. Distanz regulierende Signale, wie sie in Zusammenhang mit agonistischem Verhalten gezeigt werden, gehören in den konkurrierenden Kontext. Unter agonistischem Verhalten versteht man alle Verhaltensweisen, die gezeigt werden, wenn ein Sozialpartner störend auf das eigene Verhalten einwirkt. Bei Pferden gehören hierzu alle kommunikativen Elemente des Meide-, Flucht- und Aggressionsverhaltens (siehe Kap. 6.3).

Pferde sind in Gruppen lebende Tiere, für die soziale Kontakte zu Artgenossen unerlässlich sind. Sowohl bei Einzelhaltung als auch bei Gruppenhaltung ist auf das soziale Gefüge und die Verträglichkeit der Pferde untereinander Rücksicht zu nehmen. Dies gilt auch für rasse-, alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede. Fohlen und Jungpferde dürfen aus Gründen ihrer sozialen Entwicklung nicht einzeln gehalten werden und müssen in Gruppen aufwachsen. Aus Erziehungsgründen ist es von Vorteil in Jungpferdegruppen auch ältere Tiere zu halten (BMVEL 2009).

Das Normalverhalten von Pferden umfasst sehr viel mehr Aspekte, als hier aufgeführt werden konnten. Die Lektüre der heutigen (deutschen) Standardwerke zum Normalverhalten von Pferden (Zeitler-Feicht 2008, Schöning 2008) sollte daher im Sinne des § 2 des deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG vom 18. Mai 2006: „Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, muss über die für eine angemessene Ernährung, Pflege und verhaltensgerechte Unterbringung des Tieres erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen.“) für alle Pferdehalter und -besitzer selbstverständlich sein.

6.3 Das Ausdrucksverhalten des Pferdes

Neben der Abgabe von Geruchsstoffen über Kot und Harn und verschiedenen Lautäußerungen spielen vor allem optische Ausdruckselemente eine große Rolle in der innerartlichen Kommunikation des Pferdes. Pferde besitzen ein differenziertes körperliches und mimisches Ausdrucksverhalten (Gestik, Mimik und Körperhaltung), dessen Ausdruckselemente von einem erfahrenen Beobachter erkannt und beurteilt werden können. Grundvoraussetzung für den Beurteilenden sind sehr gute Kenntnisse des Normalverhaltens von Pferden, um Gesamtsituationen bewerten und mit Befindlichkeiten in Beziehung setzen zu können. Auf Basis des Ausdrucksverhaltens wurden in den letzten Jahren verschiedene Untersuchungen zu Befindlichkeiten bei Pferden mit unterschiedlichem Situationsbezug durchgeführt: beim Springreiten (Pfeil-Rotermund u. Zeeb 1993), bei der Dressurausbildung (Caanitz 1996), zur Schmerzbeurteilung bei Krankheitszuständen (Zierz u. Wintzer 1996), vergleichend im Herdenverband und unter reiterlicher Einwirkung (Zeeb u. Blank 1999), in Zusammenhang mit mentalem Stress (Rietmann et al. 2004), bei Rodeoveranstaltungen (Bohnet 2006) und in Zusammenhang mit der Fütterung (Hohmann et al. 2006).

Zu den optischen Informationssignalen des Pferdes in der sozialen Kommunikation tragen folgende Ausdruckselemente des Körpers (Gestik) bei:

- Stellung des Körpers in Relation zum Partner
- Anspannungsgrad der Körpermuskulatur
- Stellung des Halses in Relation zum Körper und Anspannungsgrad der Halsmuskulatur
- Stellung des Kopfes in Relation zum Hals und zum Körper
- Stellung und Bewegung der Beine
- Stellung und Bewegung des Schweifes.

Durch die Kombination der verschiedenen Signalelemente von Körper, Hals, Kopf, Beine und Schweif ist das Pferd zu einer Vielzahl von Displays (Gesamtausdrücken) fähig, wobei es niemals einzelne Signale sind, die einen bestimmten Bedeutungsinhalt haben. Die Displays unterscheiden sich vielmehr anhand einzelner Signale, denen je nach Kontextbezug unterschiedliche Bedeutung zukommt. Eine wesentliche Rolle spielt dabei auch die Mimik.

Da die Gesichtsmuskulatur bei Pferden im Bereich der Stirn und des Nasenrückens nur gering entwickelt ist, konzentriert sich das mimische Ausdrucksverhalten hauptsächlich auf die folgenden Elemente:

- Stellung der Ohren in Relation zum Kopf
- Augenpartie: Lidschluss, Bewegung der Augen
- Anspannungsgrad der Nüstern
- Anspannungsgrad der Oberlippe
- Anspannungsgrad der Unterlippe
- Stellung des Maulspalts
- Öffnungsgrad des Mauls
- Anspannungsgrad der Wangenmuskulatur.

Im Folgenden werden einige Displays des Ausdruckverhaltens des Pferdes mit Kontextbezug beschrieben (Bohnet 2007):

Display „Entspanntheit“

Die Körpermuskulatur ist entspannt. Ein Hinterbein kann entspannt angewinkelt und auf der Hufspitze abgestellt sein („Schildern“). Der Schweif hängt entspannt herab. Der Hals ist mehr oder weniger in die Waagerechte abgesenkt, wobei die Halsmuskulatur entspannt ist. Der Kopf hängt entspannt herab, und der Winkel zwischen Kopf und Hals ist dabei größer 90 Grad. Die Gesichtsmuskulatur ist verschiedengradig erschlafft, wodurch der Eindruck eines „entspannten“ Gesichts entsteht. Die Ohren nehmen eine seitliche Stellung ein und werden etwas in die Waagerechte abgesenkt, wobei die Ohrmuschelöffnung nach vorne oder zur Seite zeigen kann. Die Augen sind offen und die Umgebung der Augen ist entspannt. Die Nüstern sind wegen der flachen Atmung verengt aber nicht zusammen gezogen. Der Maulspalt ist gerade und kurz, die Lippen entspannt und die Unterlippe kann mehr oder weniger entspannt nach vorne und herab hängen. Dieses Display ist ähnlich dem Dösen, nur dass beim Dösen die Augen mehr oder weniger geschlossen sein können. Der Kontext, in dem das Display „Entspanntheit“ gezeigt wird ist zum Beispiel entspanntes Stehen in vertrauter Umgebung oder freundliche Begrüßung befreundeter Pferde oder vertrauter Menschen.



Abb. 6.3.1: Aufmerksamkeit zeigendes Pferd. Alle Sinnesorgane werden in Richtung der Aufmerksamkeit erregenden Reizquelle ausgerichtet (Foto: K. Kühn)

Display „Aufmerksamkeit“

Hierbei ist die Körpermuskulatur in Abhängigkeit der Erregungslage leicht angespannt. Die Muskulatur der Beine ist angespannt. Ein vorher geschildertes Bein wird auf der Hufsohle abgesetzt. Der Schweif kann in Abhängigkeit der Erregungslage leicht angehoben werden. Der Hals wird mit angespannter Muskulatur über die Waagerechte angehoben. Der Kopf wird angehoben und in Richtung des Aufmerksamkeits erregenden Reizes ausgerichtet. Dabei beträgt der Winkel zwischen der Unterseite des Kopfes und der Unterseite des Halses ca. 90 Grad. Die Ohren sind mit nach vorne gerichteter Ohröffnung nach oben gezogen. Die Augen werden weiter geöffnet als bei entspanntem Gesicht, und der Blick ist aufmerksam-interessiert. Die Nüstern sind mehr geweitet als beim entspannten Gesicht. Das Maul ist geschlossen, der Maulspalt kurz und gerade. Durch die angespannte Wangenmuskulatur treten die Muskeln zwischen Mundwinkel und Wangen leicht hervor. Ober- und Unterlippe sind leicht angespannt (Abb. 6.3.1). Die wache, aufmerksame Mimik wird gezeigt, wenn ein Objekt, ein Geruch oder ein Geräusch die Aufmerksamkeit des Pferdes erregt, ohne Furcht auszulösen.

Display „Irritation“

Die Körpermuskulatur ist angespannt und das Pferd zeigt unruhige Bewegungen. Der Schwerpunkt des Körpers wird nach hinten verlagert. Die Fluchttendenz wird durch Zurückweichen im Wechsel mit Erstarren deutlich. Die Oberschenkelmuskulatur der Hinterbeine ist angespannt, wobei die Hinterhufe unter den Körper gestellt werden, um für eine Drehung oder Absprung nach hinten - weg vom Furcht auslösenden Objekt – bereit zu sein. Der Schweif wird mehr oder weniger angehoben und zeigt horizontales Schlagen mit kurzen Bewegungen. Die Muskulatur des Halses ist angespannt und wird noch weiter angehoben als beim Display „Aufmerksamkeit“. Der Winkel zwischen der Unterseite des Kopfes und der Unterseite des Halses ist kleiner als 90 Grad, d.h. der Kopf wird etwas an die Brust gezogen. Das Ohrenspiel ist desorientiert, die Ohren bewegen sich nervös nach allen Seiten und können in verschiedenen Richtungen stehen bleiben. Die Augen sind weit geöffnet und zeigen einen unruhigen Blick. Der Anspannungsgrad der Nüstern wechselt zwischen Aufblähen und Zusammenziehen. Die Oberlippe ist mehr oder weniger spitz nach vorne gestreckt, wobei die Lippen zusammengepresst werden. Leichtes Schmatzen mit den Lippen und Lecken kann gezeigt werden. Dieses Display wird beim Erscheinen eines unbekannten, sich nicht oder sich nur sehr langsam auf das Pferd zu bewegendes Objektes gezeigt. Die Mimik und Gestik zeigt ambivalentes Verhalten an, das in Konfliktsituationen auftritt: das Pferd schwankt zwischen Annäherung (Erkunden) und Meiden (Flucht).

Display „Furcht/Angst“

Unter „Furcht“ versteht man ein Gefühl der Bedrohung, angesichts einer konkreten Gefahr (objektbezogen). Dagegen ist „Angst“ ein Gefühl der Bedrohung durch die subjektive Bewertung einer Situation, mit der Vermutung, dass von der Situation (oder von einem Objekt) eine Gefahr ausgehen könnte. Aus Furcht und Angst resultiert Meide- und/oder Fluchtverhalten. Furcht und Angst dienen der Selbsterhaltung, wobei sich eine rasche Wiederherstellung des normalen emotionalen Zustandes einstellt, sobald die Bedrohung vorbei ist. Flüchtet das Pferd, so geschieht dies in Trab oder Galopp mit angespannter Körpermuskulatur. Auch kann in Furcht/Angst auslösenden Situationen ein Erstarren des Pferdes beobachtet werden. Hierbei zeigt es eine angespannte Körpermuskulatur, die Vorderbeine sind durchgestreckt, die Hinterbeine angewinkelt, so dass die Hinterpartie eingezogen wirkt und der Körper verkürzt. Der Schweif wird eingeklemmt, d.h. dicht zwischen die Hinterbacken gedrückt. Der Kopf wird nach oben gerissen, wobei die Stirn-Nasenlinie fast parallel zum Boden ausgerichtet wird und der Winkel zwischen der Unterseite des Kopfes und der Unterseite des Halses etwas größer als 90 Grad ist. Der Hals nimmt in Relation zur Rückenlinie einen fast 90°-Winkel ein. Die Gesichtsmuskulatur ist angespannt, wobei die Muskulatur zwischen Maulwinkel und Wange deutlich hervortritt. Die Ohren werden seitlich gestellt und der Waagerechten genähert. Die Ohrmuschelöffnung zeigt dabei in Richtung Boden. Das Ohrenspiel ist eingeschränkt. Die Augen sind weit geöffnet, und entweder ist der Blick auf den Furcht/Angst-Auslöser oder auch in Fluchtrichtung gerichtet.

Die Nüstern sind maximal geweitet (Atmung forciert). Im Maulbereich ist die Oberlippe angespannt spitz zusammen gezogen und graduell nach vorne geschoben. Von vorne ergibt sich dadurch eine mehr oder weniger eckige Oberlippe, von der Seite sieht man eine runde bis spitze Silhouette. Die Unterlippe ist angespannt nach hinten gezogen mit deutlichem „Kinn“. Dadurch überragt die Oberlippe die Unterlippe. Die Lippen sind geschlossen, der Maulspalt wird bogenförmig nach hinten-unten gezogen (Abb. 6.3.2). Das Angstgesicht wird spontan, objekt- und/oder situationsabhängig gezeigt. Sowohl unbekannte als auch bekannte Objekte und Situationen können Furcht/Angst auslösen.



Abb. 6.3.2: Waagerechte Ohrstellung mit zu Boden gerichteten Ohrmuschelöffnungen, geweitete Nüstern, spitze Oberlippe, zurück gezogene Unterlippe, bogenförmiger Maulspalt, geweitete Nüstern und Einknicken in der Hinterhand deuten auf Furcht/Angst bei diesem Pferd hin (Foto: A. Adam)

Display „Panik“

Unter Panik wird eine deutlich von der Norm abweichende Angstreaktion verstanden. Panik kann durch „Angreifer“ ausgelöst werden, bei denen die Abwehrmimik vollkommen versagt oder wenn der Bewegungsspielraum so eingengt wird, dass es für das Pferd keinen Ausweg mehr zu geben scheint (Schadensvermeidung scheint nicht mehr möglich zu sein). Die Pferde zeigen dabei eine starke Anspannung der Körpermuskulatur bis hin zum Erstarren. Aber auch panikartiges Galoppieren, unkontrollierte Bewegungen und Stürzen durch einen Verlust der Gleichgewichtskontrolle sind möglich. Der Körper wirkt dabei verkürzt. Der Schweif kann eingeklemmt werden oder horizontales bzw. vertikales Schlagen zeigen. Der Kopf ist extrem nach oben gerissen, wobei der Winkel zwischen der Unterseite des Kopfes und der Unterseite des Hals 90 Grad oder weniger aufweist, d.h. der Kopf wird mehr oder weniger an die Brust gezogen. Die Oberlinie des Halses bildet mit der Rückenlinie fast einen 90°-Winkel. Die Wangenmuskulatur ist maximal angespannt. Die Ohrstellung ist seitlich und der Waagerechten genähert, wobei die Ohrmuschelöffnung nach unten gerichtet ist. Es wird keine Ausrichtung der Ohren auf Umgebungsgeräusche erkennbar (kein Ohrenspiel). Die Augen werden weit aufgerissen („Augenrollen“), so dass das Weiße sichtbar wird. Die Nüstern erscheinen durch die forcierte Atmung maximal geweitet. Das Maul ist mehr oder weniger aufgerissen, die Maulspalte bogenförmig nach hinten-unten verlängert mit spitzen Mundwinkeln. Die Oberlippe wird zusammen gezogen und nach vorne gestreckt. Die Lippen können von den Schneidezähnen zurückgezogen sein, so dass diese sichtbar werden. Die Unterlippe ist stark angespannt.

Display „Defensive Aggression“ (Unsichere Aggression; Angstaggession)

Bei diesem Display handelt es sich um unsicheres Drohen mit Fluchtintension. Es wird zusammen mit Kopf-Hochreißen und Abwenden bzw. Flüchten als Reaktion auf einen selbstsicher drohenden Artgenossen gezeigt. Dieses Display drückt Furcht/Angst verbunden mit Abwehr/Aggression aus. Es wird, in entsprechenden Situationen, auch gegenüber anderen „Angreifen“ gezeigt (z.B. Hund, Mensch). Die Körpermuskulatur ist dabei angespannt. Der Körper wirkt verkürzt und niedriger durch Einknicken in den Gelenken der Beine, besonders der Hinterhand. Die Rückenlinie fällt dadurch nach hinten ab. Der Körper wird abgewendet und das Hinterteil kann dem Aggressor zugewendet werden. Schlagdrohen der Hinterhand oder Ausschlagen mit einem oder beiden Hinterbeinen ist möglich. Der Schweif wird eingeklemmt. Der Hals wird nach vorne gestreckt und in Relation zur Rückenlinie etwas über der Waagerechten gehalten (stumpfer Winkel ($> 90^\circ$) zur Rückenlinie). Der Kopf wird nach oben gerissen, so dass die Stirn-Nasenlinie fast parallel zum Boden steht und die Unterseite des Kopfes mit der Unterseite des Hals einen stumpfen Winkel ($> 90^\circ$) einnimmt. Die Wangenmuskulatur ist angespannt. Die Ohren sind mehr oder weniger der Waagerechten genähert und nach hinten gerichtet. Die Ohrmuschelöffnungen zeigen dabei schräg nach hinten-unten. Die Nüstern werden elliptisch längs zusammen gezogen, wobei die äußeren Nasenflügel nach hinten gezogen werden. Im Maulbereich werden die Lippen zusammen gepresst, die Oberlippe spitz nach vorne gestreckt (überragt die Unterlippe), das Kinn bzw. die Unterlippe angespannt und nach hinten gezogen, und die Mundwinkel weisen bogenförmig nach hinten-unten.

Display „Offensive Aggression“

Bei der offensiven Aggression, d.h. selbstsicherem Drohen mit Angriffsintension, wird die Körpermuskulatur insgesamt angespannt. Bei starkem Drohen bildet die Stirn-Nasenlinie mit Rücken und Hals fast eine waagerechte Linie. Die Gesichtsmuskulatur ist insgesamt angespannt. Die Ohren werden in Abhängigkeit der Intensität des Drohens mehr oder weniger flach nach hinten und an den Hals angelegt (Abb. 6.3.3, linkes Pferd). Die Augen können schlitzförmig verkleinert sein, Ober- und Unterlid werden angespannt. Die Nüstern werden elliptisch längs zusammen gezogen, wobei die äußeren Nasenflügel nach hinten gezogen werden. Längsfalten zwischen den Nüstern und seitlich zwischen den Nüstern und der Oberlippe sind zu erkennen. Die Lippen werden zusammen gepresst. Der Maulspalt ist nach hinten verlängert, die Mundwinkel nach hinten-unten abgeknickt und die Unterlippe angespannt vorgeschoben. Drohen nach hinten über die Schulter ist ebenso wie Drohschwingen in Richtung des angedrohten Partners möglich. Beim Beißdrohen wird das Maul mit eher kurzem Maulspalt und rundem Mundwinkel geöffnet. Beißdrohen kann sowohl ohne direkte Annäherung (Schnappen in die Luft) als auch mit direktem Körperkontakt zum Angedrohten (Beißen) gezeigt werden. Besonders Stuten zeigen in Zusammenhang mit offensiver Aggression auch Rückwärtsgehen auf den angedrohten Partner hin verbunden mit Ausschlagen der Hinterhand. Bei Hengstkämpfen kommt Beißen, Steigen und Ausschlagen mit der Vorderhand häufiger vor, bei Stutenkämpfen überwiegt das Ausschlagen mit der Hinterhand. Offensive Aggression kann gegenüber Artgenossen, anderen Tieren und gegenüber dem Menschen situationsabhängig in verschiedenen Intensitäten gezeigt werden.

Display „Imponieren“

Die Körpermuskulatur wird angespannt und die Rückenlinie mehr oder weniger aufgewölbt („Groß-Machen“), der Hals nach oben gestellt und gerundet, der Kopf in Richtung Brust gezogen und der Schweif angehoben. Es treten akzentuierte Bewegungen mit auffallendem Kraftaufwand, wie z.B. Vorderhandschlagen auf. Die Ohren sind nach vorne gerichtet. Der hintere Anteil der Oberlippe wird nach oben und die Maulspalte nach hinten gezogen, so dass ein scharfer, spitzer Mundwinkel entsteht. Imponieren wird gegenüber Artgenossen und Artfremden (z.B. Mensch, Hund) gezeigt. Es dient der Beeindruckung oder der Einschüchterung des Gegenübers.

Beschwichtigungsgesten

Beschwichtigungsgesten sind kommunikative Signale, die gezeigt werden, um eine Situation zu entspannen. Sie treten bei Pferden in potentiellen oder tatsächlichen Konfliktsituationen

mit Sozialpartnern (andere Pferde, Menschen) auf. Dazu gehören Kopf und Hals absenken (Zeitler-Feicht et al. 2006), Ohren seitlich stellen und absenken (Abb. 6.3.3), Kopf abwenden, Ausweichen (Bogen gehen) und das Unterlegenheitskauen (Zeeb 1998).



Abb. 6.3.3: Ohren seitlich stellen und absenken als Beschwichtigungsgeste (rechtes Pferd) gegenüber einem selbstsicher (offensiv) drohenden Artgenossen (Foto: W. Bohnet)

Übersprungsverhalten

Verhaltenselemente, die normalerweise zielgerichtet ausgeführt werden und sich damit einem bestimmten Funktionskreis zuordnen lassen, werden als Übersprungsverhalten bezeichnet, wenn sie in einem veränderten Kontext ohne Funktionsbezug gezeigt werden. Übersprungsverhalten tritt in und nach Konflikt- und Stresssituationen auf. Zum Übersprungsverhalten bei Pferden gehört unter anderem horizontales Kopfschlagen (eigentlicher Kontext: Spielverhalten), Körperschütteln (eigentlicher Kontext: Komfortverhalten; in Zusammenhang mit vorherigen Wälzen), hastiges Fressen, Leerkauen und Lecken (Abb. 6.3.4) (eigentlicher Kontext: Futter- und Wasseraufnahme), Gähnen (eigentlicher Kontext: Ruheverhalten) und Vorderbeinscharren (eigentlicher Kontext: Imponieren, Erkundungsverhalten).



Abb. 6.3.4: Dieser Dülmener Jährlingshengst zeigt Lecken als Übersprungsverhalten nach einer Stresssituation (Fang aus der Herde und Brennen) (Foto: A. Adam)

6.4 Ursache, Prophylaxe und Therapie von Problemverhalten

Wie Pferde auf die Einschränkungen ihres Normalverhaltens durch Haltung, Umgang oder Ausbildung bzw. Training durch den Menschen reagieren, ist individuell unterschiedlich. Die Anpassungs- und Bewältigungsfähigkeit hängt unter anderem von den angeborenen Voraussetzungen und den Vorerfahrungen des speziellen Pferdes ab.

Der Komplex Problemverhalten kann grob in Verhaltensprobleme (unerwünschtes Verhalten) und Verhaltensstörungen unterteilt werden. Unter Verhaltensproblemen versteht man Verhaltensweisen von Pferden, die für diese Tierart eigentlich „normal“ sind und auch vom Pferd in einer entsprechenden Umweltsituation angemessen eingesetzt werden, die jedoch Pferdehalter oder Umwelt als störend oder problematisch empfinden. Begünstigende Faktoren für die Entstehung von Verhaltensproblemen können bestimmte Charaktereigenschaften oder gebäudebedingte Mängel eines Pferdes sein, aber auch Mängel in der Haltung oder im Umgang mit dem Pferd. Die Ursachen für Verhaltensprobleme sind bei unseren Pferden äußerst vielfältig. Neben Organkrankheiten, aktuellem Hormonstatus oder schmerzhaften Prozessen sowie mangelnden oder schlechten Erfahrungen kommen eine ganze Reihe weiterer Ursachen für Verhaltensprobleme in Frage. Hauptursachen für z.B. Durchgehen, Scheuen, Beißen und Ausschlagen sind in vielen Fällen Angst oder Schmerz. Rangordnungsprobleme mit dem Menschen können sich in Nicht-Führen-Lassen, den Menschen umrennen oder nach ihm beißen äußern. Unterforderung oder Überforderung bei Ausbildung, Training oder Nutzung von Pferden können ebenfalls zur Entstehung von Problemverhalten führen. Eine große Rolle bei der Entstehung und dem Fortbestand von unerwünschtem Verhalten spielt das Lernverhalten der Pferde. So beruht das Nicht-Einfangen-Lassen auf der Weide oftmals auf der Tatsache, dass das Pferd gelernt hat, den sich mit Halfter und Strick nähernden Menschen damit zu assoziieren, dass es von seinen Artgenossen getrennt wird und das Fressen beenden muss. Konnte sich das Pferd erfolgreich dem Menschen entziehen, wird es dieses Verhalten immer wieder zeigen. Auch das Auftreten von so genannter Aufmerksamkeit forderndem Verhalten ist eng mit dem Lernen am Erfolg verbunden. Aufmerksamkeit forderndes Verhalten bei Pferden ist z.B. Scharren am Anbinder, Boxenschlagen oder Stangenwetzen in Zusammenhang mit der Fütterung. Besonders die vom Menschen unerwünschten Verhaltensweisen, die in Zusammenhang mit der Fütterung auftreten, werden durch die Gabe von Futter noch verstärkt. Das Pferd wird durch die schließlich erfolgende Futtergabe für sein vorher gezeigtes Verhalten belohnt. Bei Aufmerksamkeit forderndem Verhalten, das aufgrund von Langeweile gezeigt wird (z.B. Scharren am Anbinder), ist jede Zuwendung des Menschen eine Belohnung für das Pferd. Dabei ist es gleichgültig, ob der Mensch das Pferd freundlich anspricht oder es anschreit. Jede Art von Zuwendung wird als Belohnung empfunden und verstärkt das Verhalten. Aktueller Auslöser für unerwünschte Verhaltensweisen ist daher das Wiedereintreten der Situation.

Im Unterschied zu Verhaltensproblemen sind Verhaltensstörungen solche Verhaltensweisen, die entweder nicht Elemente des normalen Verhaltensrepertoires des Pferdes sind oder vom Normalverhalten in Qualität und Quantität stark abweichen. Auch die Ursachen für das Entstehen von Verhaltensstörungen sind vielfältig. Symptomatische Verhaltensstörungen haben Verletzungen, Degenerationserscheinungen oder Infektionen als Ursache (z.B. häufiges Kopfschütteln aufgrund einer Ohrenerkrankung). Auch durch traumatisch bedingten Veränderungen oder Infektionen des Gehirns (z.B. Tollwut, Bornasche Krankheit) können Verhaltensstörungen auftreten. Veränderungen des endokrinen Systems, wie z.B. Ovarfunktionsstörungen oder Kryptorchismus können ebenfalls zu Störungen des Normalverhaltens führen (sog. Endogene Verhaltensstörungen). Bei mangelbedingten Verhaltensstörungen fehlen dem Körper bestimmte Substanzen, das gezeigte Verhalten führt jedoch nicht zur Beseitigung des Mangels (z.B. exzessives Holznagen aufgrund von Raufutter- oder Spurenelementmangel). Primäre Ursachen für reaktive Verhaltensstörungen, wie zum Beispiel Koppen, Weben, Boxenlaufen, Fehlprägung oder Automutilation („Selbstverstümmelung“; betroffene Pferde beißen ihren eigenen Körper blutig) sind inadäquate Haltungsbedingungen oder ein nicht tiergerechter Umgang.

Reaktive Verhaltensstörungen kommen bei frei lebenden Pferden nicht vor. Weltweit zeigen 15 % aller Pferde in menschlicher Obhut diese Störungen. In Deutschland weisen etwa 6,5 % der Reitpferde Koppen, Weben und Boxenlaufen auf, wobei davon besonders häufig Warm- und Vollblüter, seltener Ponys und Kaltblüter betroffen sind. Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass die Häufigkeit des Auftretens reaktiver Verhaltensstörungen in enger Beziehung zu Haltung, Nutzung und genetischer Prädisposition stehen. Genetische Prädisposition bedeutet nicht, dass Verhaltensstörungen an sich vererbt werden. Vielmehr besitzen die betroffenen Pferde aufgrund ihres genetischen Hintergrunds eine geringere Anpassungsfähigkeit an belastende Situationen (Haltung, Umgang) als andere Pferde. In diesem Zusammenhang muss auch erwähnt werden, dass es für die Annahme, Pferde würden sich von anderen Pferden Verhaltensstörungen wie Weben oder Koppen abschauen bzw. dieses Verhalten nachahmen, keinerlei wissenschaftliche Beweise gibt. Leider hält sich dieser Irrglaube hartnäckig bei vielen Pferdehaltern und Stallbetreibern. Ursächlich für die Entstehung reaktiver Verhaltensstörungen sind vielmehr einschneidende negative Erlebnisse (sog. Initialtraumata) vor allem in der frühen Verhaltensentwicklung (z.B. abruptes Absetzen, plötzliche Haltungsumstellung von der Weidehaltung in die Einzelboxenhaltung, Ausbildungsbeginn) und eine hohe Motivation ein bestimmtes Verhalten auszuführen, ohne dass eine entsprechende Endhandlung erreicht werden kann (chronische Frustration durch Bewegungsmangel, Raufuttermangel u.a.). Reaktive Verhaltensstörungen entwickeln sich über einen längeren Zeitraum. Anfangs sind Aktivitäten im Umfeld, die mit einem Erregungsanstieg des Pferdes verbunden sind, aktuelle Auslöser. Ist eine reaktive Verhaltensstörung erst einmal etabliert, kann sie meist nicht mehr vollständig therapiert werden. Dies liegt an strukturellen Veränderungen im Gehirn im Verlauf der Entwicklung einer Verhaltensstörung. Reaktive Verhaltensstörungen werden daher auch zu den psychischen Erkrankungen gezählt, wobei die betroffenen Pferde häufig besonders leistungsfähige Pferde mit langer Nutzungsdauer sind. Unter diesem Gesichtspunkt sind symptomatische Therapieansätze, wie die Verwendung von Kopperriemen, die Kopperoperation oder das Zusammenbinden der Vorderbeine bei Webern, als tierschutzwidrig zu betrachten.

Die verhaltenstherapeutische Tätigkeit erfordert einerseits grundlegende fachliche Kenntnisse über Erkrankungen bei Pferden und deren Ursachen, klinische Erscheinungsbilder, Diagnostik und Behandlung. Andererseits ist spezielles Wissen über Ursachen, Symptome und Therapie von Verhaltensproblemen bei Pferden erforderlich. Dabei sind neben dem Normal- und Lernverhalten des Pferdes auch Tierschutz- und Haltungsaspekte zu berücksichtigen. Außerdem muss sich der Therapeut stets auch mit Aspekten der Humanpsychologie auseinandersetzen, da der Pferdehalter bzw. -trainer als Co-Therapeut gewonnen werden muss. Aus diesen Gründen sollte die Verhaltenstherapie von Pferden ausschließlich von speziell in diesem Bereich ausgebildeten Tierärzten oder sonst nur in enger Zusammenarbeit mit einem Tierarzt erfolgen (Ott et al. 2008).

Die Therapie von Verhaltensproblemen und -störungen umfasst mehrere Bausteine: eine Verhaltensmodifikation beim Pferd, eine Veränderung der Haltungsbedingungen und Umweltgegebenheiten und oftmals eine Verhaltensänderung des Halters gegenüber seinem Pferd. Die Verhaltensmodifikation basiert auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen des Lernverhaltens, der Stressverarbeitung, der Verhaltensentwicklung und der Kommunikation des Pferdes. Medikamente (Neuropharmaka) werden nur in einigen speziellen Fällen, zum Beispiel bei panikartigem Verhalten gegenüber bestimmten Objekten oder in bestimmten Situationen, und dann auch nur unterstützend zu Beginn der Verhaltenstherapie eingesetzt, da sie oftmals negative Auswirkungen auf das Lernvermögen des Pferdes haben. Eine grundlegende Bedeutung bei der Verhaltenstherapie von Angst bedingten Verhaltensproblemen haben die Desensibilisierung und die Gegenkonditionierung. Unter Desensibilisierung wird eine schrittweise Gewöhnung an ein primär Angst auslösendes Signal oder Objekt aus der Umwelt verstanden. Die Schritte, die dazu notwendig sind, werden individuell auf das entsprechende Pferd abgestimmt. Dies bedeutet für ein Pferd, das eher ängstlich oder sogar panisch auf das entsprechende Signal oder Objekt reagiert, dass in sehr kleinen Trainingsschritten vorgegangen wird, um eine Gewöhnung zu erreichen. Nach einer erfolgreichen Desensibilisierung reagiert das Pferd auf das Erscheinen des betreffenden Signals oder Objekts nicht mehr mit Fluchtverhalten (Verlernen einer Verhaltensreaktion).

Unter einer Gegenkonditionierung versteht man den systematischen Aufbau einer neuen, erwünschten Verhaltensreaktion, die prinzipiell unvereinbar mit der zu löschenden, unerwünschten Verhaltensreaktion ist. Diese Lernform basiert hauptsächlich auf klassischen Konditionierungsvorgängen, wird aber durch Kombination mit Belohnen des Pferdes für erwünschtes Verhalten (operante Konditionierung) besonders effektiv. In der Verhaltenstherapie wird die Gegenkonditionierung häufig mit der systematischen Desensibilisierung kombiniert, um ein Pferd an Angst und Panik auslösende Umweltreize zu gewöhnen. Förderung des Problemlösungsverhaltens und vertrauensbildende Maßnahmen sind ebenfalls hilfreich. Bestrafung bei Angst und Schmerz bedingten Verhaltensproblemen ist absolut kontraindiziert, da dies eine Verschlimmerung des Verhaltens zur Folge haben würde. Ist Schmerz die Ursache, so stehen Schmerztherapie und Behebung von Mängeln z.B. bei Ausrüstung und Reitweise im Vordergrund. Die Veränderung von Haltungsbedingungen und Umweltgegebenheiten umfasst die Reduktion von Stress verursachenden Situationen, die aus der Umwelt auf das Pferd einwirken, und damit die Schaffung von Situationen, die durch das Pferd kontrollierbar werden, weil sie seinem Normalverhalten entsprechen. Wenn es möglich ist, werden die Auslöser des Problemverhaltens vorübergehen, das heißt bis das Training entsprechend weit fortgeschritten ist, abgestellt. Für das Pferd bedeutet dies auch in vielen Fällen, dass als Ausgangspunkt der Therapie freier Zugang zu grundlegende Ressourcen in ausreichendem Maße zur Verfügung gestellt werden muss. Ressourcen sind dabei lebenswichtige Dinge wie etwa Futter, Sozialkontakt, Liegeplatz aber auch ausreichende Beschäftigung und Bewegung. Um eine Verhaltensänderung des Halters gegenüber seinem Pferd zu erreichen und den Halter als Co-Therapeuten in der Therapie zu gewinnen, ist es wichtig, dass er über das Problem seines Pferdes und die dafür ursächlichen und aufrechterhaltenden Faktoren aufgeklärt wird. Die Verhaltenstherapie von Pferden beinhaltet daher stets, dass der Pferdehalter etwas über Ausdrucksverhalten und Lernverhalten seines Tieres lernt. Mit diesem Wissen kann er Problemsituationen zukünftig eher erkennen, unbewusste Verstärker in seinem eigenen Verhalten gegenüber dem Pferd abstellen und gezielt am Verhalten seines Pferdes arbeiten. Allgemein gilt, dass eine Optimierung von Haltung und Umgang unter Berücksichtigung des Normal- und Individualverhaltens zu ausgeglichenen, leistungsfähigen Pferden führt.

Literatur

- Bohnet, W. (2006): Anlage zum TVT-Gutachten zu Rodeoveranstaltungen in der Bundesrepublik Deutschland unter rechtlichen, ethologischen und ethischen Gesichtspunkten. Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V., Arbeitskreis 11 (Pferde), www.tierschutz-tvt.de/fileadmin/tvtdownloads/rodeo_dt.pdf
- Bohnet, W. (2007): Ausdrucksverhalten zur Beurteilung von Befindlichkeiten bei Pferden. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 114, 91-97.
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) (2009): Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten.
- Caanitz, H. (1996): Ausdrucksverhalten von Pferden und Interaktion zwischen Pferd und Reiter zu Beginn der Ausbildung. Diss. Hannover.
- Feh, C., De Mazieres, J. (1993): Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. Animal Behavior 46, 1191-1194.
- Hackbarth, A. (1998): Liege- und Spielverhalten von Pferden in Offenlaufställen mit getrennten Funktionsbereichen. Diplomarbeit, Fachhochschule Weihenstephan, Freising.
- Heffner, R.S., Heffner, H.E. (1983): Hearing in large mammal, horses (*Equus caballus*) and cattle (*Bos taurus*). Behavioural Neuroscience 97, 299-309.
- Hohmann, T., Kreimeier, P., Bockisch, F.-J., Bohnet, W. (2006): Auswirkungen unterschiedlicher Kraffutervorlagetechniken und -frequenzen auf die Herzfrequenzvariabilität und das Verhalten von Warmblutpferden. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 448, Darmstadt, 119-125.
- Kristula, M.A., McDonnell, S.M. (1994): Drinking water temperature affects consumption of water during cold weather in ponies. Applied Animal Behaviour Science 41, 155-160.

- McDonnell, S.M., Kristula, M.A. (1996): No effect of drinking water temperature (ambient vs. Chilled) on consumption of water during hot summer weather in ponies. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 159-163.
- McGreevy, P.D., Hawson, L.A., Habermann, T.C., Cattle, S.R. (2001): Geophagia in horses: a short note on 13 cases. . *Applied Animal Behaviour Science* 71, 119-125.
- Ott, S., Bohnet, W., Schalke, E., Hackbarth, H. (2008): Verhaltenstherapie bei Tieren. In: *Forschung fürs Leben 2008: Klinische Forschung*, Hrsg.: Stiftung Tierärztlichen Hochschule Hannover, VMK Verlag, Monsheim, 91-95.
- Pfeil-Rothermund, S., Zeeb, K. (1993): Zum Ausdrucksverhalten von Springpferden. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*. KTBL-Schrift 361, Darmstadt, 228-240.
- Rarey, J.S. (1858): *Die Kunst der Pferdebändigung und der Pferdedressur*. Olms Presse, Hildesheim (Nachdruck 2002).
- Rietmann, T. R., Stuart, A. E. A., Bernasconi, P., Stauffacher, M., Auer, J. A., Weishaupt, M. A. (2004): Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Applied Animal Behaviour Science* 88, 121-136.
- Scheibe, K.M., Eichhorn, K., Kalz, B., Streich, W.J., Scheibe, A. (1998): Water consumption and watering behavior of Przewalski horses (*Equus ferus przewalskii*) in a semireserve. *Zoo Biology* 17, 181-192.
- Schöning, B. (2008): *Pferdeverhalten*. Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz (TVT), AK 11 (Pferde) (2005): Positionspapier Pferdehaltung. www.tierschutztv.de/fileadmin/tvtdownloads/positionspapierpferdehaltung.pdf
- Wells, S.M., Goldschmidt-Rothschild, B.V. (1979): Social behaviour and relationships in a herd of Camargue horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 49, 363-380.
- Wöhr, A.-C., Erhard, M. (2006): Polysomnographische Untersuchungen zum Schlafverhalten des Pferdes. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2006*. KTBL-Schrift 448, Darmstadt, 127-135.
- Zeeb, K., Blank, R. (1999): Was Gesichter alles sagen. *Pferde Spiegel* 7, 45-50.
- Zeeb, K. (1998): *Die Natur des Pferdes*. Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Zeitler-Feicht, M.H. (2008): *Handbuch Pferdeverhalten*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 2. Aufl.
- Zeitler-Feicht, M.H., Westphal, M., Dempfle, L. (2006): Agonistische Verhaltensweisen von Pferden in Offenlaufställen unter besonderer Berücksichtigung der Unterlegenheitsgesten. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2006*. KTBL-Schrift 448, Darmstadt, 147-156.
- Zierz, J., Wintzer, H.-J. (1996): Über den akuten Schmerz beim Pferd und eine Möglichkeit seiner objektiven Bestimmung. *Tierärztliche Praxis* 24, 108-112.

Verfasserin:

Dr. rer. nat. Willa Bohnet
Institut für Tierschutz und Verhalten
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bünteweg 2, 30559 Hannover
(Email: bohnnet@tierschutzzentrum.de)

7 Leistungsphysiologie beim Pferd (Herz-/ Kreislaufsystem) (Heidrun Gehlen)

Für eine adäquate Leistungsfähigkeit ist das optimale Zusammenspiel vieler Organsysteme erforderlich. Nach Lunge und Skelettmuskulatur steht dabei das Herz-/Kreislaufsystem an vorderster Stelle. Die Beurteilung des Konditions- bzw. Trainingszustandes und der Leistungsfähigkeit spielen insbesondere bei Sportpferden eine wichtige Rolle, um Training, Ruhephasen und Management der Pferde (Haltung, Fütterung) anzupassen und zu optimieren. Auch die Einschätzung der Auswirkung einer Herzerkrankung auf die Leistungsfähigkeit als Reit- bzw. Sportpferd bereitet vor allem bei gering- und mittelgradigen Herzveränderungen bzw. Funktionsstörungen Schwierigkeiten, da diese sich meist erst unter Belastung auswirken. Unter Belastung steigen Herzfrequenz und Blutdruck an und die Inotropie des Herzens nimmt zu. Die Belastung erlaubt damit alltagsnah eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs und eine Beobachtung der damit verbundenen Krankheits Symptome.

7.1 Physiologische Grundlagen

Das Pferdeherz versorgt alle Organe des Körpers mit Blut. Funktionell ist das Herz in eine rechte und eine linke Seite geteilt, die im Kreislauf hintereinander geschaltet sind. Die Herzklappen fungieren als Ventile und garantieren den gerichteten Bluttransport durch das Herz. Das venöse Blut gelangt von der vorderen und hinteren Hohlvene (V. cava caudalis/ cranialis) in den rechten Vorhof und von dort in die rechte Kammer. In der Systole wird das Blut über den Truncus pulmonalis und die Pulmonalarterien (Aa. pulmonalis) Richtung Lunge transportiert. Dort erfolgt der Gasaustausch und das arterielle Blut gelangt über die Lungenvenen (Vv. pulmonales) in den linken Vorhof. Von dort gelangt das Blut in die linke Kammer und systolisch über die Aorta (Aortenbogen und Truncus brachiocephalicus) in den Körperkreislauf.

Arbeitsphasen des Herzens

Die Ruhe-Herzfrequenz liegt bei einem ausgewachsenen Warmblutpferd zwischen 35 und 45 Schlägen pro Minute. Somit beträgt die Dauer einer vollständigen Herzaktion/ Herzperiode ca. zwei Sekunden. Eine Herzaktion besteht aus der Systole (Kontraktion) und der Diastole (Erschlaffung), letztere endet mit der Füllung der Kammern und dem Schluss der Semilunarklappen.

Die Vorkammern unterstützen zwar durch ihre Kontraktion (Vorkammersystole), die zeitlich kurz vor der Kammersystole liegt, aktiv die Kammerfüllung, ihr quantitativer Anteil an der Kammerfüllung ist mit ca. 10% jedoch relativ gering. In Abhängigkeit vom Klappenschluss sind vier Aktionsphasen differenzierbar, die nacheinander ablaufen und die Pumpfunktion des Herzens ermöglichen:

- | | | |
|----------------------|---|----------|
| 1. Anspannungsphase | } | Systole |
| 2. Austreibungsphase | | |
| 3. Entspannungsphase | } | Diastole |
| 4. Füllungsphase | | |

Das Öffnen und Schließen der Klappen in der jeweiligen Aktionsphase ist abhängig von den Druckverhältnissen beidseits der jeweiligen Klappe. In der Anspannungsphase übersteigt der ventrikuläre den atrialen Druck, so dass sich die AV-Klappen schließen. In dieser Phase sind alle vier Klappen geschlossen und das Blutvolumen in den Ventrikeln bleibt gleich (isovolumetrische Kontraktion). Durch die Anspannung des Herzmuskels kommt es zu einem starken Druckanstieg. Während dieser isovolumetrischen Kontraktion formen sich beide

Ventrikel in Richtung einer Kugelgestalt um, ohne dass die Myokardfasern ihre Länge wesentlich ändern. Nach Überschreiten des Druckes in der Aorta bzw. Pulmonalarterie öffnen sich die Semilunarklappen und der größte Teil des Schlagvolumens wird ausgetrieben (Austreibungsphase). Am Ende der Auswurfphase steht das Blut am Anfang der Aorta und der Arteria pulmonalis für kurze Zeit still. Der Druck in den Ventrikeln fällt und es kommt zu einem kurzen Rückstrom des Blutes, der den Schluss der Semilunarklappen bewirkt. Die Entspannungsphase wiederum beginnt mit dem Absinken des Druckes in den Ventrikeln unter den Druck in der Aorta und der Arteria pulmonalis, sowie das darauf folgende Schließen der Taschenklappen. Für eine kurze Zeit sind alle Klappen geschlossen und es stellt sich ein Zustand der isovolumetrischen Erschlaffung, d.h. ohne Änderung des Ventrikelvolumens, ein (Entspannungsphase). Inzwischen haben sich die Vorhöfe, insbesondere durch die Saugwirkung, die durch das Senken der Klappenebene in Richtung Herzspitze (Ventilebenenmechanismus) verursacht wird, wieder gefüllt.

Durch die Verschiebung der Ventilebene besitzt das Herz neben der Druck- auch eine Saugfunktion. Bei der Systole wird das Blut aus den Ventrikeln gepumpt und gleichzeitig Blut aus den großen Körpervenien angesaugt. Dabei wird die Ventilebene Richtung Herzspitze verschoben.

Bei der Rückkehr der Ventilebene in die ursprüngliche Position wird die Ventilebene wieder über das von den Vorhöfen bereitgestellte Blut verschoben, was zu einer schnellen Ventrikelfüllung führt. Der venöse Rückstrom wird außer durch den Ventilebenenmechanismus auch durch das zwischen Peripherie und rechtem Herzen bestehende Druckgefälle, die Inspiration und die Muskelpumpe in Verbindung mit den Venenklappen in den Venen der Extremitäten gefördert. Fällt der Ventrikeldruck unter den atrialen Druck, wird durch Öffnung der AV-Klappen die Füllungsphase eingeleitet. Während der Füllungsphase strömt das Blut aus den Atrien und den angeschlossenen Venen erst schnell (rasche Füllungsperiode), dann langsamer (Diastase) in die Ventrikel. Darauf folgt die Kontraktion der Vorhöfe. Beim Pferd ist in Ruhe die Diastase die längste Phase der Diastole. In der raschen Füllungsperiode werden in einem Viertel der Diastolendauer ca. 80% des Ventrikelvolumens gefüllt. Die Füllungsphase dauert in Ruhe ca. neunmal länger als die Entspannungsphase und endet, wenn die Ventrikelkontraktion beginnt. Dann übersteigt der Druck der Ventrikel den Druck der Vorhöfe, so dass die AV-Klappen geschlossen werden.

Kardiale Reizbildung und Erregungsleitung

Das Herz ist ein autonomes Organ, das mit einem Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem (RBELS) ausgestattet ist. Zu diesem System zählen der Sinusknoten, der Atrioventrikularknoten, das His-Bündel, die Tawara-Schenkel und die Purkinje-Fasern. Unter physiologischen Bedingungen fungiert der Sinusknoten als primärer Schrittmacher, da hier die Geschwindigkeit der spontanen Depolarisation im Vergleich mit den übrigen Komponenten des Reizbildungs- und Erregungsleitungssystems am höchsten ist. Histologisch handelt es sich bei den Zellen dieses Systems um modifizierte Muskelzellen. Vom Sinusknoten breitet sich die elektrische Erregung über die Arbeitsmuskulatur beider Vorhöfe aus. An der Grenze der Atrien zu den Hauptkammern liegt der Atrioventrikularknoten (AV-Knoten), durch den nach einer kurzen Leitungsverzögerung, die Erregung weitergeleitet wird. His-Bündel, Tawara-Schenkel und Purkinje-Fasern leiten die Erregung schnell durch die Ventrikel bis in die Kammermuskulatur in Richtung Herzspitze.

Als Besonderheit sind beim Pferd die Purkinje-Fasern sehr fein und zahlreich im Ventrikelmyokard verzweigt, wodurch eine effektive Depolarisation von verschiedenen Punkten des Myokards möglich wird. Im Vergleich zwischen den Zellen des RBELS und des Arbeitsmyokards sind grundlegende Unterschiede in der Elektrophysiologie zu berücksichtigen. So sind die Zellen des RBELS nicht durch ein konstantes Ruhepotential gekennzeichnet, mit Werten um -50 mV ist es deutlich niedriger und das Aktionspotential ist nicht durch eine sog. Plateauphase gekennzeichnet. Diese Unterschiede sind durch unterschiedliche Typen von spannungs- und/oder zeitgesteuerten Ionenkanälen an beiden muskulären Komponenten bedingt. So wird z. B. die langsame diastolische Depolarisation (Präpotential) im RBELS durch nicht selektive Kationenkanäle vermittelt. Mit Erreichen des

Schwellenpotentials kommt es zur eigentlichen Depolarisation, die durch schnell inaktivierbare Ca^{++} -Kanäle vermittelt wird. Am Arbeitsmyokard sind für die Depolarisation Kanäle des schnell aktivierbaren Na^{+} -Systems verantwortlich. Die für die Plateauphase des Arbeitsmyokards verantwortlichen Ca^{++} -Kanäle fehlen dagegen im RBELS.

Bei einer gestörten oder vollständig unterbrochenen Erregungsüberleitung von den Atrien auf die Ventrikel besteht eine Hierarchie zwischen weiteren zur Herzerregung befähigten Zentren. Diese sind der AV-Knoten als sekundärer und weiter distal gelegene Anteile des Reizbildungssystems als tertiäre Schrittmacher. Von proximal nach distal nimmt jedoch die erzeugte Herzschlagfrequenz ab, da die Geschwindigkeit der Spontandepolarisation immer geringer wird. Die Refraktärzeit der Herzmuskelzellen ist verhältnismäßig lang und verhindert eine ungerichtete Erregungsausbreitung und damit Arrhythmien, kreisende Erregungen (Vorhofflimmern) und hohe Frequenzen.

7.2 Regulation der Herztätigkeit

Die Anpassung der Herztätigkeit an unterschiedliche Belastungen erfolgt im gesunden Organismus innerhalb von sehr kurzer Zeit. So erfolgt die Änderung der Herzfrequenz und damit des Herzminutenvolumens innerhalb von Sekunden nach Belastungsbeginn und nach nur etwa einer Minute ist die Herzleistung an die neue Situation angepasst. Für diese Anpassungsprozesse sind intra- und extrakardiale Regulationsmechanismen verantwortlich. Bei den intrakardialen Mechanismen handelt es sich um die autoregulatorische Fähigkeit des Herzens, die Leistung an wechselnde Belastungen anzupassen (Frank-Starling-Mechanismus). Bei einer erhöhten Vorlast in Form eines stärkeren venösen Rückstromes durch Blutdruckschwankungen (zum Beispiel bei der Lageveränderung des Körpers oder starken Atembewegungen) wird die rechte Kammer mehr gefüllt und gedehnt, was mit einer intensiveren Kontraktion des Myokards und einem daraus resultierenden erhöhten Schlagvolumen beantwortet wird. Das Restblutvolumen vergrößert sich nur geringfügig. Die physiologische Bedeutung liegt in einer raschen Anpassung an Blutdruckschwankungen.

Bei einer erhöhten Nachlast („afterload“) aufgrund eines größeren peripheren Widerstandes kommt es zur Zunahme des enddiastolischen Volumens, was zu einer vermehrten Füllung der linken Kammer führt. Die Nachlast entspricht somit der Wandspannung des Ventrikels und ist proportional zum momentanen Druck des Auswurftraktes und dem Ventrikelformfaktor.

Die Zunahme der Kontraktionskraft bei steigender Dehnung der Sarkomere basiert einerseits auf einer Sensibilisierung der Calciumkanäle der Myofilamente bei zunehmender Sarkomerlänge und andererseits auf der Längen-Kraft-Relation der Sarkomere. Dies bedeutet, dass es bei zunehmender Dehnung zu einer Vergrößerung der Anzahl der Aktin-Myosin-Interaktionen kommt, was zu einer Erhöhung der Kontraktionskraft der einzelnen Sarkomere führt. Die Längenzunahme der Sarkomere bezogen auf die Ausgangslänge wird auch als Vorlast („preload“) bezeichnet und ist damit abhängig von der zirkulierenden Blutmenge und der Vorhofkontraktion.

Wird jedoch eine kritische Länge der Sarkomere überschritten, so reduziert sich die Überlappung der Aktin- und Myosinfilamente. Daher nimmt die Kontraktilität bei einer Dilatation des Ventrikels (z.B. bei einer chronischen Herzklappeninsuffizienz) aufgrund dauerhaft erhöhten Füllungsdruckes ab. Bei der intrakardialen Regulation der Herztätigkeit wird die Pumpleistung des Herzens verändert, ohne die Herzfrequenz zu verändern. Jede Anpassung des Herzens an körperliche Arbeit ist dagegen mit einer Zunahme der Schlagfrequenz und trotz erhöhter Nachlast mit einem abnehmenden enddiastolischen Volumen verbunden.

Die extrakardiale Regulation der Herzaktion wird über Hormone und vor allem das vegetative Nervensystem vermittelt. Transmitter des Sympathikus ist hauptsächlich das β_1 -adrenerge Noradrenalin und im geringen Maße das aus dem Nebennierenmark stammende, sowohl α - als auch β -agonistisch wirkende Adrenalin. Als Neurotransmitter des Parasympathikus dient das Acetylcholin. Es wirkt auf muskarinerge Rezeptoren, welche durch Atropin gehemmt werden können. An den Schrittmacherzellen und dem Vorhofmyokard wirkt der Parasympathikus direkt, am Kammermyokard dagegen dämpft er durch präsynaptische

Hemmung den Einfluss des Sympathikus. Die kardialen adrenergen Rezeptoren werden in α - und in β -Rezeptoren und diese wiederum in Untergruppen eingeteilt. Am Herzen wirkt der Sympathikus vor allem auf β_1 -Rezeptoren; die Wirkung auf β_2 -Rezeptoren ist wesentlich geringer. Die Anzahl der β_1 -Rezeptoren nimmt mit dem Alter zu, dennoch kommen im Herzen vermehrt α_1 -Rezeptoren vor. Die Wirkung der β_1 -Rezeptoren übersteigt jedoch die Wirkung der α_1 -Rezeptoren. Über das vegetative Nervensystem können die Schlagfrequenz (Chronotropie), die Kontraktionskraft (Inotropie) und die Geschwindigkeit der atrioventrikulären Überleitung (Dromotropie) moduliert werden. Dabei wird die Herzaktion durch den Sympathikus prinzipiell gefördert, wogegen der Parasympathikus die Herzaktion hemmt.

Chronotropie - Der Sympathikus wirkt am Herzen positiv chronotrop, d.h. er steigert die Herzfrequenz, beschleunigt das Präpotential und verkürzt die Dauer des Aktionspotentials und somit die Kontraktionsdauer der Kammermuskulatur. Dies geschieht durch die Erhöhung des potentialunabhängigen Natriumgrundstroms. Außerdem steigt die Kaliumleitfähigkeit rascher an und fällt gegen Ende des Aktionspotentials schneller wieder ab. Die sympathikusvermittelte Zunahme der Herzfrequenz stellt den wichtigsten Mechanismus zur Steigerung des Herzminutenvolumens bei Belastung dar.

Der Parasympathikus vermindert die Herzfrequenz und verkürzt das Aktionspotential der Schrittmacherzellen und des Vorhofmyokards, indem die Kaliumleitfähigkeit erhöht und der repolarisierende Kaliumausstrom verstärkt wird. Das Potential der maximalen diastolischen Repolarisation wird negativer und der Calciumeinstrom wird gehemmt.

Beim Pferd stellt sich bereits 15-20 Sekunden nach Beginn der Belastung die der Leistung entsprechende Herzfrequenz bis zu einem Maximum von 200-240 Schlägen/Minute ein. Dabei ändert sich beim Pferd die Herzfrequenz unter Belastung im Vergleich zu den Ruhewerten deutlicher als bei anderen Spezies gleicher Körpergröße. Bei maximaler Belastung nimmt die HF jedoch ab einer bestimmten Intensitätssteigerung nicht weiter zu.

Anfänglich kommt es bei starker Belastung zu einem überschießenden Anstieg der Herzfrequenz (Peak), gefolgt von einem Abfall auf einen der Arbeitsintensität angepassten Plateauwert. Dieser initiale Überschuss ist durch einen erhöhten Energieverbrauch in der Beschleunigungsphase und eine Verzögerung der Mobilisation der Erythrozyten aus dem Milzspeicher zu erklären. Bei submaximaler Belastung kann der Plateauwert auch ohne eine anfänglich überschießende Reaktion erreicht werden. Mehrere Autoren berichten auch über eine kontinuierliche Steigerung der Herzfrequenz innerhalb einer Belastungsstufe, z. T. über das Plateau hinaus. Ursächlich werden hierfür Erschöpfung oder auch thermoregulatorische Vorgänge genannt.

Es sollte jedoch beachtet werden, dass eine HF-Steigerung unter Belastung beim Pferd nicht nur bei physischer Arbeit, sondern auch unter psychischem Stress (z.B. junges Pferd), Schmerz (z.B. orthopädische Probleme) und Angst erfolgt und dies die Ergebnisse beeinflussen kann.

Nach Ende der Belastung fällt die Herzfrequenz zunächst innerhalb der ersten Minuten sehr schnell, danach im Verlauf einer weiteren Erholung jedoch wesentlich langsamer ab. Bis zum Erreichen der Ruheherzfrequenz vergehen, abhängig von der Intensität der Belastung, 20-30 Minuten. Nach einer Rennbelastung kann es bis zum Erreichen der Ruheherzfrequenz ca. 60 Minuten dauern.

Inotropie - Bei einer von Vor- und Nachlast unabhängigen Änderung der Herzkraft spricht man von einer Veränderung der Kontraktilität bzw. der Inotropie. Zusammen mit der Herzfrequenzsteigerung bewirkt die Anhebung der Kontraktionskraft des Herzens eine Anpassung des Herzminutenvolumens an die körperliche Belastung. Neben einer Steigerung der Herzfrequenz können Adrenalin und Noradrenalin positiv inotrop wirken. Der positive Effekt einer β_1 -adrenergen Stimulation beruht vor allem auf einer Verstärkung des sarkolemmalen Calciumeinstroms, einer verstärkten Calciumaufnahme in das sarkoplasmatische Retikulum (SR) und folglich zu einer erhöhten Freisetzung des Calciums aus dem SR. Der Natrium-Calciumaustausch wird aktiviert und das Aktionspotential durch

schnelle Aktivierung und Deaktivierung der Kaliumkanäle verkürzt. Die positiv inotrope Wirkung der Herzfrequenzsteigerung bezeichnet man als Frequenzinotropie. Der zugrunde liegende Mechanismus besteht darin, dass durch die schnell aufeinander folgenden Aktionspotentiale der zeitliche Calciumausstrom geringer ist als der Calciumeinstrom und es somit zu einer hohen zytosolischen Calciumkonzentration und eine Steigerung der Inotropie kommt.

Die direkt negativ inotrope Wirkung des Parasympathikus bleibt auf das Vorhofmyokard beschränkt. Acetylcholin aktiviert die Kaliumkanäle, was dazu führt, dass die Dauer und die Größe des Aktionspotentials und dementsprechend die Kontraktion abnimmt.

Bereits wenige Sekunden nach Einsetzen einer körperlichen Arbeit steigen Schlagfrequenz und Herzminutenvolumen und erreichen, je nach Tierart und Trainingszustand, bei maximaler Belastung das 2½- bis 8-fache des Ruhewertes. Dieses große Steigerungsvermögen des Herzminutenvolumens ist auf die niedrige Ruhefrequenz des Pferdeherzens zurückzuführen und ist beim Pferd stärker ausgeprägt als bei anderen Spezies.

Dromotropie - Durch die dromotrope Wirkung des vegetativen Nervensystems werden die langsam leitenden Fasern des AV-Knotens beeinflusst. Durch Stimulation des Calciumeinstroms durch den Sympathikus werden das Präpotential und die Depolarisation steiler. Der Sympathikus erhöht ebenfalls die Erregungsleitungsgeschwindigkeit in der Vorhofmuskulatur. Dagegen wirkt sich vor allem der linke Nervus vagus dämpfend auf die Erregungsleitungsgeschwindigkeit aus, indem er die Kaliumleitfähigkeit erhöht und somit die Erregungsleitung an der Vorhofmuskulatur und am AV-Knoten senkt. Ein erhöhter Vagustonus kann physiologisch bei Leistungssportlern und bei trainierten Pferden zu einer vollständigen Blockade der Erregungsüberleitung zwischen den Atrien und den Ventrikeln führen. Bei trainierten Pferden ist das Auftreten von AV-Blöcken II. Grades als physiologisch anzusehen. Ebenfalls können AV-Blöcke zweiten Grades physiologischerweise bei untrainierten Pferden auftreten, was jedoch wesentlich seltener beobachtet wird.

7.3 Physiologie des Herz-/Kreislaufsystems des Pferdes unter Belastung

Unter Belastung können Rennpferde unter dem Reiter eine Geschwindigkeit bis ca. 65 km/h erreichen. Es wurde sogar von Quarter Horses berichtet, bei denen eine Geschwindigkeit von 90 km/h gemessen wurde.

Arbeitsanpassung des Herzens – Das Pferdeherz ist in hohem Maße fähig sich wechselnden Belastungen anzupassen. Bei einer körperlichen Belastung reagiert das kardiovaskuläre System sehr schnell mit einer Erhöhung der Herzfrequenz (Chronotropie) und der Kontraktionskraft (Inotropie) sowie einer Gefäßdilataion zur optimalen Blutversorgung der Muskulatur. Die bei einem Herzschlag ausgetriebene Blutmenge wird als Schlagvolumen (SV) und die Summe der Schlagvolumina/Minute als Herzzeit- bzw. Herzminutenvolumen (HMV) bezeichnet.

Neurovegetative Regulationsmechanismen während und nach Belastung - Die Anpassung des Herzens an körperliche Belastung wird vor allem durch das vegetative Nervensystem und durch Hormone des Nebennierenmarks gesteuert. Beeinflusst werden die Schlagfrequenz (chronotrope Wirkung), die Kontraktionskraft (inotrope Wirkung) und die Geschwindigkeit der atrioventrikulären Erregungsleitung (dromotrope Wirkung). Schon in Ruhe steht das Herz unter dem Einfluss des vegetativen Nervensystems, wobei der Einfluss des Parasympathikus überwiegt. Der Sympathikus wirkt auf die Atrien und die Ventrikel, der Parasympathikus überwiegend auf die Atrien und den AV-Knoten. An den Schrittmacherzellen und dem Vorhofmyokard wirkt der Parasympathikus direkt, am Kammermyokard dagegen dämpft er durch präsynaptische Hemmung den Einfluss des Sympathikus.

Beim Pferd stellt sich bereits 15-20 Sekunden nach Beginn der Belastung die der Leistung entsprechende Herzfrequenz bis zu einem Maximum von 200-240 Schlägen/Minute ein.

Dabei ändert sich beim Pferd die Herzfrequenz unter Belastung im Vergleich zu den Ruhewerten deutlicher als bei anderen Spezies. Bei maximaler Belastung nimmt die Herzfrequenz jedoch ab einer bestimmten Intensitätssteigerung nicht weiter zu. Parallel zur Herzfrequenz steigt auch das Schlag- und Herzminutenvolumen und erreicht, je nach Trainingszustand, bei maximaler Belastung das drei- bis achtfache des Ruhewertes. So kann das Schlagvolumen beim Pferd von einem Liter in Ruhe auf 3-7 Liter unter Belastung ansteigen und das Herzminutenvolumen von ca. 40 l/min. in Ruhe auf bis zu 355 L/min. unter Belastung zunehmen.

Reaktion der Milz auf Belastung - Im Gegensatz zum Menschen verfügt das Pferd bei Belastung zusätzlich über die Möglichkeit der Milzentspeicherung, wodurch die Hämoglobinkonzentration im Blut des Pferdes um bis zu 60% gesteigert und die Sauerstofftransportkapazität des Blutes erheblich erhöht werden kann. Bei körperlicher Arbeit kann das Pferd die Sauerstoffaufnahme so um das 33- bis 35-fache steigern.

Einfluss von Belastung bei Pferden mit Herzerkrankungen - Der Einfluss von Herzerkrankungen auf die Ruhe- bzw. Belastungsherzfrequenz hängt vom Grad und Art der Erkrankung ab. Durch die Tachykardie kommt es unter Belastung zu einer Verkürzung der Diastolendauer. Deshalb trägt die Vorhofkontraktion bei Belastung im Gegensatz zur Ruhe bedeutsam zur Ventrikelfüllung bei. Das hat insbesondere beim Vorhofflimmern (VF), der häufigsten pathologischen Herzarrhythmie des Pferdes, eine Bedeutung und erklärt die mit dem VF häufig beobachteten Leistungsabfälle. Bei Pferden mit Vorhofflimmern wird unter Belastung häufig eine signifikante Herzfrequenzerhöhung im Vergleich zu gesunden Pferden festgestellt.

Hormonelle Regulationsmechanismen - Zur Aufrechterhaltung des Herzschlagvolumens und der Kreislaufregulation existieren verschiedene vegetative und hormonelle Mechanismen, die sowohl bei Herzerkrankungen, als auch bei physischer Belastung wichtige kurz- und längerfristige Funktionen besitzen. Zu diesen Mechanismen zählt das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS). Eine weitere hormonelle Regulation des Herz-/Kreislaufsystems erfolgt durch natriuretische Peptide (NP). Zielorgan dieser Hormone ist die Niere. Natriuretische Peptide wirken natriuretisch und damit diuretisch und bewirken über die Reduktion des Plasmavolumens eine Verminderung des Blutdrucks. Außerdem wird die Biosynthese, Freisetzung und Wirkung von anderen Hormonen wie die des Renin-Angiotensin-Aldosteron Systems (RAAS), das Endothelin und das Vasopressin inhibiert. Somit können natriuretische Peptid als antagonistischer Mechanismus zum RAAS gesehen werden. Diese hormonellen Regulationsmechanismen spielen auch bei kardialen Erkrankungen eine wichtige Rolle, da bei kongestiven Herzerkrankungen das sympathoadrenerge System (SAS) und das RAAS messbar aktiviert sind und die natürlichen Gegenspieler (Vasodilatoren und natriuretische Peptide) entsprechend gehemmt werden, was zu einer Druck- und Volumenbelastung des Herz- Kreislaufsystems führt und letztlich in einer Stauungsinsuffizienz mündet.

Einfluss von Training auf das Pferdeherz

Als langfristige Anpassung an das Training kann bei Pferden eine Hypertrophie des Herzmuskels eintreten. Bei trainierten Pferden macht die Herzmasse durchschnittlich 1,1% des Körpergewichtes aus, während untrainierte Tiere eine durchschnittliche Herzmasse von 0,94% des Körpergewichtes aufweisen. Bei diesem „Wachstum“ des Herzens sind alle Strukturen des Herzens beteiligt, die Verhältnisse der Strukturen zueinander verändern sich nur unwesentlich. Langandauernde Belastungen mit hohem Herzminutenvolumen und relativ gleich bleibendem Blutdruck, wie sie bei Distanztraining und –ritten üblich sind, haben eine kompensatorische Vergrößerung der Herzkammern zur Folge. Ein größerer enddiastolischer Durchmesser des linken Ventrikels wurde bei Springpferden, deren vermehrte Galopparbeit in höherem Tempo als Ausdauertraining angesehen wird, nachgewiesen. Kurze Trainingseinheiten führen hingegen zu einer Zunahme der Wanddicke des linken Ventrikels durch kompensatorische konzentrische Umstrukturierung des Myokards. Diese Myokardveränderungen können echokardiographisch aufgedeckt werden.

7.4 Belastungsuntersuchungen beim Pferd

Indikationen - Die häufigsten Ursachen für Leistungsabfall sind beim Pferd Erkrankungen des Bewegungsapparates, gefolgt von pathologischen Veränderungen der Atemwege und der Lunge. An dritter Stelle stehen bereits Erkrankungen des Herz-Kreislaufapparates. Viele Herzerkrankungen, welche zu einer Leistungsinsuffizienz führen, treten subklinisch auf bzw. können bei einer Ruheuntersuchung auch beim Pferd nicht diagnostiziert werden, da beim Pferd in Ruhe große kardiale Leistungsreserven vorhanden sind. Erst wenn diese vollständig aufgebraucht sind, werden Beschwerden bereits in Ruhe sichtbar. Diagnostisch schwer zugänglich sind vor allem Schäden am Myokard. Sie können ohne Herzgeräusch oder Herzarrhythmie vorhanden sein. Deshalb liegt der Verdacht einer Schädigung des Myokards bei leistungsinsuffizienten Pferden vor, wenn Erkrankungen anderer Organsysteme ausgeschlossen wurden.

Da die in Ruhe erhobenen Befunde wenig über die Herzfunktion in Belastung aussagen sind kardiologische Belastungsuntersuchungen, wie die Belastungselektrokardiographie, die Stressechokardiographie und die Herzkatheteruntersuchung unter Belastung auch beim Pferd in die Routinediagnostik eingeführt worden.

Stressinduktion - Im Rahmen von kardiologischen Belastungsuntersuchungen beim Pferd kann Stress sowohl passiv (medikamentös) als auch aktiv (dynamisch) induziert werden, um dadurch ischämiebedingte Herzarrhythmien, regionale Wandbewegungsstörungen, globale linksventrikuläre Funktionsstörungen sowie intrakardiale Druckveränderungen aufzudecken. Eine aktive Belastung wird meist auf dem Laufband oder an der Longe durchgeführt. Bei der Longenbelastung werden zwar z.T. höhere Herzfrequenzen erreicht, ein signifikanter Unterschied besteht jedoch nicht zur Laufbandbelastung (Abb. 7.1 und 7.2). Die Pferde werden dabei entsprechend ihres Alters und ihrer Nutzung belastet. Auf dem Laufband ist zusätzlich durch eine stufenweise Erhöhung der Geschwindigkeit und Steigung eine individuelle, maximale Belastung eines Pferdes, bis hin zum Auftreten von Erschöpfungssymptomen bzw. dem möglichen Auftreten pathologischer Herzbefunde bei Maximalbelastung, möglich.



Abb. 7.1: Laufbandbelastung zur Durchführung einer stressechokardiographischen Untersuchung (z.B. 3 min. Schritt bei ca. 1,8 m/sec.; 3 min. Trab bei 4 m/sec., 3 min. starker Trab bei 5 m/sec., 3 min. Galopp bei 6 m/sec., 3 Min. Galopp bei 7 m/sec., 1,5 min. Galopp bei 8 m/sec. Laufbandsteigung 3%)
Foto: G. Gehlen

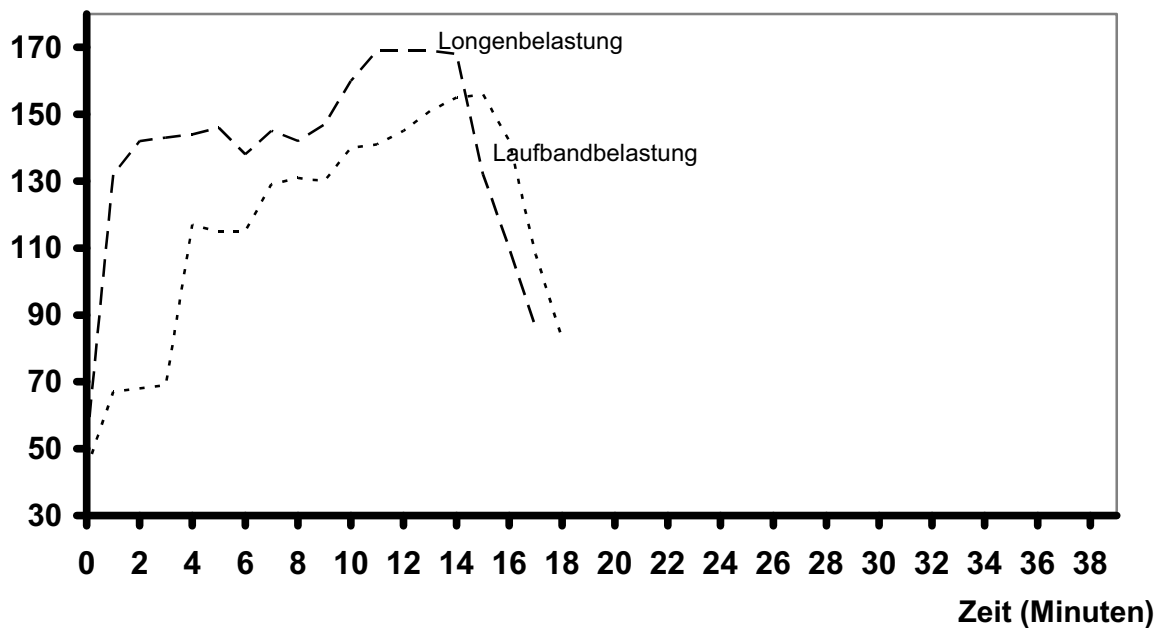


Abb. 7. 2: Herzfrequenzverlauf während und nach aktiver Laufband- bzw. Longenbelastung bei Warmblutpferden nach aktiver Belastung.

Zur Beurteilung des Trainingszustandes und zur differentialdiagnostischen Abklärung von konditionsbedingten Leistungsschwächen oder primären Myopathien sollten bei aktiven Belastungstests stets auch der Laktatwert (Abb. 7.3) und muskelspezifische Enzymwerte (z.B. Kreatinkinase) vor und nach Belastung überprüft werden.

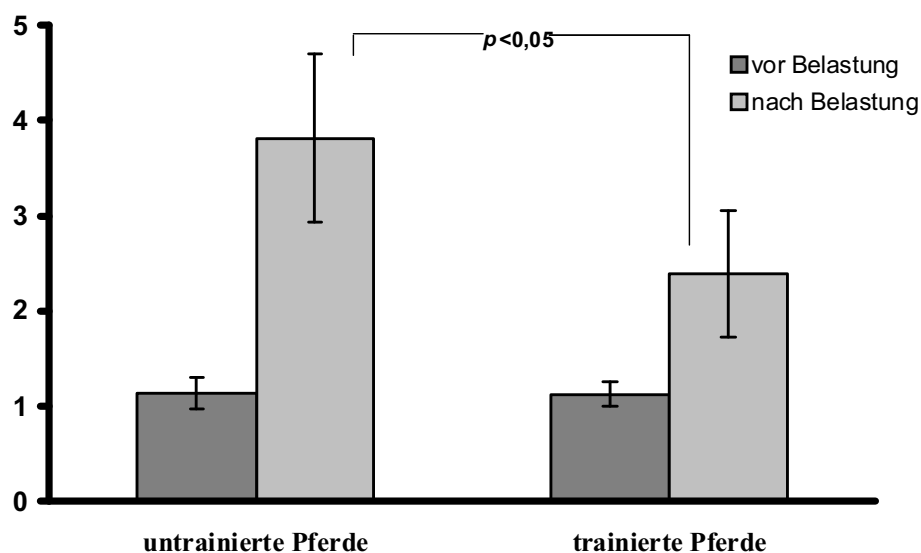


Abb. 7.3: Laktatwert vor und nach Belastung bei trainierten und untrainierten Warmblutpferden

Für pharmakologische bzw. passiv induzierte Belastungen werden meist Katecholamine zur Steigerung der Inotropie und Chronotropie eingesetzt.

Präexistente oder neu auftretende myokardiale Wandbewegungsstörungen und unphysiologische Druckerhöhungen können während der Belastung mit Hilfe der Echokardiographie und der Herzkatheteruntersuchung erfasst werden. Latente Kardiomyopathien, bei denen sowohl Elektrokardiographie als auch die Echokardiographie normale Werte zeigen, werden oft erst durch die Einschwemmuntersuchung unter ergometrischer Belastung aufgedeckt.

Belastungs-EKG - Häufige kardiale Gründe für eine Leistungsinsuffizienz sind beim Pferd Herzarrhythmien. Deshalb ist es im Rahmen der weiterführenden kardiologischen Untersuchung oft unverzichtbar ein Belastungs-EKG (elektrokardiographische Untersuchung während und nach Belastung) anzufertigen.

Zur Anfertigung wird ein Spezial-EKG mit Klebeelektroden verwendet.

Beim Pferd erhält man durch das Belastungs-EKG Informationen über den Herzfrequenzverlauf während und nach Belastung (Maximalwert, Minimalwert, durchschnittliche Herzfrequenz, Abb. 7.4), über die Herzfrequenzvariabilität, über die Qualität und die Verteilung von Arrhythmien sowie über den Erholungspuls (HRR = heart rate recovery). Auch ermöglicht die Untersuchung die Abgrenzung physiologischer (z.B. AV-Block 1. und 2. Grades) von pathologischen Herzarrhythmien (z.B. ventrikuläre Extrasystolen) sowie die Diagnose pathologischer Arrhythmien, die nur während bzw. unmittelbar nach Belastung in der Beruhigungsphase auftreten. Zusätzlich kann geklärt werden, ob eine in Ruhe festgestellte Arrhythmie auch bei hoher Herzfrequenz bestehen bleibt bzw. bei Belastung verstärkt auftritt.

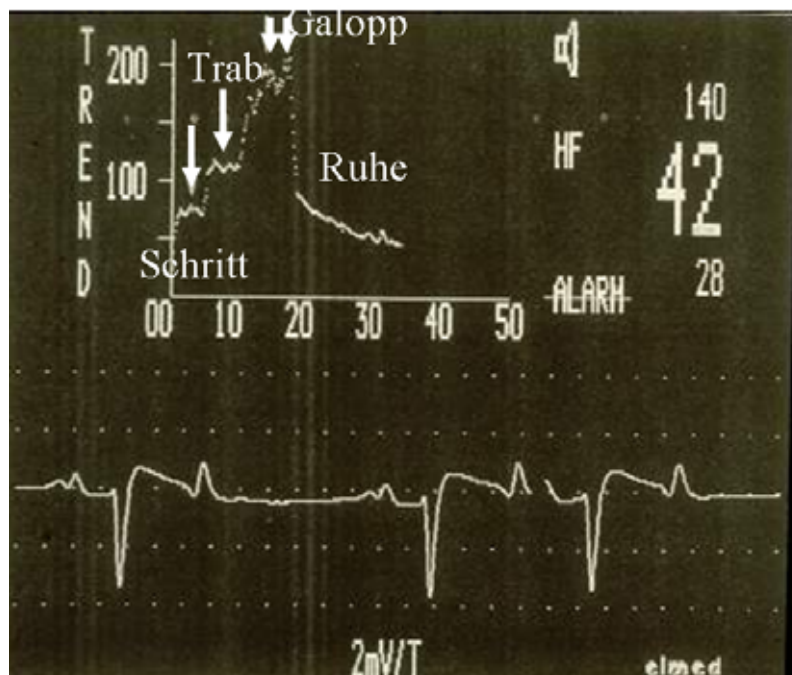


Abb. 7.4: Verlauf der Herzfrequenz nach standardisierter Longenbelastung

Erholungspuls (Heart rate recovery) - Die Überwachung der Herzfrequenz während und nach der Belastung wird zur Ermittlung von kardiovaskulären Erkrankungen und zur Bewertung der Fitness beim Pferd genutzt. Die Heart rate recovery (HRR) beschreibt den Abfall der Herzfrequenz direkt nach der Belastung und stellt einen Index der parasympathischen Aktivität in der Beruhigungsphase dar. Ein gut konditioniertes und gesundes Pferd sollte innerhalb von 4-5 Minuten nach Belastung eine Herzfrequenz von unter 100 Schlägen pro Minute erreicht haben. Eine verzögerte Beruhigung kann auf eine kardiologische Erkrankung hindeuten, wobei aber andere Faktoren, wie Schmerzen und respiratorische oder orthopädische Erkrankungen ausgeschlossen werden sollten. Auch psychische Faktoren können die Erholungsherzfrequenz beeinflussen. Die Beruhigung der Herzfrequenz nach

Belastung erfolgt in 2 Phasen (biphasisch) in den ersten Minuten nach Belastung erfolgt die Beruhigung sehr schnell (starker Parasympathikustonus, niedriger Sympathikustonus), um sich dann nachfolgend eher langsam dem Ruhewert anzunähern (Abb. 7.4).

Die HRR berechnet sich aus der Differenz zwischen dem maximalen Belastungspuls und der Pulsfrequenz eine Minute nach Belastung. Studien haben gezeigt, dass Training die Beruhigung der Herzfrequenz durch eine Verbesserung der parasympathischen Funktion beschleunigt.

Herzkatheteruntersuchung - Die Herzkatheteruntersuchung wird beim Pferd zur Überprüfung der Myokardfunktion und zur Beurteilung des Schweregrades einer Klappeninsuffizienz bei Druck und Volumenüberlastung des Herzens durchgeführt. Außerdem erhält man durch diese Untersuchung Hinweise über die Belastbarkeit des Patienten. Ein niedriges Herzminutenvolumen und ein erhöhter Füllungsdruck des linken und/oder rechten Ventrikels im Ruhezustand sind charakteristische Befunde der Herzinsuffizienz. Ein nicht adäquater Herzminutenvolumenanstieg und ein überhöhter Anstieg der Füllungsdrücke während körperlicher Belastung können als Zeichen einer beginnenden oder latenten Herzinsuffizienz gewertet werden. Bei körperlicher Belastung ist der Anstieg des Füllungsdruckes des linken Ventrikels durch einen entsprechenden Anstieg des diastolischen Druckes in der Arteria pulmonalis oder des Lungenkapillardruckes erkennbar.

Die Herzkatheteruntersuchung unter Belastung kann beim Pferd nur auf dem Laufband durchgeführt werden. Dazu wird ein Ballon-Einschwemmkatheters nach Swan-Ganz über das rechte Herz und eine Aufzweigung der Arteria pulmonalis in das Lungenkapillargebiet vorgeführt (Abb. 7.5). Der dort gemessene Blutdruck (Lungenkapillardruck) entspricht dem mittleren Druck im linken Vorhof sowie dem linksventrikulären enddiastolischen Füllungsdruck. Er ist ein Maß für die Vorlast des linken Ventrikels. Somit läßt sich ein Rückwärtsversagen des Herzens, aufgrund einer Erhöhung des Lungenkapillardruckes, frühzeitig aufdecken.

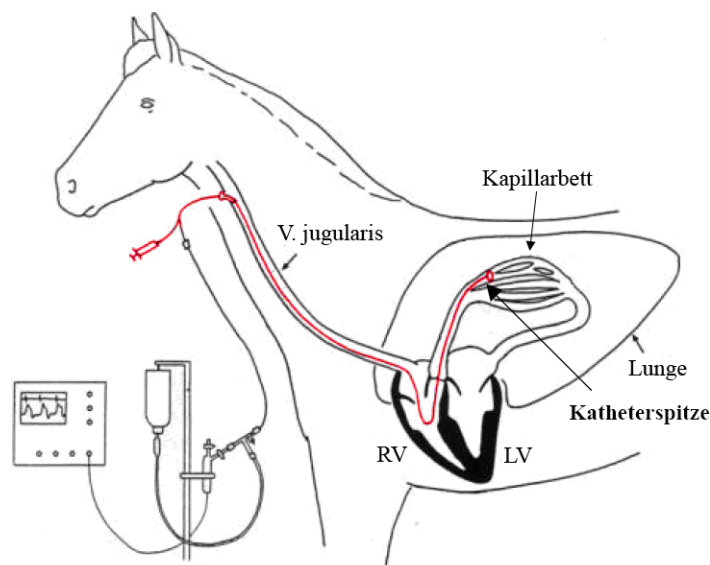


Abb. 7.5: Rechtsherzkatheterisierung beim Pferd mit der Seldinger Technik. Zugang über die linke Vena jugularis. Nach Passage des rechten Herzens wird das Lungenkapillargebiet erreicht.

Stressechokardiographie - Analog zur Humankardiologie kann auch beim Pferd im Rahmen der Stressechokardiographie die Lokalisation und Ausdehnung von myokardialen Wandbewegungsstörungen aufgedeckt und dokumentiert werden. Interessant ist bei dieser Untersuchung vor allem der linke Ventrikel. Zur genaueren Lokalisation der Wandbewegungsstörung ist es üblich, den linken Ventrikel in verschiedene Segmente einzuteilen (Abb. 7.6).

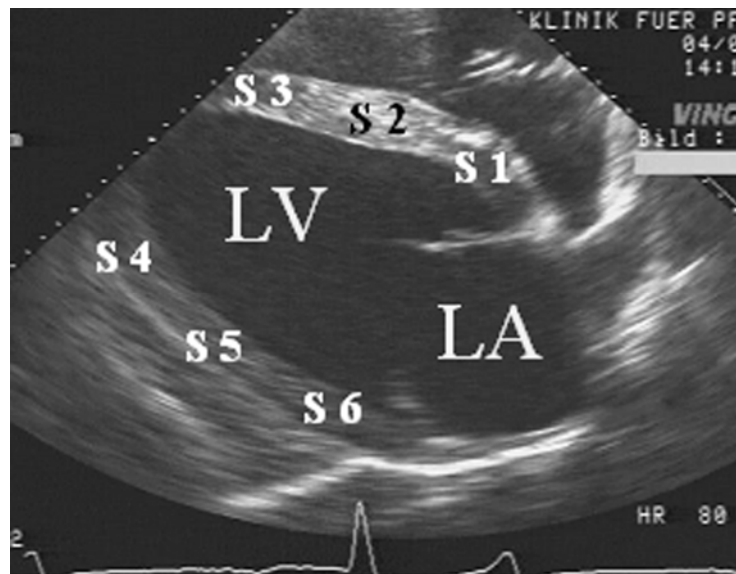


Abb. 7.6: Einteilung des linken Ventrikels in verschiedenen Segmente (Interventrikularseptum: S1-S3, linksventrikuläre Hinterwand: S4-S6) zur Durchführung einer segmentalen Wandbewegungsanalyse

Ergänzend zur topographischen Zuordnung wird die Wandbewegungsstörung beschrieben (hyper-, hypo-, dys- oder akinetisch). Dazu kann es hilfreich sein, das Endokard systolisch und diastolisch mit Hilfe des „Trackballs“ zu umfahren, und durch ein Übereinanderlegen beider Linien Abweichungen der physiologischen, symmetrischen Myokardkontraktion aufzudecken (Abb. 7.7).



Abb. 7.7: Echographisches Bild des Herzens in der Systole (geschallt in der langen Achse von rechts kaudal = RKDLA). Die äußere weiße Umrisslinie zeigt die Projektion der diastolischen Ausdehnung des Endokards des linken Ventrikels im Vergleich zu der Abbildung des Endokards in der Systole (innere weiße Umrisslinie). Im vorliegenden Fall ist eine weitgehend symmetrische systolische Einwärtsbewegung des linksventrikulären Myokards (Normokinesie) sichtbar

Diese semiquantitative „Trackball-Methode“ ist wesentlich präziser als die „Eyeball-Methode“, also die rein qualitativ-/ subjektive Beurteilung.

Literatur/weiterführende Literatur

- Antoni, H. (1989): Physiologie und Pathophysiologie der elementaren Myokardfunktionen. In: H. Roskamm, H. Reindell (Hrsg.): Herzkrankheiten. Springer-Verlag, S. 38-65
- Antoni, H. (2000): Mechanik der Herzaktion. In: R.F. Schmidt, G. Thews, F. Lang (Hrsg.): Physiologie des Menschen. 28., korrigierte und aktualisierte Aufl., Verlag Springer, Berlin
- Ainsworth, D.M., D.S. Biller (1998): Respiratory System. In: S. M. Reed u. W. M. Bayly: Equine Internal Medicine, Verlag W.B. Saunders Co, Philadelphia
- Betros, C.L., K.H. McKeever, C.F. Kearns, K. Malinowski (2002): Effects of Ageing and Training on maximal Heart Rate and VO₂max. Equine Vet. J., Suppl. 34, 100-105
- Bretschneider, J.J., Hellige, G. (1976): Pathophysiologie der Ventrikelkontraktion. Kontraktilität, Inotropie, Suffizienzgrad und Arbeitsökonomie des Herzens. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 42: 14-30
- Butler, P.J., A. J. Woakes, K. Smalec, C.A. Roberts, C.J. Hillidge, D.H. Snow, D.J. Marlin (1993): Respiratory and cardiovascular adjustments during exercise of increasing intensity and during recovery in thoroughbred racehorses. J. Exp. Biol. 179, 159-180
- Darke, P.G.G., Bonagura, J.D., Kelly, D.F. (1996): Color Atlas of Veterinary Cardiology. Mosby-Wolfe Verlag
- Dickhuth, H.-H., H. Reindell, M. Lehmann, J. Keul (1985): Die Rückbildungsfähigkeit des Sportlerherzens. Z. Kardiologie. Suppl. 7, 135
- Engelhardt, W. v., E. Hörnicke, J. Ehrlein, E. Schmidt (1973): Die Herzschlagfrequenz während standardisierter Belastung als Maß für die Leistungsfähigkeit von Pferden. Zentralbl. Veterinärmed.(A) 20, 188-208
- Engelhardt, W. v. (1977): Cardiovascular effects of exercise and training in horses. Adv. Vet. Sci. 21, 173-205
- Evans, D.L., R.J. Rose (1988): Cardiovascular and respiratory response to submaximal exercise training in the thoroughbred. Pflügers Arch 411, 316-321
- Evans, D.L. (1999): Cardiac response to exercise and training. In: C.M. Marr: Cardiology of the horse, Verlag Saunders Co, Philadelphia
- Frye, M.A., Bright, J.M. Dargatz, D.A., Fettman, M.J., Fribie, D.D., Baker D.C. and Traub - Dargatz, J.L. (2003): A Comparison of Dobutamine Infusion to exercise as a Cardiac Stress Test in Healthy Horses. J. Vet. Intern. Med. 17, 58 - 64
- Gehlen, H., P. Stadler u. E. Deegen (1998): Vorschlag zur Standardisierung der Untersuchung von herzkranken Warmblutpferden mit einem kardiologischen Beurteilungssystem. Pferdeheilkunde 14, 107 – 114
- Gehlen, H., Marnette, S., Stadler, P.: Stressechokardiographie beim Warmblutpferd: Aktive Stressinduktion durch Laufband- und Longenbelastung. Pferdeheilkunde, 2005, 21, 303-310.
- Gehlen, H., Marnette, S., Stadler, P.: The influence of adrenaline on echocardiographic parameters of left ventricular function in the horse. Equine and Comp. Exerc. Physiol. 2005, 2, 89-96.
- Gehlen, H., Bubeck, K., Rohn, K., Stadler, P.: Pulmonary artery wedge pressure during treadmill exercise in warmblood horses with atrial fibrillation. Research in Vet. Sc. 2006, 81, 134-139.
- Gehlen, H., Marnette, S., Stadler, P. Echocardiographic Analysis of segmental left ventricular wall motion at rest and after exercise in Horses with and without heart disease. Journal of Equine Vet. Science, 2005, 25, 468-479.
- Gehlen H., Marnette S., Rohn K., Ellendorff F., Stadler P: Echocardiographic Comparison of Left Ventricular Dimensions and Function After Standardised Treadmill Exercise in Trained and Untrained Healthy Warmblood Horses. Equine and Comparative Exercise Physiol., 3, 3-11, 2006.
- Gehlen, H., Marnette, S., Stadler, P.: Stress- Echocardiography in warmblood horses - comparison of dobutamine/atropine and treadmill exercise as cardiac stressors. Journal of Vet. Int. Med. 20 (3):562-568, 2006.
- Gehlen, H., Groner, U., Rohn, K., Stadler, P.: Lungenkapillardruck- und Herzfrequenzmessung unter medikamenteller Stressinduktion zur linkskardialen Funktionsdiagnostik bei Pferden mit und ohne Herzerkrankungen. Dt. Tierärztl. Wschr. 113 (7):255-263, 2006.
- Gehlen, H., Sundermann, T., Rohn, K., Stadler, P.: Möglichkeit der Stress-Echokardiographie zur Aufdeckung belastungsinduzierter myokardialer Dysfunktionen bei Pferden mit Herzklappeninsuffizienzen. Pferdeheilkunde 22 (6), 2006.
- Gunn, H.M. (1989): Heart weight and running ability. J. Anat. 167: 225-233

Gysin, J., R. Isler, R. Straub (1987): Beurteilung der Leistungskapazität und Festlegung der Trainingsintensität bei Sportpferden mittels Pulsfrequenzaufzeichnungen und Plasmalaktatbestimmungen. Pferdeheilkunde 3, 193-200

Holmes, J.R. (1968): The Equine Heart: Problems and Difficulties in Assessing Cardiac Function on Clinical Examination. Equine Vet. J., 1, 10 – 18

Holmes, J.R. (1977): Prognosis of equine cardiac conditions. Equine Vet. J. 4: 181-182

Martin, B.B., V.B. Reef, E.J. Parente u. A.D. Sage (2000): Causes of poor performance of horses during training, racing, or showing: 348 cases (1992-1996). JAVMA 216 (4), 554-558

Moltzahn, S u. Zeydabadijad, M., (1996): Stressechokardiographie: Eine Einführung. 2Aufl., Georg Thieme Verlag

Patteson, M. W. (1996): Equine Cardiology. Blackwell Science Ltd., Cambridge, 132-167

Reef, V.B. (2001): Stressechokardiographie and its Role in Performance Assessment. Equine Practice, 17, 179 – 189

Reindell, H., Bubenheimer, P., Dickhuth, H.H., Gornandt, L. (1988): Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Verlag Thieme, Stuttgart, New York, 49-52

Senior, R., Lahiri, A. (1995): Enhanced detection of myocardial ischemia by stress dobutamine echocardiography utilizing the "biphasic" response of wall thickening during low and high dose dobutamine infusion. J. Am. Coll. Cardiol., 26, 26 – 32

Williams, M.J., Obadashainan, J., Lauer, M.S., Thomas, J.D., Marwick, T.H. (1996): Prognostic value of dobutamine echocardiography in patients with left ventricular dysfunction. J. Am. Coll. Cardiol. , 27, 132 – 139

Wyss, A. (1999): Veränderung der Verkürzungsfraction von gesunden Pferdeherzen unter der Stimulation von Dobutamin und Denopamin. Bern, Veterinär - Medizinische Fakultät der Universität Bern, Diss.



Abb. 7.8: Vorbereiteter Patient für eine passive, medikamentelle Stressechokardiographie durch Infusion von Dobutamin ($7,5 \mu\text{g/kg KGW/Min.}$) und der einmaligen Gabe von Atropin ($5 \mu\text{g/kg KGW}$) ca. 5 Minuten nach Infusionsbeginn.
Foto: G. Gehlen

Abb. 7.9: Durchführung der sonographischen Untersuchung des Herzens auf der rechten Thoraxseite. Foto: G. Gehlen



Verfasserin:

Prof. Dr. Heidrun Gehlen, Dipl. ECEIM
Ludwig-Maximilians Universität München,
Klinik für Pferde, Veterinärstr. 13,
80539 München
(Email: h.gehlen@lmu.de)

8 Generelle Anforderungen an die Pferdehaltung und Empfehlungen für pferdegerechte Haltungssysteme (Gundula Hoffmann)

8.1 Anforderungen der Pferde

Grundbedürfnisse

Bei der Unterbringung von Pferden müssen sowohl die Anforderungen der Menschen als auch die Bedürfnisse der Pferde in Einklang gebracht werden. Neben niedrigen Investitionskosten und zeitsparenden Arbeitsabläufen steht die artgerechte Haltung der Pferde im Vordergrund. Daher sind Kenntnisse über die Gewohnheiten der Pferde unverzichtbar.

Pferde verfügen noch immer über die grundlegenden Verhaltensweisen ihrer wildlebenden Vorfahren. Es gibt keine Hinweise darauf, dass die Domestikation, die vor ca. 5.000 Jahren mit der Ausbildung zum Wagen- und Reitpferd begann, etwas daran geändert hat. Durch die Züchtung wurde zwar das Aussehen der verschiedenen Rassen verändert, nicht jedoch die Bedürfnisse der Pferde. Daher werden Verhaltensbeobachtungen an wildlebenden Pferden herangezogen, um Informationen zu den natürlichen Bedürfnissen zu ermitteln. Pferde sind der stammesgeschichtlichen Entwicklung nach sozial lebende, hochspezialisierte Fluchttiere aus Steppengebieten, deren natürlicher Lebensraum unter freiem Himmel liegt. Zudem geben physiologische und anatomische Kenntnisse des Verdauungs- und Bewegungsapparates deutliche Hinweise zu den Ansprüchen der Pferde. Auch unsere Hauspferde verfügen über Verdauungsorgane und einen Bewegungsapparat, die an eine stundenlange Futtersuche angepasst sind. Pferde bewegen sich in freier Natur in ihrer Herde über weite Strecken langsam und gleichmäßig vorwärts, um ihren Futterbedarf zu decken. Zugleich wird durch die Bewegung an der frischen Luft die Selbstreinigung der Atemwege ermöglicht. Durch das Leben als Wildpferd wurden bestimmte Eigenschaften nachhaltig geprägt, wie die hohe Sensibilität gegenüber Umweltreizen, eine schnelle Flucht vor angreifenden Feinden, eine große Ausdauer und eine starke Toleranz gegenüber sehr hohen und tiefen Temperaturen.

Die Grundbedürfnisse unserer heutigen Hauspferde sind daher noch immer die tägliche Deckung des Bewegungs- und Futterbedarfs sowie ausreichende Erholungsphasen, Frischluftzufuhr und die Erfüllung ihres Komfort- und Sozialverhaltens.

Der Mensch jedoch löste das Pferd aus dem Sozialverband der Herde und machte es zum Einzeltier, was den Lebensraum der Pferde stark veränderte. Im Zusammenleben mit dem Menschen wurde das Pferd zum reinen Tagtier. Sein dämmerungsaktives Leben kommt heute noch in den kurzen Schlafphasen, den nächtlichen Stallunruhen und in dem guten Orientierungssinn bei Dunkelheit zum Ausdruck. Der Mensch füttert das Pferd, schützt es vor seinen natürlichen Feinden, pflegt es und sorgt für eine – meist – gezielte Paarung. Jedoch schränkt der Mensch zugleich die wichtigsten seelischen und körperlichen Lebensgrundlagen ein: die freie Standortwahl, das natürliche Sozialgefüge, den natürlichen Bewegungsdrang, die selbstständige Paarung und den Einfluss der natürlichen Umwelt (ISENBÜGEL, 1998; PICK, 1994).

Anspruch auf Bewegung, Nahrungsaufnahme und Beschäftigung

Von Natur aus würde ein Pferd täglich bis zu 16 Stunden grasen und sich dabei langsam fortbewegen. Somit erfüllt die Nahrungsaufnahme zugleich den Zweck, dass der Bedarf nach Bewegung und Beschäftigung gedeckt wird. Die Beobachtung wildlebender Pferde oder möglichst naturnah gehaltener Pferde erlaubt die zeitliche Einordnung, wie viel Zeit ein Pferd normalerweise mit Bewegung, Fressen, Stehen und Liegen pro Tag verbringt.

BOYD et al. (1988) untersuchten das Verhalten von acht Przewalski-Pferden auf einer Weide im Sommer und betrachteten dabei die Verteilung der verschiedenen Verhaltensaktivitäten innerhalb eines 24-Stunden-Zeitintervalls. Die beobachtete Herde verbrachte dabei durchschnittlich 47 % des Tages (11,3 Stunden) mit der Futter- und Wasseraufnahme, 34 % des Tages (8,2 Stunden) im Stehen, 7,4 % (1,8 Stunden) mit Fortbewegung, 5,3 % (1,3 Stunden) des gesamten Tages im Liegen und die übrige Zeit mit Sozial- und Komfortverhalten.

Bei der Futteraufnahme handelt es sich um eine zweckgebundene Bewegung, wo hingegen die Lokomotion als zweckfreie Fortbewegung nur einen Anteil von 3 bis 16 % an der gesamten Bewegungsaktivität ausmacht. Die Futteraufnahme bestimmt bei Weidehaltung mit 12 – 16 Stunden ca. 60 % des Tagesgeschehens und stellt neben dem Stehen die dominierende Verhaltensweise dar (BACHMANN, 1998; PIRKELMANN, 2002a). Daher bildet insbesondere die Futteraufnahme einen entscheidenden Faktor, um das Bewegungs- und Beschäftigungsbedürfnis der Pferde zu befriedigen.

Auch KILEY-WORTHINGTON (1990) untersuchte bei Pferden unterschiedlicher Haltungssysteme, wie viel Zeit die Pferde pro Tag mit Fressen, Liegen, Stehen und sonstigen Tätigkeiten verbringen (Abb. 8.1.1).

Dabei wurde deutlich, dass sich das natürliche Verhalten frei lebender Pferde in der französischen Camargue deutlich von Pferden in Stallhaltung unterscheidet. Starke Abweichungen vom normalen Verhalten zeigen sich vor allem beim Fortbewegungs- und Nahrungsaufnahmeverhalten. Die Camargue-Pferde verbringen 60 % des Tages mit Futteraufnahme und 20 % mit Stehen, wohingegen die Tiere aus Einzelboxen mit restriktiver Raufuttervorlage nur noch 15 % des Tages mit Fressen verbringen und ihre reine Stehzeit 65 % beträgt. Durch eine ad libitum-Fütterung von Heu und Stroh erhöht sich in den Einzelboxen zwar die Fresszeit auf 47 %, aber die Stehzeit ist mit 40 % des Tages noch recht hoch. Hingegen nähert sich bei einer Gruppen-Auslaufhaltung die durchschnittliche Zeitverteilung mit 57 % Fresszeit und 23 % Stehzeit schon recht gut an die Verhältnisse von frei lebenden Tieren an.

Die Fortbewegung ist allerdings nicht nur zum Zweck der Futteraufnahme notwendig, sondern auch für die Durchblutung des Bewegungsapparates und der inneren Organe. Sie ermöglicht außerdem die Elastizität der Muskeln, Sehnen und Bänder und trainiert die Lungenfunktion.

Bewegungsarmut kann daher zu erheblichen Störungen des Bewegungsapparates führen. Sie ist aber auch verantwortlich für eine ungenügende Selbstreinigung der Atemwege, für Störungen des Stoffwechsels und des Hufmechanismus als Folge zu geringer Durchblutung sowie für psychische Schäden, Übersprunghandlungen und Bewegungsstereotypien (PIOTROWSKI und KREIMEIER, 1998).

Daher wird in den „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009) gefordert, dass in allen Pferdehaltungen täglich für eine ausreichende, den physiologischen Anforderungen der Pferde entsprechende Bewegung zu sorgen ist. Pferde sollten daher jeden Tag eine sinnvolle Bewegung und Beschäftigung erhalten (s.a. Kapitel 8.6.1). Vor allem für Fohlen und Jungpferde ist eine ausreichende Bewegung zu ermöglichen, um ein geregeltes Wachstum und einen gesunden Körperbau zu fördern. Gerade bei Fohlen konnten bereits Zusammenhänge zwischen Bewegungsdefiziten und Wachstumsproblemen aufgezeigt werden.

Im Rahmen der sogenannten „OCD-Studie“ fanden umfangreiche Untersuchungen zur Bedeutung der Bewegung für den Bewegungsapparat der Pferde statt. Die Osteochondrose (OC) ist eine entwicklungsbedingte Skeletterkrankung, verursacht durch eine Störung der Verknöcherung des wachsenden Knorpels, die sich letztlich durch losgelöste Knochen- bzw. Knorpelfragmente („Chips“) im Gelenk darstellt und als Osteochondrosis dissecans (OCD) bezeichnet wird. Die Untersuchungen zu dieser Erkrankung haben gezeigt, dass durch häufige und ausgiebige Bewegung der Fohlen die Frequenz von OC insgesamt deutlich gesenkt werden kann. Früh (vor dem 1. April) geborene Fohlen hatten als Folge der mangelnden Bewegung in den Wintermonaten deutlich häufiger OC als die später geborenen Fohlen. Durch den kausalen Zusammenhang mangelnder Bewegung der Fohlen zu Osteochondrose, die den Wert der späteren Reitpferde mindert, kann eine direkte Verbindung zwischen Haltung, Gesundheit und wirtschaftlichem Erfolg hergestellt werden. Wie u. a. aus den im Rahmen des OCD-Projektes erhobenen Daten zur Haltung und Bewegung hervorgeht, gibt es offenbar eine nicht unerhebliche Diskrepanz zwischen dem Wissen um eine artgerechte Pferdehaltung bzw. –aufzucht und dessen Umsetzung in der Praxis (WILKE, 2003; WILKE und BRUNS, 2004).

Die tägliche Bewegung auf der Weide kommt daher der natürlichen Futtersuche der wildlebenden Pferde am nächsten.

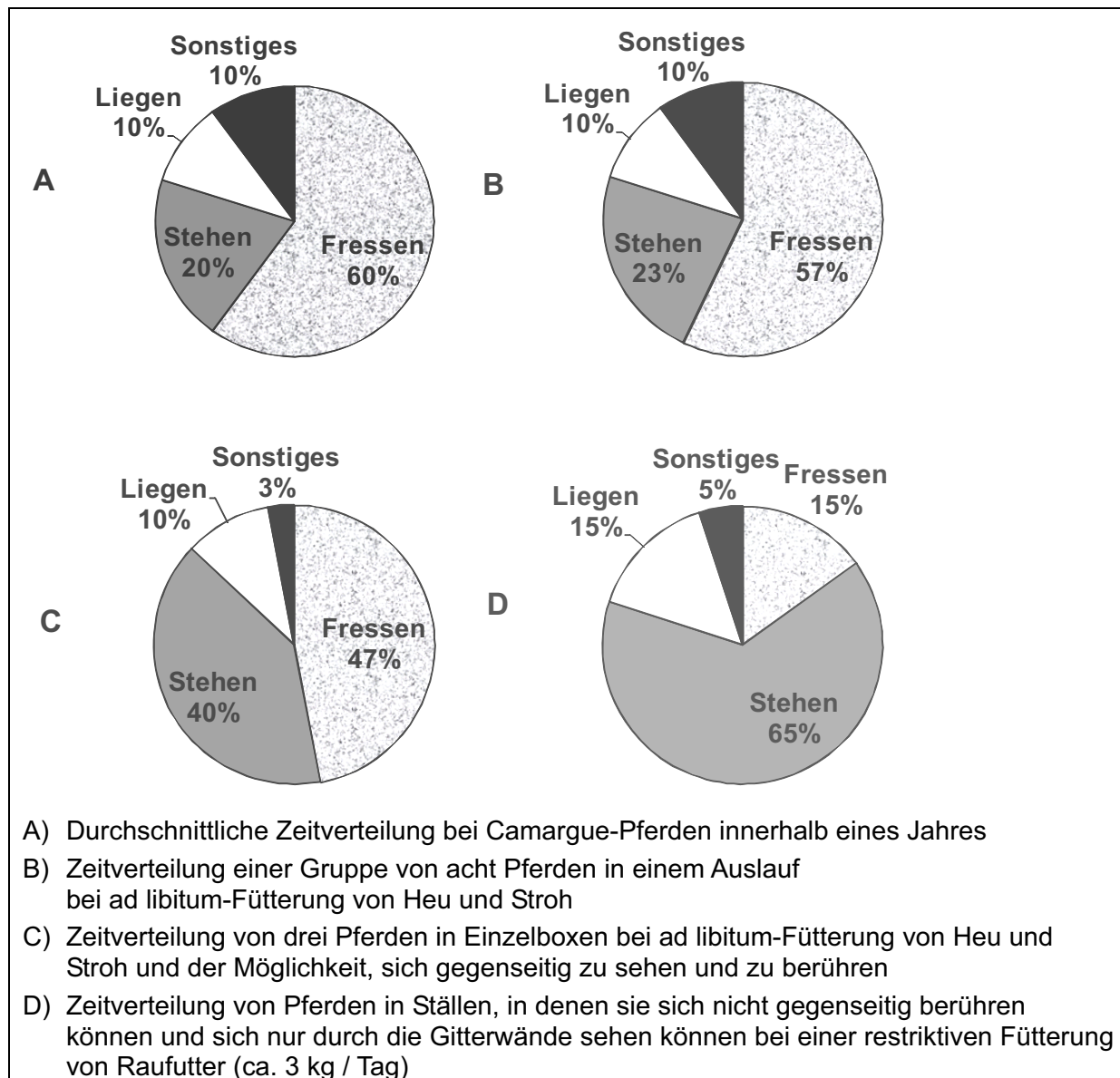


Abb. 8.1.1: Zeitbudget von Pferden in Abhängigkeit ihrer Haltungsform (nach DUNCAN, 1980; KILEY-WORTHINGTON, 1990)

Bei Hochleistungspferden kann jedoch die ausschließliche Ernährung mit Gras während der Weidehaltung aus verschiedenen Gründen erschwert sein. Sport- und Arbeitspferde haben zum Beispiel einen höheren Energiebedarf, dafür aber weniger Zeit zum Fressen, sodass die Versorgung mit der „ursprünglichen Nahrung der Pferde“ den Bedarf evtl. nicht komplett decken kann und eine Zufütterung nötig ist. Es darf aber auch nicht vergessen werden, dass die heutigen Weiden der ursprünglichen Futtergrundlage in keiner Weise mehr entsprechen. Sie sind viel nährstoffreicher (hauptsächlich Energie und Eiweiß), sodass wenig arbeitende Pferde, die ganztätig Weidegang haben, durch diese Art der Fütterung zu fett werden könnten (WICHERT, 2005).

Die tägliche Bewegung der Pferde ist oft nur noch auf eine Stunde reduziert und findet meistens in staubigen Reithallen statt. REICHERT (1990) fand heraus, dass von rund 2800 Pferden nur 72 % der Großpferde und 52 % der Ponys und Kleinpferde regelmäßig täglich bewegt wurden, obwohl nur 12 % der Großpferde und 32 % der Ponys und Kleinpferde in Lauf- und Offenställen gehalten wurden.

Einige Pferdehalter lehnen sogar eine zusätzliche Bewegung ihrer Pferde ab und führen dafür die Gefahr eines Unfalls durch zu große Aufregung im Auslauf als Begründung an – eine sich selbst erfüllende Prophezeiung, denn durch den angestauten Bewegungsdrang aufgrund des selten gewährten Auslaufs passieren tatsächlich mehr Unfälle (WILKE und BRUNS, 2004).

Täglich zurückgelegte Wegstrecken in Abhängigkeit des Haltungsverfahrens

Pferde halten sich in freier Wildbahn 20 bis 30 Kilometer entfernt um ihre Wasserstellen herum auf, die sie ein- bis mehrmals täglich aufsuchen. Dabei spielen die vorhandene Nahrungsgrundlage, die Jahreszeit und das Klima eine bedeutende Rolle. Heutzutage leben die meisten Pferde in Deutschland jedoch in Einzelboxen mit einer Grundfläche von 9-12 m², in denen sowohl die Wasser- als auch die Nahrungsaufnahme stattfindet. Das domestizierte Pferd hat daher, unabhängig von Jahreszeit und Klima, stets eine ausreichende Nahrungsgrundlage, die ihm vom Menschen verabreicht wird. Es hat allerdings nicht mehr die Möglichkeit zu selektieren und kann sich nur auf einem sehr engen Raum bewegen. Die Jahreszeit spielt aber insofern noch eine Rolle, dass die Pferde im Sommer (stundenweise oder ganztags) meistens auf Weiden kommen, sodass zumindest in dieser Zeit eine selektive Nahrungsaufnahme und eine uneingeschränkte Bewegung gegeben ist.

Zum Sommer hin kann sich die Nahrungsaufnahme erheblich verringern und zum Herbst hin instinktiv stetig zunehmen, um hohe Fettreserven für die zu erwartende Mangelperiode des Winters zu bilden. Unter guten Bedingungen (satte Weide, schnell erreichbare Tränke) wird der Aktionsradius insgesamt zwar kleiner, das Pferd wird in solchen Fällen aber wählerischer, neugieriger und setzt dies ebenfalls in Bewegung um (BENDER, 1999).

Beobachtungen an Camargue-Pferden haben gezeigt, dass diese täglich eine ca. sechs Kilometer lange Strecke zurücklegen. Dementsprechend lag auch die Größe des täglichen Aktionsradius' halbwilder New Forest Ponys zwischen sieben und zehn Kilometern (SCHÄFER, 1991). Es ist hierbei jedoch zu berücksichtigen, dass bewegungsfreudigere Rassen wie Araber und Vollblüter unter gleichen Bedingungen evtl. größere Strecken zurücklegen würden.

Bei frei lebenden Fjordpferden konnten Wegstrecken von täglich ca. vier bis sieben Kilometern ermittelt werden, wobei die Fresszeiten zwischen 11 und 16 Stunden lagen. Aber auch die domestizierten Pferde legen unter naturnahen Bedingungen beim Grasen im ruhigen Vorwärtsschreiten bis zu acht Kilometer zurück. Eine spärliche Steppenflora und die wählerische Art der Futteraufnahme zwingen das Pferd beim Weiden zu ständiger Bewegung (BENDER, 1999; MARTEN, 1996).

Weitere Ergebnisse aus Erhebungen über täglich zurückgelegte Wegstrecken in Abhängigkeit der Haltungsbedingungen sind in Tabelle 8.1.1 zusammengefasst.

RODEWALD (1989) untersuchte die tägliche Nutzungsdauer von Reitpferden in sechs Betrieben. Privatpferde wurden im Durchschnitt 41 Minuten täglich bewegt bei einer zurückgelegten Strecke von 4,9 Kilometern und Schulpferde bewegten sich täglich 85 Minuten und legten eine Strecke von 9,9 Kilometern zurück. Die zurückgelegten Strecken sind zwar länger als die in der Auslaufhaltung freiwillig zurückgelegten, es ist aber zu bedenken, dass der größte Teil in schnelleren Gangarten absolviert wird. Des Weiteren wird die Bewegung auf kurze Zeiträume komprimiert und entspricht, wenn die Tiere sonst nur im Stall stehen, nicht dem physiologischen Bewegungsmodus.

Tab. 8.1.1: Täglich zurückgelegte Wegstrecken unter natürlichen, naturnahen und Stallhaltungs-Bedingungen

Untersuchungsschwerpunkt (Lebensraum / Haltungssystem)	Zurückgelegte Wegstrecke (in km / Tag)	Quelle
Pferde in freier Wildbahn, Hochebene Namib	20-30 (Aktionsradius)	BENDER, 1999
Wildpferde, Prärien Nordamerikas	bis zu 16	GEISER, 2001
Camargue-Pferde	6	SCHÄFER, 1991
Halbwilde New Forest Ponys	7-10 (Aktionsradius)	
Freilebende Fjordpferde	4-7	BENDER, 1999
Pferde unter naturnahen Haltungsbedingungen	bis zu 8	MARTEN, 1996
Haflinger, reine Weidehaltung	8,4	FRENTZEN, 1994
Haflinger, Auslaufhaltungssystem und hohe Fütterungsfrequenz	4,8	
Mehrraum-Pferdeauslaufhaltungssystem mit tierindividueller Vorratsfütterung	3	PIOTROWSKI, 1992
Reitpferde, Privatbesitz	4,9	RODEWALD, 1989
Schulpferde	9,9	

Um den Pferden eine möglichst natürliche Bewegung zu ermöglichen, ist eine freie Bewegung auf einer großen Weide und in einer Herde die beste Möglichkeit. Die Futtergrundlage animiert die Tiere, sich ausreichend zu bewegen und der Untergrund ermöglicht physiologische Bewegungsabläufe. Die gemeinsame Haltung in der Gruppe stellt einen weiteren Bewegungsanreiz dar und Pferde kann man auch im höheren Alter noch bei spielerischen Auseinandersetzungen, die die Pferde ebenfalls zur Bewegung animieren, beobachten. Anhand der täglich zurückgelegten Wegstrecken (Tab. 8.1.1) ist erkennbar, dass die Domestizierung der Pferde zu einer starken Einschränkung der natürlichen Fortbewegungsmöglichkeiten geführt hat. Im Vergleich zu wildlebenden Pferden hat sich die tägliche Bewegung der Pferde in der Obhut des Menschen um ca. 50 bis 75 % reduziert. Gerade die Einzelhaltung von Pferden schränkt sie in ihrem Bewegungsraum ein, obgleich die Einzelbox schon eine gewisse Verbesserung gegenüber der Anbindehaltung darstellt. Aufgrund des Bewegungsmangels treten vermehrt haltungsbedingte Erkrankungen (s. a. Kapitel 8.4) am Bewegungs- und Atmungsapparat der Pferde auf.

Pferde werden häufig auf befestigte Ausläufe oder auf unbegrünte Koppeln gestellt, um ihnen eine zusätzliche Bewegung zu ermöglichen. Hier wird jedoch allenfalls die Frischluftzufuhr verbessert und der Sozialkontakt ermöglicht, wenn die Pferde sich dort gemeinsam aufhalten dürfen. Eine Bewegung ist dort allerdings nur selten zu beobachten, da sich Pferde in der Regel nur aus eigenem Anlass bewegen, wenn sie dabei einen Zweck, wie beispielsweise Futter- und Wassersuche damit verbinden.

Räumliche Ansprüche und Ruhebedürfnisse

Der Bewegungsbedarf und die Gewohnheiten der Pferde spiegeln sich auch in der Größe und den Gegebenheiten ihres ursprünglichen Lebensraums wider.

Beispielsweise liegt der ursprüngliche Lebensraum der Przewalskipferde in den Wüsten und Halbwüsten im Südwesten der Mongolei, die nur spärlich mit

Steppenpflanzen bewachsen sind. Die durchschnittlichen Temperaturen betragen im Winter -15 bis -18 °C und im Sommer 20 bis 25 °C und in der heißesten Zeit steigen sie auf 40 °C an. Die Niederschlagsmenge ist gering, natürliche Wasserreserven sind wegen der Trockenheit knapp und die wenigen offenen Wasserstellen sind für die Przewalskipferde lebensentscheidend. Seit 1970 gilt das Przewalskipferd in der Natur jedoch als ausgestorben und nur in zoologischen Gärten und Tierparks konnten sie überleben (CLAUDE, 1998).

Bei vielen Pferden hat man noch heute den Eindruck, dass sie sich in einem offenen, weitsichtigen Gelände sicherer bewegen, da sie als Fluchttiere daran gewöhnt sind, ihre Umgebung zu überblicken, um rechtzeitig vor Feinden fliehen zu können. In einem Wald hingegen könnte sich hinter jedem Baum oder Busch ein potentieller Gegner verbergen. Die Gesellschaft anderer Pferde kann hierbei wiederum Sicherheit vermitteln, sodass das Pferd lernt, mit ungewohnten Situationen umzugehen. Wenn sich auf der Weide eine Anhöhe befindet, so kann man oft beobachten, dass die Pferde diesen Bereich zum Ruhen bevorzugen, da auch hier ein besserer Überblick über das umliegende Gelände gegeben ist. Frei lebende Equiden haben unterschiedlich große Aktionsräume, je nachdem, ob sie jahreszeitliche Wanderungen durchführen oder ortstreu sind. Einen Überblick über die Größe der Aktionsräume gibt die Tabelle 8.1.2.

Tab. 8.1.2: Aktionsräume frei lebender Equiden (nach ARNEMANN, 2003)

Equidenart	Geographischer Lebensraum	Größe des Aktionsraumes	Quelle
Steppenzebra	Ngorongoro-Krater, Afrika	80 – 200 km ²	KLINGEL (1972)
Mustang	Pryor Mountains, Montana, USA	25 km ²	FEIST und MCCULLOUGH (1976)
New-Forest-Pony	Südengland, Europa	0,8 – 10 km ²	TYLER (1972)
Verwildertes Hauspferd	Insel Shackleford Bank, USA	6 km ²	RUBENSTEIN (1981)
Bergzebra	Nationalpark Südafrika	3 – 5 km ²	KLINGEL (1972)

Neben dem Fressen verbringen frei lebende Pferde die meiste Zeit des Tages mit Ruhen. Eine Untersuchung hat ergeben, dass domestizierte Pferde 19¼ Stunden des Tages aufge-weckt und rege, zwei Stunden träge, aber wach verbringen, sich zwei Stunden in einem leichten Schlaf und eine ¾ Stunde in einem tiefen Schlaf befinden. Erwachsenen Pferden genügen daher 3 Stunden Schlaf pro Tag. Fohlen und Jährlinge hingegen haben einen höheren Ruhebedarf und verbringen mehr Zeit im Liegen als ausgewachsene Pferde. Die Schlafzeiten sind darüber hinaus in kurze Abschnitte unterteilt: der Tiefschlaf in durchschnittlich neun Perioden von jeweils fünf Minuten und der Leichtschlaf in 33 „Nickerchen“ à dreieinhalb Minuten. Der Grund dafür ist auch hier im ursprünglichen Verhalten der Pferde als Beutetier zu suchen. Die wilden Vorfahren unserer heutigen Stallpferde konnten es sich nicht leisten ausgiebig zu schlafen, weil dies zu gefährlich gewesen wäre. Sie bevorzugten vielmehr lange Ruheperioden, ohne dabei wirklich einzuschlafen. Der Ruheplatz muss noch heute dem Sicherheits- und Komfortbedürfnis der Pferde genügen, ansonsten legen sich Pferde nicht in die Bauch- und Seitenlage. Zum Liegen bevorzugen sie trockenen und verformbaren Untergrund und auf feuchtem Boden legen sie sich nicht bzw. nur ungern ab (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009; MORRIS, 2003).

In freilebenden Herden bleibt mindestens ein Tier stehen, um als „Wächter“ aufzupassen und die übrigen Herdenmitglieder bei drohender Gefahr zu warnen. Dieses Verhalten sei angeblich auch bei im Stall gehaltenen Pferden weiterhin zu beobachten, unabhängig davon, ob die Pferde einzeln oder in einer Gruppe gehalten werden. Eigene Untersuchungen im Versuchsstall der ehemaligen Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig haben jedoch gezeigt, dass in den meisten Beobachtungsnächten (Videoanalyse) auch Zeitabschnitte vorhanden waren, in denen alle Pferde einer Gruppe gemeinsam, sowohl in Bauch- als auch in Seitenlage gelegen haben. Bei dem Versuchsstall handelte es sich um eine Mehrraum-Gruppen-Auslaufhaltung mit den Funktionsbereichen Fressen, Liegen (innerhalb des Stallgebäudes) mit einem vorgelagerten, überdachten Bereich und Sandauslauf. Wenn es die Witterung zuließ, wählten die Pferde zum Liegen oftmals den Sandauslauf im Freien. Ebenso verhielt es sich bei den Pferden, die in einer Zweierhaltung (2 Boxen mit einem gemeinsamen Auslauf für jeweils 2 Pferde) untergebracht waren. Auch sie konnten alle gleichzeitig beim Schlafen beobachtet werden und wählten zum Schlafen gern den Bereich im Freien oder teilten sich auch mal eine Einzelbox, um dort gemeinsam zu liegen. Außerdem hatte es hier den Anschein, dass sie die Nähe zueinander suchten und entweder alle draußen oder alle in den Boxen schliefen. Selbst wenn nur jedes zweite Pferd den Zugang zum Auslauf geöffnet hatte, so lag das Pferd mit Auslaufberechtigung häufig in der benachbarten Box oder in der Nähe der verschlossenen Boxentür.

Bei der Beobachtung der Versuchspferde mit einer Videoüberwachungsanlage wurde in den Einzelboxen auch deutlich, dass eine Boxen-Grundfläche von 12 m² zu empfehlen ist, um den Pferden ein unbeschwertes Ablegen und Aufstehen sowie das Liegen in ausgestreckter Seitenlage zu ermöglichen. Die Boxen hatten während der Untersuchungen eine Fläche von 3x4 Metern und die Tiere hatten eine durchschnittliche Größe von 1,60 m. Demnach wäre laut der Empfehlungen für Pferde (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009) eine Fläche von 10,24 m² (Berechnungsgrundlage: (2 x Widerristhöhe)²) ausreichend gewesen. In vielen Ställen sind allerdings noch immer Boxen mit einer Standardgröße von 3x3 m vorhanden. Die horizontale Linie in der folgenden Abbildung (2 Boxen mit den Abmessungen 3x4 m) verdeutlicht, wo die Begrenzung der Boxen bei einer 9 m²-Fläche liegen würde und welche Einschränkung dies für ein Pferd in ausgestreckter Seitenlage darstellen würde (Abb. 8.1.2). Die senkrechte Linie markiert die Trennwand zwischen den beiden Boxen.



Abb. 8.1.2: Flächenbedarf eines Pferdes in Bauch- (linke Box) und Seitenlage (rechte Box). Die horizontale Linie symbolisiert eine Box von 3x3 Metern (Foto: P. Kreimeier)

In Deutschland gibt es bisher keine Richtlinien oder vorgeschriebene Mindestabmessungen für die einzelnen Pferdehaltungssysteme. Empfehlungen zu den Stallabmessungen können jedoch den „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009) entnommen werden. Zur übersichtlicheren Darstellung sind diese in Tabelle 8.1.3 zusammengefasst. Die in diesem Zusammenhang erwähnten Maße zur Berechnung der empfohlenen Mindestabmessungen erfolgen unter Angabe der Widerristhöhe (Wh) als Stockmaß. Damit wird den unterschiedlichen Größen der Pferde Rechnung getragen. Die Widerristhöhe ist das anatomische Maß vom Erdboden zum Anfangsteil der Rückenlinie des Tieres (Abb. 8.1.3). Es wird als Stockmaß oder Bandmaß bei gerader Gliedmaßenstellung gemessen. Das Stockmaß wird mit einem senkrecht auf dem Boden stehenden Stock im rechten Winkel zur Schulter des Tieres bestimmt. Hingegen wird das Bandmaß mit einem Messband vom Tragerand des Vorderfußes bis zum höchsten Punkt des Widerristes gemessen (KORRIES, 2003; WIESNER und RIBBECK, 2000).

Tab. 8.1.3: Empfohlene Mindestabmessungen verschiedener Pferdehaltungssysteme (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009)

Bestandteil des Haltungssystems	Mindestmaß / Pferd	Beispiel für durchschnittlich große Pferde (Wh = 1,67 m)	Anmerkungen
Einzelbox	$(2 \times Wh)^2$	11,2 m ²	für Stuten mit Fohlen mindestens $(2,3 \times Wh)^2$
Länge der Boxenschmalseite	1,75 x Wh	2,9 m	
Auslauf von Einzelboxen	$(2 \times Wh)^2$	11,2 m ²	für Stuten mit Fohlen mindestens $(2,3 \times Wh)^2$ / Stute
Liegefläche in einem Einraumlaufstall ohne Auslauf	$(2 \times Wh)^2$	11,2 m ² / Pferd	
Liegefläche in einem Einraum-Laufstall mit Auslauf ohne Trennung von Liege- und Fressbereich	$(2 \times Wh)^2$	11,2 m ² / Pferd	Angabe ohne den Platz für den Fressbereich
Liegefläche in einem Mehrraum-Laufstall mit Auslauf und Trennung von Liege- und Fressbereich	$3 \times Wh^2$	8,4 m ² / Pferd	Reduzierung bis $2,5 \times Wh^2$ / Pferd möglich, wenn Voraussetzungen hinsichtlich Raumstruktur und Management günstig sind
Länge der Fressstände in Gruppenhaltungen	1,8 x Wh	3 m	Fressstand-Breite = 0,80 m Trennwandhöhe $\geq 1,3 \times Wh$
Auslauffläche	bis 2 Pferde: 150 m ²	75 m ² / Pferd	Bei mehr als 2 Pferden, für jedes Pferd zusätzlich 40 m ²

Wh = Widerristhöhe gemessen als Stockmaß

Obwohl die empfohlenen Stallabmessungen allgemein bekannt sein sollten, unterschritten in einer niedersächsischen Untersuchung noch 7 % der erfassten Pensionspferdebetriebe die geforderten Mindestliegeflächen pro Pferd (KORRIES, 2003).



Abb. 8.1.3: Widerristhöhe eines Pferdes gemessen als Stockmaß (Foto: G. Hoffmann)

Folgende Flächenangaben können als Richtwerte für die Größe von Weiden bzw. Ausläufen dienen, die nicht direkt an die Stallgebäude angrenzen (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1999):

- Weide (während der Vegetationsperiode) 1 Pferd (500 kg KM) / 0,5 ha
- Weide (in den Wintermonaten) 1 Pferd (500 kg KM) / 1,0 ha
- Auslauf (< 10 Pferde) 2,0 x (2x Wh)² m² / Pferd
- Auslauf (> 10 Pferde) 1,5 x (2xWh)² m² / Pferd

Soziale Ansprüche

Auch in der Obhut des Menschen hat das Pferd noch immer ein großes Bedürfnis nach Sozialkontakten zu seinen Artgenossen. Zwar kann auch eine feste Bindung zwischen dem Pferd und einem Menschen entstehen, jedoch wird ein Mensch dem Pferd keine Artgenossen ersetzen können. Daran sind wohl nicht nur die Schwierigkeiten in der Kommunikation ursächlich. Das tägliche Putzen des Pferdes kann zum Teil die Funktion der gegenseitigen Körperpflege erfüllen, jedoch stellt der Mensch auch hier nur einen Ersatz dar. Das Pferd hat ein Verlangen nach Sozialkontakten und dem gemeinsamen Leben mit seinen Artgenossen, da ihm die Herde das Gefühl von Schutz und Sicherheit vermittelt. Je länger die Pferde zusammen sind, desto fester ist ihr Zusammenhalt. Daher sollte bei der Gruppenhaltung von Pferden ein häufiger Wechsel der Herdenmitglieder vermieden werden, da dadurch Unruhe entsteht. Ein Neuankömmling muss zunächst in die Herde integriert werden, wobei die Hierarchie durch eine feste Rangordnung geregelt wird. Bei neuen Pferden kann es zunächst zu Rangordnungskämpfen und Auseinandersetzungen kommen, bis sich das rangniedere Pferd dem dominanteren Pferd untergeordnet hat. Ist die Rangordnung jedoch erst einmal geklärt, so wird sich an ihr auch nur noch selten etwas ändern und die Pferde gehen respektvoll und friedlich miteinander um. Freundschaftliche Beziehungen kann man dann sowohl bei gleichgeschlechtlichen Tieren als auch zwischen Wallachen und Stuten beobachten. Freundschaften lassen sich gut daran erkennen, dass diese Pferde auf der Weide nebeneinander grasen bzw. stehen und sich gegenseitig das Fell pflegen (vor allem den Widerrist- und Rückenbereich). Falls es sich um Pferde handelt, die nur stundenweise auf die Weide kommen oder nur im Sommer, so sollte man versuchen, sie im Stall in benachbarten Boxen unterzubringen, um ihnen weiterhin einen Sichtkontakt zu ermöglichen. Es gibt Untersuchungen, die gezeigt haben, dass die Umstellung von einer Gruppen- in eine Einzelhaltung bei einigen Pferden zu Verhaltensauffälligkeiten geführt hat (GERKEN et al., 1997). Umgekehrt gibt es einige Erfahrungen, die belegen, dass die Umstellung von einer Einzel- in eine Gruppenhaltung dazu geführt hat, dass die Tiere ausgeglichener und ruhiger wurden. Neben den sozialen Kontakten kann dabei auch das zusätzliche Bewegungsangebot zum gesteigerten Wohlbefinden beigetragen haben, was sich letztendlich auch in einer gesteigerten Leistungsbereitschaft widerspiegeln wird. Der Einfluss des Haltungssystems auf das Wohlbefinden der Pferde ist jedoch stets von tierindividuellen Faktoren (Rangordnung, Ruhebedürfnis etc.) abhängig und kann sehr unterschiedliche Auswirkungen auf das Einzeltier haben.

Bei der Stallhaltung werden die natürlichen Bedürfnisse der Pferde oftmals nur unzureichend berücksichtig-

sichtigt, sodass Verhaltensstörungen entstehen können und Probleme im Umgang mit den Pferden auftreten. Mittlerweile gibt es zahlreiche Tierpsychologen und Verhaltenstherapeuten für Pferde, deren Hauptaufgabe jedoch oft die Ursachenforschung und die Anpassung der Umgebung an die Pferdebedürfnisse ist.

Hauspferde werden meistens im Alter von drei Jahren mit dem Beginn der Ausbildung einzeln untergebracht. Mehrheitlich befinden sich zwar im gleichen Stallgebäude Artgenossen, die Kontaktmöglichkeiten sind jedoch minimal. Boxen werden häufig mit Eisengittern umschlossen, sodass sich die Nachbarpferde nicht berühren können. Weil die Pferde keine Möglichkeit haben, ihre Rangordnung festzulegen, entstehen Aggressionen gegenüber den Nachbarn. Hinzu kommt, dass die in einem solchen Haltungssystem eingesperrten Pferde nie die Möglichkeit haben werden, innerhalb einer Herde mit natürlicher Altersstruktur, das heißt mit jüngeren, gleichaltrigen und älteren Gruppenmitgliedern, die Verhaltensregeln eines Pferdeverbandes zu erlernen. Da diese Pferde auf Signale und Warnungen von Artgenossen z. T. nicht oder falsch reagieren, kann es zu gefährlichen Kämpfen kommen (BACHMANN, 1998). Außerdem wird sich ein Haltungssystem für Pferde immer auch daran messen lassen müssen, ob es rangniederen genauso wie ranghohen Tieren ermöglicht, ihre Bedürfnisse zu befriedigen (FRENTZEN, 1994).

Bei Einzelaufstallung ist mindestens der Hör-, Sicht- und Geruchskontakt zwischen den Tieren zu gewährleisten, um dem Pferd eine gewisse Sicherheit durch seine Artgenossen zu gewährleisten. Schon die kurzzeitige Trennung eines Pferdes von seinen Sozialpartnern kann bei ihm Panik auslösen und zu einer Gefahrensituation führen. Die Einzelhaltung eines Pferdes ohne Kontakt zu seinen Artgenossen ist daher nicht artgerecht.

Klimatische Ansprüche

Das Stallklima wird beeinflusst durch die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, die Luftbewegung im Stall sowie die Konzentration an Staub und Schadgasen. Verschiedene Bauweisen (großvolumige, gut belüftete Ställe) und Lüftungstechniken sorgen mittlerweile für ein möglichst gutes Stallklima, aber die besten Bedingungen findet man im Freien vor. Je stärker der Luftaustausch in den Ställen unterbunden wird, desto schlechter sind die Klimabedingungen des Stalles. Die Mindestanforderungen, die bei der Stallhaltung von Pferden erfüllt sein müssen, sind der Tabelle 8.1.4 zu entnehmen. Da Pferde sehr empfindliche Atemwegsorgane haben, führt eine Verschlechterung der Atemluft häufig zu Erkrankungen der Atemwege. Es handelt sich dabei allerdings um einen Erkrankungskomplex, an dem zusätzliche Faktoren (schlechte Futterqualität, Allergien, Infektanfälligkeit, mangelnder Impfschutz etc.) beteiligt sein können. Werden die Pferde noch dazu in staubigen Reithallen bzw. auf staubigen Reitplätzen geritten oder longiert, so kann dies ebenfalls zur Auslösung von Atemwegserkrankungen beitragen.

Tab. 8.1.4: Anforderungen an das Klima im Pferdestall (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009)

Bei Stallhaltung sollen folgende Anforderungen erfüllt werden:	
Lufttemperatur	die Stalltemperatur soll der Außentemperatur auch im Winter gemäßigt folgen
Luftfeuchte	60 – 80 %
Luftströmungsgeschwindigkeit im Tierbereich	mindestens 0,1 m/s
Kohlendioxidgehalt der Luft als Schadgasindikator	< 0,10 vol%
Ammoniakgehalt der Luft	< 10 ppm
Schwefelwasserstoffgehalt	0 ppm

Aufgrund ihrer Herkunft aus den intensiv besonnenen baumlosen Steppenregionen haben Pferde ein starkes Lichtbedürfnis. Über das Auge werden Lichtreize aufgenommen, die den Hormonstoffwechsel beeinflussen. So steuert die Tageslichtlänge den Fortpflanzungszyklus. Auch der Fellwechsel im Frühjahr und Herbst steht unter dem Einfluss des Lichtangebots (MARTEN, 1996). Die Vitamin D₃ Synthese in der Haut ist ebenfalls vom UV-Licht abhängig. Vitamin D spielt eine wesentliche Rolle bei der Regulierung des Calcium-Spiegels im Blut und beim Aufbau der Knochen. Daher ist es insbesondere für Fohlen sehr wichtig, dass sie sich ausreichend im Freien aufhalten können, um ihnen eine gesunde körperliche Entwicklung zu ermöglichen.

Das natürliche Spektrum des Sonnenlichtes hat einen starken Einfluss auf das Tierverhalten und den Stoffwechsel der Tiere, wodurch Widerstandskraft, Leistungsfähigkeit und Fruchtbarkeit positiv

beeinflusst werden. Handelsübliche Lichtquellen können das natürliche Lichtspektrum der Sonne nicht ersetzen. Deshalb sollen Pferde möglichst oft natürliches Licht aufnehmen können (Auslauf, Außenklappen). Die Fensterfläche soll mindestens 1/20 der Bodenfläche des Stalls betragen und bei Verschattung entsprechend größer sein. Als Richtwert für die Lichtstärke sind im Tierbereich mindestens 80 Lux über mindestens acht Stunden je Tag anzusetzen (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009).

Bei der Stallhaltung von Tieren entsteht eine Vielzahl von Gasen infolge von Umsetzungsprozessen der Exkremente. Eines der wichtigsten gesundheitsrelevanten Gase ist dabei Ammoniak (NH_3). Ammoniak entsteht primär durch die Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe. Der Stickstoff, der nach der Futteraufnahme nicht im Tierkörper verbleibt, wird mit dem Kot und Harn ausgeschieden. Je nach Haltungsform und Tierart werden jedoch unterschiedliche Konzentrationen nachgewiesen. Im Vergleich mit anderen Tierhaltungen, z.B. Schweine- und Rinderhaltung, ist die Ammoniakbelastung der Luft im Pferdestall relativ gering. Der Grenzwert für Ammoniakkonzentrationen im Pferdestall beträgt 10 ppm (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2009).

Beim Einatmen löst sich NH_3 in den oberen Luftwegen. Dabei kann es zu Verätzungen der Schleimhäute kommen, wodurch der Weg für Folgeinfektionen freigelegt wird. Fast alle Atemwegserkrankungen werden durch hohe Konzentrationen von Ammoniak nachteilig beeinflusst. In Verbindung mit Staub kann Ammoniak bei Konzentrationen ab 30 ppm die Reinigungsfunktion des Flimmerepithels der Atemwege beeinträchtigen, da es zu metaplastischen Veränderungen kommt (VISSIENON et al., 1999). Jungtiere sind hierbei besonders gefährdet, denn hohe Ammoniakkonzentrationen im Stall stehen in einem engen Zusammenhang mit Lungenentzündungen bei Fohlen (LAWRENCE et al., 1988).

Das Pferd besitzt von Natur aus ein sehr ausgeprägtes Thermoregulationsvermögen. Es kann auch bei wechselnden Umweltverhältnissen die Körpertemperatur konstant halten. Die Lufttemperaturen sollten daher im Stall das ganze Jahr über den Außenlufttemperaturen gemäßigt folgen, um das Thermoregulationsvermögen der Pferde zu trainieren.

Die äußeren Körperschichten des Pferdes sind so aufgebaut, dass der Körperkern thermisch gegen die Umwelt abgeschirmt wird. Haare und Haut bilden eine mehrstufige thermische Barriere. Zwischen den Haaren ist die Luftbewegung eingeschränkt, es ergibt sich ein Luftpolster. Der Aufbau des Haarkleides mit Deckhaar und Wollhaar erhöht die Windfestigkeit und schirmt das Luftpolster gegen Regen ab. Die darunterliegende Haut wird durch Talg geschmeidig und wasserabweisend gehalten. Die Haut selbst bildet mit ihrer Auflage abgestorbener Schuppen und ihrem Aufbau aus dicken Schichten kollagener Fasern eine schlecht wärmeleitende Struktur. Das Unterhautfettgewebe ist wenig durchblutet und ebenfalls schlecht wärmeleitend. Bei Trockenheit und Windstille gibt es einen Temperaturbereich (thermoneutrale Zone), in dem das Pferd keine zusätzliche Energie für die Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur benötigt. Bisher wurden keine rassebedingten Unterschiede bezüglich Thermoisolation, Thermoregulation oder thermoneutraler Zone festgestellt und alle Rassen haben in der kalten Jahreszeit gleichermaßen Bedarf an einem trockenen, windgeschützten Aufenthaltsbereich (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1999).

Die relative Luftfeuchte im Pferdestall soll zwischen 60 und 80 % liegen. Eine andauernde Feuchtigkeit von über 80 % ist zu vermeiden, sofern die Außenklimabedingungen dies zulassen, da Bakterien, Schimmelpilze und Parasiten im feuchten Milieu ideale Vermehrungsbedingungen finden. Zudem wird die Möglichkeit der Pferde, ihre Körpertemperatur durch Schwitzen zu regulieren, eingeschränkt. Um eine dauerhaft gute Luftqualität im Stall zu erhalten, ist eine konstante Luftbewegung notwendig. Dafür ist ein regelmäßiger Luftaustausch Voraussetzung. Die Luftströmung im Pferdestall sollte mindestens 0,2 m/s betragen. Bei Ställen mit offener Frontseite, Windnetzen u. ä. kann allerdings von einer ausreichenden Frischluftzufuhr ausgegangen werden. Im Aufenthaltsbereich der Pferde ist stets eine ausreichende Luftbewegung sicher zu stellen, denn nur so werden Wasserdampf, Schadgase, Staub und Keime ab- und Frischluft zugeführt. Hohe Luftströmungsgeschwindigkeiten erhöhen dabei die Wärmeabgabe der Tiere und sind bei hohen Temperaturen wünschenswert. Zugluft sollte jedoch vermieden werden. Zugluft wird dabei von Menschen oft schon als solche empfunden, obwohl sie gar nicht vorhanden ist, denn ganzflächig auf den Körper auftreffende Luftströmung ist keine Zugluft, sodass es in Außenklimaställen grundsätzlich keine Zugluft gibt (TIERÄRZTLICHE VEREINIGUNG FÜR TIERSCHUTZ, 2005).

Dieses Missverständnis führt jedoch dazu, dass die Ausgänge vor Offenställen oder Auslauf-Einzelboxen häufig mit Folienvorhängen versehen werden. Pferdehalter begründen das mit einer Verminderung der Zugluft im Stall und einer Erhöhung der Stalllufttemperatur im Winter. Pferde können jedoch ihre Fähigkeit zur Temperaturregulation nur trainieren, wenn das Stallklima den außenklimatischen Verhältnissen gemäßigt folgt, sodass sie auch mit niedrigen Temperaturen gut zurechtkommen. Haben die Pferde Rückzugsmöglichkeiten, so werden sie außerdem selbstständig einer vorhandenen Zugluft ausweichen. Eigene Untersuchungen am Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Braunschweig haben gezeigt, dass durch Entfernung der Folienvorhänge vor den Ausgängen einer Gruppen-Auslaufhaltung sämtliche Gaskonzentrationen (Ammoniak, Methan,

Kohlenstoffdioxid, Lachgas) sowie der Wasserdampf-Gehalt im Stallbereich deutlich reduziert wurden. Andererseits hat die Entfernung der Vorhänge zu einem Anstieg der Partikelkonzentration im Stallgebäude geführt. Daher ist ein sinnvoller Einsatz der Vorhänge davon abhängig, ob Pferde empfindlicher auf Staubbelastungen oder auf hohe Ammoniakkonzentrationen reagieren, was noch weiter untersucht werden müsste. Bei einer Empfehlung für oder gegen die Vorhänge sollten daher die Gegebenheiten des entsprechenden Stalles und die gesundheitliche Verfassung der Pferde Berücksichtigung finden.

8.2 Anforderungen der Menschen an Pferdehaltungssysteme

Allgemeine Anforderungen an einen Reitstall

Der Pferdehalter wünscht sich eine zweckmäßige und kostengünstige Pferdehaltung mit einfachen Arbeitsabläufen und einem möglichst geringen Gefahrenpotential für sich und die Pferde. Neben der Gesundheit werden den Pferden aber auch Ausgeglichenheit und Leistungsbereitschaft abverlangt. Je nach Intention des Pferdebesitzers sind die gestellten Anforderungen an die Pferde und ihre Unterbringung sehr unterschiedlich.

Einerseits wünscht sich der Pferdebesitzer gute Rahmenbedingungen zur Ausübung seines Hobbys und andererseits möglichst wenig zeitliche Verpflichtungen. In Pensionspferdeställen und kleinen privaten Anlagen werden die Pferde meist hobbymäßig gehalten und sollen einer angenehmen Freizeitgestaltung dienen. Die Stallarbeiten werden entweder durch die Pferdebesitzer oder durch die Mitarbeiter der Stallanlage durchgeführt.

In einer Marktanalyse (Ipsos) zum Thema Pferdesport (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, 2001) nannten jedoch viele Pferdesportler den relativ hohen Zeitaufwand beim Reiten als ein Problem und viele Pferdebesitzer äußerten hinsichtlich der Tiergerechtigkeit den Wunsch nach einem „pferdefreundlichen“ Haltungssystem für ihre Tiere. So nannten 90 % der Befragten im Rahmen dieser Marktanalyse die Art und Weise der Unterbringung ihres Pferdes als wichtigstes Kriterium bei der Beurteilung eines Stallhaltungssystems. Da nicht alle Pferdebesitzer die Möglichkeit haben, ihre Pferde bei sich zu Hause unterzubringen, konnte sich in den letzten Jahren die Form der Pensionspferdehaltung etablieren. Die Betreuung und Versorgung der Pferde wird dabei durch den Stallbetreiber oder durch Angestellte erledigt. Der Pferdebesitzer wird somit zum „Kunden“, der verschiedene Leistungen in Anspruch nehmen kann, je nachdem, was das Stallmanagement vorsieht. Zu den angebotenen Leistungen gehören in der Regel die Fütterung des Pferdes, das Ausmisten und Einstreuen der Pferdeunterkunft, Bringen des Pferdes auf den Auslauf oder die Weide, aber auch Bewegung unter dem Reiter oder in einer Führanlage bis hin zum Putzen von Pferd und Zubehör, falls der Pferdebesitzer nur noch die Zeit zum Reiten selbst aufbringen kann.

Wie zeitaufwendig die täglichen Arbeiten in der Pensionspferdehaltung sind, ist durch bisherige Untersuchungen über den Arbeitszeitbedarf in landwirtschaftlichen Betrieben bekannt, in denen zwischen Einzel- und Gruppenhaltung unterschieden wurde (HAIDN und BERGER, 2003). Der Gesamtarbeitszeitbedarf in einer Einzelboxenhaltung beträgt bis zu 145 Arbeitskraft-Stunden (AKh) pro Pferd und Jahr. Einstreuen und Ausmisten beanspruchen dabei etwa zwei Drittel des Gesamtarbeitszeitbedarfs in der Boxenhaltung und etwa ein Drittel bis die Hälfte der Zeit in der Gruppenhaltung (Abb. 8.2.1). Einen weiteren großen Anteil (ca. 14 bis 23 Prozent) der Routinearbeiten macht die Bereitstellung und Fütterung von Grund- und Kraftfutter aus, gefolgt von der Zeit, die benötigt wird, um die Pferde zur Weide bzw. zurück zum Stall zu bringen (13 bis 16 Prozent der Zeit für Routinearbeiten). Ergebnis dieser Untersuchung war unter anderem, dass sich die verschiedenen Arbeitsgänge bei einer Gruppenhaltung besser mechanisieren lassen, sodass dadurch der Zeitbedarf unabhängig von der Bestandsgröße auf etwa ein Drittel sinkt. Großgruppenhaltung ermöglicht nochmals eine Reduzierung um etwa 5 AKh/Pferd und Jahr.

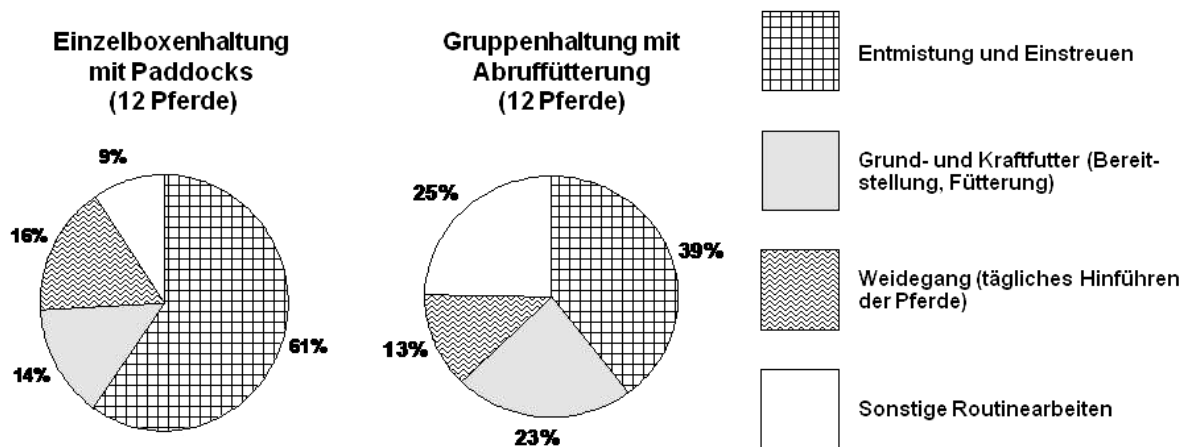


Abb. 8.2.1: Arbeitszeitbedarf für Routinearbeiten (nach HAIDN und BERGER, 2003)

Die Zufriedenheit der Pferdebesitzer wird jedoch neben dem Stallmanagement vor allem durch eine artgerechte Unterbringung der Pferde beeinflusst. Für eine tiergerechte Pferdehaltung ist es von besonderer Bedeutung, die abstammungsbedingten Grundbedürfnisse nach Bewegung, frischer Luft, Licht und Sozialkontakt mit den unvermeidbaren haltungsbedingten Restriktionen in Einklang zu bringen. Dabei stellen Haltungssysteme einen komplexen Bereich dar, auf den das Stallkonzept und die baulich-technischen Einrichtungen, aber insbesondere auch deren Handhabung durch den Betreiber einwirken. Diese Faktoren stehen in enger Wechselwirkung, sodass nur eine gesamte Betrachtung aller Einflussgrößen zu einer aussagefähigen Bewertung eines Haltungssystems führen kann. Die auf die Tiere bezogenen Aspekte gewinnen dabei zunehmende Beachtung, da bei der häufig unregelmäßigen Nutzung der heute vorwiegend gehaltenen Sport- und Freizeitpferde in vielen Fällen unvermeidbar lange Standzeiten in den Ställen entstehen (PIRKELMANN, 1993).

Auf dieser Grundlage hat PIRKELMANN (2002b) ein Konzept zur Betrachtung tiergerechter Haltungsverfahren als Gesamtheit entwickelt, das die Kriterien für tiergerechte und rationelle Verfahren der Pferdehaltung enthält (Abb. 8.2.2).

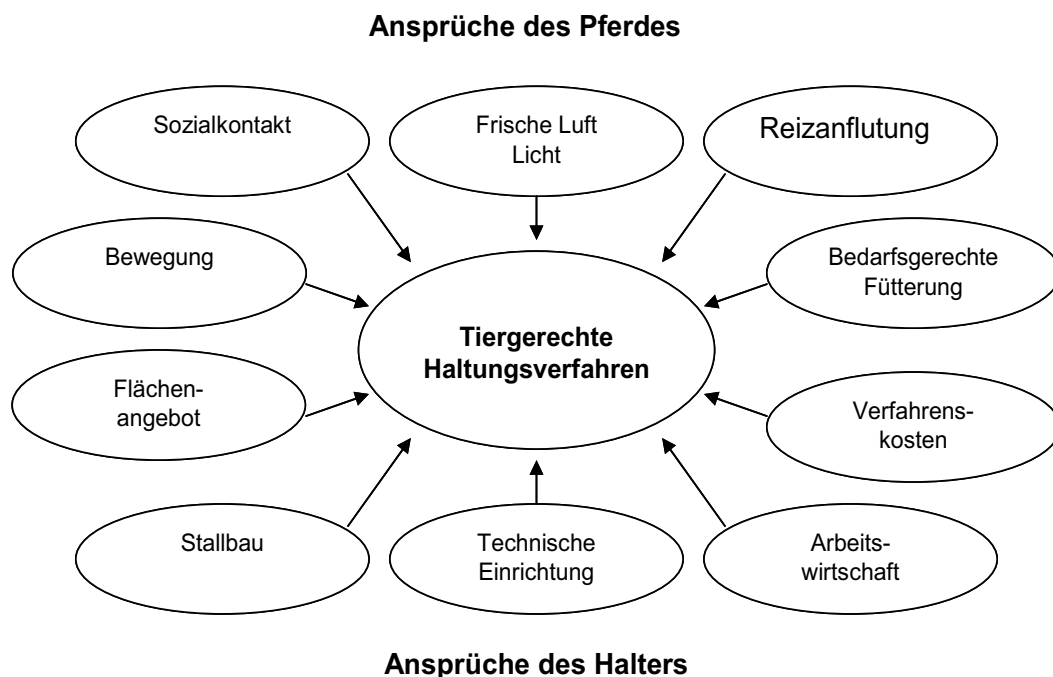


Abb. 8.2.2: Kriterien für tiergerechte Verfahren der Pferdehaltung (PIRKELMANN, 2002b)

Aus diesem Konzept wird ersichtlich, dass ein Haltungssystem ein ausgewogenes Gesamtsystem darstellt, in dem neben den natürlichen Ansprüchen des Pferdes, die ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Forderungen des Halters berücksichtigt werden müssen.

Anforderungen der Hobby-Pferdehalter

Aus Untersuchungsergebnissen von REICHERT (1990) geht hervor, dass das Interesse am Pferd außerordentlich groß ist, dass aber für viele potentielle Pferdekäufer der Zwang, eine regelmäßige Bewegung des Pferdes sicherzustellen, ein wesentliches Kaufhemmnis darstellt.

Um einem Pferd eine artgerechte Haltung zu ermöglichen, ist neben der materiellen Grundlage auch der zeitliche Aufwand zu berücksichtigen.

Reitschulen können daher eine Alternative bieten, da sich der Reiter die Zeit, die er mit dem Pferd verbringt, besser einteilen kann und der finanzielle Aufwand überschaubar bleibt. Viele Pferdebesitzer bieten aber auch eine Reitbeteiligung (meist für einen bestimmten monatlichen Geldbetrag) auf ihrem Pferd an. Zum einen ermöglichen sie sich selber eine gewisse Zeitersparnis und zum anderen bekommt jemand die Gelegenheit, sich um ein Pferd zu kümmern und es zu reiten, ohne sich ein eigenes Pferd anschaffen zu müssen. Für den Pferdebesitzer ist es dabei wichtig, dass er sich auf seine Reitbeteiligung verlassen kann und diese das Pferd mit dem nötigen Pferdeverständnis behandelt. Der Pferdebesitzer kann sich dann auch im Urlaub darauf verlassen, dass sich jemand um sein Pferd kümmert.

Je nach Nutzung der Pferde sind die Anforderungen der Menschen an den Stall und die Umgebung jedoch sehr unterschiedlich. Ein Freizeitreiter legt beispielsweise großen Wert auf ein abwechslungsreiches Ausreitgelände. Kommt er jedoch erst abends zum Reiten, so wünscht er sich im Herbst und Winter einen beleuchteten Reitplatz bzw. eine Reithalle, um sein Pferd auch nach der Arbeit noch reiten zu können. Unabhängig vom Entwicklungsstand der Reiter und Pferde wünschen sich viele einen Reitlehrer vor Ort, um sich reiterlich zu verbessern oder unter fachlicher Anleitung auf Turniere vorzubereiten. Zum Teil wünschen sich die Pferdebesitzer auch den Beritt und die Ausbildung ihrer Pferde durch einen Bereiter. Geschultes Personal kann aber auch die tägliche Bewegung der Pferde an der Longe, auf dem Laufband oder in einer Führanlage übernehmen, um den Besitzer des Tieres zeitlich zu entlasten. Für den täglichen Auslauf müssen außerdem entsprechende Weideflächen oder Paddocks in unmittelbarer Nähe zum Stall vorhanden sein. Die Pferde können auch hier vom Stallpersonal auf die Flächen gebracht werden oder die Pferdebesitzer erledigen dies nach Absprache selbstständig. Vom Stallpersonal wird erwartet, dass sie neben der Pflege der Pferdeunterkunft und Reitanlage auch ein wachsames Auge auf mögliche Erkrankungen und Verletzungen der Pferde haben.

Andererseits spielt bei den Nutzern einer Reitanlage auch die gesellschaftliche Komponente eine Rolle. Daher bieten viele Reitställe einen Aufenthaltsraum, ein Café oder ein Restaurant als „Reiterstübchen“ an, in dem die Reiter nach der Beschäftigung mit dem Pferd noch beisammensitzen können. Gemeinsame Unternehmungen stärken ebenfalls die Stallgemeinschaft.

Besitzern von Turnierpferden ist es wichtig, dass der Stall den hohen Leistungsanforderungen ihrer Pferde gerecht wird, und dass entsprechende Trainingsmöglichkeiten (großes Dressurviereck, gut ausgestatteter Springplatz bzw. Geländesprünge für die Vielseitigkeitsreiterei etc.) vorhanden und nutzbar sind. In großen Anlagen findet man bereits mehr als eine Reithalle bzw. mehrere Reitplätze, um den Reitern entsprechende Ausweichmöglichkeiten zu bieten, wenn mehrere Pferde zur gleichen Zeit bewegt werden. Zusätzliche Einrichtungen, die den Reitern und Pferden einen gewissen Komfort bieten, sind ein Waschplatz (Abb. 8.2.3), ein Pferdesolarium (Abb. 8.2.4) und eine beheizbare Sattelkammer. Ein Solarium für Pferde nutzt die positiven Eigenschaften von Infrarot-Licht und wird zur Erwärmung und Trocknung von Pferden eingesetzt. Zugleich hat es einen stärkenden Effekt auf das Immunsystem und fördert eine Entspannung der Muskulatur.

Bei einigen Pferdebesitzern wirkt es sich außerdem positiv auf die Kundenzufriedenheit aus, wenn ausreichend viele Parkplätze für PKWs und Anhänger sowie gepflegte sanitäre Anlagen (mit Duschen und Umkleieräumen) vorhanden sind, anderen ist hingegen eine gute Verkehrsanbindung (auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln) wichtig.

Eine gründliche Planung beim Bau einer Reitanlage ist dabei ebenso wichtig, wie die regelmäßige Pflege und Wartung der gesamten Anlage.

Anforderungen an Reithallen und -plätze

Für ein unbeschwertes Reitvergnügen spielen auch das Material und die Beschaffenheit der Bodenbeläge eine große Rolle. Die Anbieter von Reitplatzböden sind dabei allerdings ebenso zahlreich wie die Möglichkeiten der Bewässerungstechnik. Ein Reitboden muss den Pferden Halt geben (Trittfestigkeit), aber zugleich elastisch-federnd und stoßdämpfend sein.

Zudem muss er möglichst staubarm sein und ein entsprechendes Wasseraufnahmevermögen besitzen. Der Aufbau eines Reitbodens besteht in der Regel aus drei Schichten: der untersten Tragschicht (evtl. mit einer darunterliegenden Drainage), einer darüberliegenden wasserdurchlässigen Trennschicht (verhindert ein Vermischen von Trag- und Trettschicht) und der obersten Trettschicht.

Am häufigsten wird als Trettschicht für die Reitflächen ein spezieller Sand verwendet, aber auch synthetisches Teppichmaterial findet in der Praxis Verwendung sowie sehr verschiedene Mischungen aus Sand und Holzprodukten (Holzhackschnitzel, Sägespäne) bzw. aus Sand und synthetischen Reitplatzhäckseln (Vlies-, Polyurethan-Häcksel, Mikrofasern etc.). Die Zusammensetzung richtet sich dabei nach der Verwendung (Reithalle, Longierzirkel, Führanlage oder Außenplatz) und der Nutzungsform (Dressur, Springen, Westernreiten, Fahren).

Um die Beschaffenheit des Bodens und somit die Gesundheit der Pferde zu erhalten, ist ein regelmäßiges Glätten des Bodens, ein Entfernen der Pferdeexkremente und eine ausreichende Bewässerung sehr zu empfehlen.

Ist die Trettschicht der Reitböden zu trocken, so verschlechtert sich die Elastizität und Trittsicherheit des Bodens und es kommt zur Staubentwicklung. Beides wirkt sich negativ auf die Pferdegesundheit aus und ist belastend für Reiter und Pferd. Daher ist besonders in den Sommermonaten der Reitbelag täglich zu befeuchten. Der Wasserbedarf ist dabei sehr stark abhängig von dem Material und der Beschaffenheit der Trettschicht, der Jahreszeit, den klimatischen Bedingungen, der Beregnungstechnik und der Größe der Reitfläche. Zu hohe Wassermengen sind jedoch bei der Beregnung zu vermeiden, da es sonst zu Pfützenbildung und einer Abnahme der Trittsicherheit kommen kann. Je nach verwendetem Bewässerungssystem werden pro Beregnung einer 800 m² großen Reitfläche (20 m x 40 m) zwischen 600 und 5.000 Liter Wasser benötigt (HOFFMANN et al., 2009).

Für die Beregnung von Reitflächen werden unterschiedliche Systeme eingesetzt: In Reithallen findet man am häufigsten unter der Decke montierte Beregnungsanlagen. Dabei werden mehrere längsverlaufende Hart-PVC-Rohre unter dem Hallendach montiert und mit Flachstrahl- oder Nebeldüsen versehen (sogenannte Strangberegnungsanlagen oder Düsenrohrberegnung) oder es wird eine Profilschiene unter dem Hallendach befestigt, die in der Hallenmitte von Giebel zu Giebel verläuft (Pendelsystem). Auf dieser Schiene läuft ein Träger mit Sprühkreuz, an dem Nebeldüsen befestigt sind. Ebenso wichtig ist jedoch die Beregnung von Longierzirkeln, Außenplätzen und Führanlagen, da auch hier eine Staubentwicklung und Qualitätsminderung der Trettschicht vermieden werden soll. Hier findet man häufig Halbkreisregner, die an der Randbefestigung montiert werden und deren Anzahl sich nach der Größe des Reitplatzes und dem vorhandenen Wasserdruck richtet. Eine weitere Möglichkeit zur Befeuchtung der Reitböden ist das „Ebbe-Flut-System“, bei dem sich ein Wasserbecken unterhalb der Trettschicht befindet und eine vollautomatische Regulierung der Bodenfeuchtigkeit stattfindet. Bei diesem System variiert der Wasserverbrauch je nach Jahreszeit und klimatischen Bedingungen sehr, wobei die Sonneneinstrahlung in den Reithallen und im Freien eine große Rolle spielt.

Anforderungen bestimmter Nutzungsrichtungen

Besondere Kriterien müssen Ställe mit wechselndem Pferdebestand erfüllen wie z. B. Auktions-, Turnier-, Klinikställe und Ferienunterkünfte. Die Ställe sollten einfach zu reinigen und zu desinfizieren sein, um Krankheitsübertragungen zu vermeiden. Zudem erlauben Quarantäneboxen eine Beobachtung von Neuankömmlingen, bevor sie mit den anderen Pferden in Kontakt kommen.

Einige Ställe bieten auch separate Stallbereiche für Allergiker und hustende Pferde an. Die Einstreu erfolgt dabei strohlos (Späne, Pellets, Torf oder anderes staubarmes Einstreumaterial) und das Heu wird vor der Fütterung gewässert, um die Staubbelastung zu reduzieren. Einige Stallbetreiber bieten den Pensionspferdehaltern zudem den Erwerb zusätzlicher Futtermittel (Müsli, Pellets, Mohrrüben etc.) an, um den Besitzern eine Ergänzung der Futterration zu ermöglichen.

Bei Rennpferdeställen muss eine entsprechende Galopp- oder Trabrennstrecke vorhanden sein und auch für Islandpferde sollte auf den entsprechenden Höfen eine Töltbahn (Ovalbahn) vorhanden sein.

Bei Zuchtpferden sind Fruchtbarkeit und Vererbung positiver Eigenschaften (Interieur und Exterieur) von besonderer Bedeutung. Züchter benötigen zudem für ihre Fohlen ideale Aufwuchsbedingungen (viel Bewegung an frischer Luft), da schon in jungen Jahren die Körperkondition beeinflusst wird. Zum Abfohlen sind in der Regel große Boxen vorhanden und einige Techniken sollen bereits die Geburtsüberwachung der Stuten erleichtern, wie z. B. Kameras zur Boxenüberwachung und Warnsysteme, die der Stute angelegt werden und ein Signal aussenden sollen, wenn die Stute kurz vor der Geburt steht.

8.3 Gegenwärtige Situation in der Pferdehaltung

Wirtschaftliche Bedeutung

Vor dem Hintergrund noch immer steigender Pferdezahlen und sich gleichzeitig ändernder Nutzungsansprüche gewinnt die Auseinandersetzung mit tiergerechten Haltungsverfahren für Pferde an aktueller Bedeutung. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Pferde und Ponys stieg in den letzten 40 Jahren auf mehr als eine Million Tiere an (Abb. 8.3.1), womit sich die Anzahl in dieser Zeit etwa vervierfacht hat (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, 2009).

Dabei stellen Pferdehaltungen auch einen nicht zu unterschätzenden Markt für die Landwirtschaft dar, denn gemäß einer Studie verbrauchen die Pferde und Ponys in Deutschland 1,6 Millionen Tonnen Futtergetreide und jeweils 1,8 Millionen Tonnen Heu und Stroh im Jahr. Außerdem entfällt auf drei bis vier Pferde ein Arbeitsplatz und rund 2,6 Milliarden Euro geben Reiter, Fahrer, Voltigierer und Züchter jährlich für laufende Kosten in Pferdesport und -haltung aus und der Gesamtumsatz liegt - vorsichtig geschätzt - weit über 5 Milliarden Euro (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG, 2009).

Pferdebestand

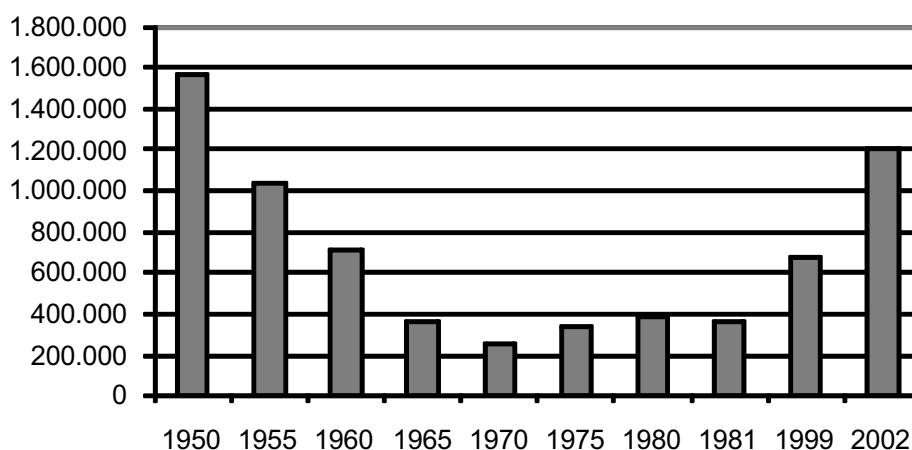


Abb. 8.3.1: Entwicklung der Pferdepopulation in Deutschland

Aber gerade im Pferdesport können mit Pferden auch große Einnahmen erzielt werden und für die Anschaffung eines ausgebildeten Sportpferdes werden nicht selten Preise in fünf- bis sechstelliger Höhe bezahlt. So wurde beispielsweise bei Verdens 120. Elite-Auktion des Hannoveraner Verbandes am 17. / 18. April 2009 bei den Reitpferden ein Spitzenpreis von 160.000 Euro und bei den Fohlen von 58.000 Euro erzielt. Der Durchschnittspreis für ein Pferd lag bei 24.034 Euro und die Fohlen haben durchschnittlich 7.455 Euro gekostet (VERBAND HANNOVERSCHER WARMBLUTZÜCHTER, 2009).

Der Zeit, in der ein Pferd seinem Besitzer als Einnahmequelle dienen kann, geht allerdings zunächst eine lange und kostenintensive Phase der Aufzucht und Ausbildung voraus. Dieser Phase und dem hohen Wert des Fohlens muss aus ökonomischen Gründen eine lange Nutzungsdauer gegenüberstehen. Voraussetzung dafür ist die Erhaltung der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit des Pferdes. Gerade der artgerechten Haltung der Pferde kommt daher eine besondere Bedeutung zu, um einer Gefährdung des wirtschaftlichen Erfolges vorzubeugen. Denn Haltungsmängel, insbesondere in den frühen Lebensjahren eines Pferdes, können zu schwerwiegenden Erkrankungen führen und erhebliche Folgekosten verursachen. Finanzielle Einbußen entstehen zum einen durch Tierarzt- und Medikamentenkosten und zum anderen, da die Pferde nicht effektiv genug trainiert werden können für anstehende Zucht- und Turnierveranstaltungen.

Einige landwirtschaftliche Betriebe sehen allerdings in der Pensionspferdehaltung eine interessante Alternative und in vielen Regionen Deutschlands findet man Pferdebetriebe verschiedener Größen und Haltungsangebote, die aus Betriebsumstellungen (meist durch die Reduzierung oder die Aufgabe der Rinderhaltung) hervorgegangen sind.

Nutzung der Pferde

Die Haltung von Pferden als Freizeitpartner des Menschen erfreut sich großer Beliebtheit. Seit den 70er Jahren kam es zu einem Anstieg der Freizeitreiterei, der sich in einem Anstieg der Pferdezahlen widerspiegelt (Abb. 8.3.1).

Das Interesse am Pferd und der Pferdehaltung ist u. a. mit dem Wunsch nach sinnvoller und naturnaher Freizeitgestaltung zu erklären und immer häufiger dient die Arbeit mit dem Pferd dem geistigen und körperlichen Ausgleich zum Berufsalltag. Die Pferdehalter und Reiter stammen dabei aus ganz unterschiedlichen Bevölkerungsschichten und aus allen Altersklassen. Das Reiten, Fahren und Voltigieren sowie die sonstige Beschäftigung mit dem Pferd wird vor allem als ein sportliches Hobby betrieben.

Gemeinhin wird als Bezeichnung für die entsprechende Pferdekategorie der Begriff „Freizeitpferde“ gebraucht. Der Begriff ist allerdings nicht ganz präzise, denn auch der Pferdeleistungssportler betreibt seinen Sport normalerweise in der Freizeit. Berufsmäßige Sportler finden sich heute dagegen hauptsächlich im Turnier-Spitzensport und im Renn-Spitzensport. In diesen Bereichen steht das Pferd überwiegend als profitabler Wirtschaftsfaktor im Vordergrund und nicht als vierbeiniger Freizeitpartner (Bender, 1999).

Die DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2001) hat unter Mithilfe des Meinungsforschungsinstituts Ipsos ein umfassendes Profil des Pferdesports und der ihn ausübenden Menschen erarbeitet. In dieser Studie bezeichneten sich 32 Prozent der Vereinsmitglieder (entspricht rund 250.000) als turniersportlich orientiert und der Großteil der Vereinsreiter war mit 68 Prozent eher freizeitsportlich orientiert. Das Freizeit- und Ausreiten steht dabei für 45 Prozent der Mitglieder und 59 Prozent der Nicht-Vereinsmitglieder an erster Stelle.

Hinsichtlich der Nutzungsdauer von Pferden ergaben Untersuchungen an Schlachtpferden (Butler und Armbruster, 1984), dass Pferde durchschnittlich 5,5 Jahre genutzt werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass Pferde ab einem Alter von drei Jahren nutzbar sind und das Durchschnittsalter der Schlachtpferde betrug 8,5 Jahre. Dies ähnelt dem erreichten Alter der von REICHERT (1990) und ZEEB (1990) untersuchten Pferdepopulationen. Das Durchschnittsalter dieser Tiere lag bei ca. acht Jahren und nur 34 Prozent dieser Pferde sind älter als zehn Jahre geworden. Hingegen war die Lebenserwartung von Reitpferden in Deutschland nach dem zweiten Weltkrieg doppelt so hoch.

8.4 Haltungsbedingte Krankheiten bei Pferden

Erkrankungen bei Pferden gehen häufig mit Leistungseinbußen und hohen Kosten einher. Einmal etablierte Verhaltensstörungen, die auf Haltungs- und Umgangsfehler zurückzuführen sind, sind nur schwer zu therapieren. Daher kommt der Prophylaxe eine besondere Bedeutung zu und in der Praxis muss darauf geachtet werden, dass die Pferde ihre artspezifischen Bedürfnisse decken können. Dazu zählen zum einen der verhaltensgerechte Umgang mit den Pferden unter Vermeidung von physischen und psychischen Überforderungen, zum anderen muss die Haltung den pferdespezifischen Ansprüchen besser angepasst werden. Erkrankungen des Bewegungs-, Atmungs- und Verdauungsapparates sind anscheinend ebenso wie Verhaltensstörungen mit den entsprechenden Haltungs- und Nutzungsbedingungen korreliert, wobei die Hauptursache in einer mangelnden Bewegung und einer fehlenden Beschäftigung zu suchen ist.

Die Häufigkeit der Abgangsursachen wurde bereits in wissenschaftlichen Untersuchungen analysiert. Die Daten basierten dabei unter anderem auf der Grundlage von Versicherungsstatistiken und Schlachthoferfassungen. Erkrankungen des Bewegungsapparates machen dabei den größten Anteil der Nutzungsausfälle aus, gefolgt von Erkrankungen des Atmungs- und Verdauungsapparates. Die Ergebnisse dieser Erhebungen sind der Tabelle 8.4.1 zu entnehmen.

Bei der Datenerhebung von SOMMER et al. (1988) standen die Schäden an den Gliedmaßen mit 32 % an erster Stelle, gefolgt von Atemwegserkrankungen (26 %), Hauterkrankungen (25 %) und Koliken

(18 % der erfassten Pferde). Das bestätigt die statistischen Auswertungen über die Abgangsursachen bei Schlachtpferden von BUTLER und ARMBRUSTER (1984). Auch bei ihren Untersuchungen machten die Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Warmblütern mit 31,9 % den größten Anteil aus und die Atemwegserkrankungen mit 25 % den zweitgrößten Bereich, gefolgt von Koliken mit 2,4 %. RODEWALD (1989) konnte bei seinen Untersuchungen einen hohen Anteil haltungsbedingter Erkrankungen feststellen, wobei fünf Prozent der Pferde Verhaltensstörungen zeigten. Bemerkenswert war bei dieser Erhebung, dass die Erkrankungen durch die Haltung und Nutzung der Pferde verursacht oder verschlimmert wurden. Es fällt außerdem auf, dass in einem Betrieb, in dem die Pferde in Einzel- und Gruppen-Auslaufhaltung gehalten wurden keine Lahmheiten auftraten.

Bei den Abgangsursachen entschädigter Pferde einer Tierversicherung sind die Erkrankungen der Bewegungsorgane mit 45,26 % ebenfalls die vorherrschende Ursache der Abgangsursachen (SEIDENSTICKER, 1999). Die Vergleichbarkeit eines solchen Datenmaterials mit anderen Untersuchungen wird jedoch als kritisch bewertet, da die Grundstruktur des jeweiligen Versicherungsgesamtbestandes erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Um Erkrankungen des Bewegungsapparates vorzubeugen, ist eine sinnvolle Bewegung dringend notwendig. Die stoßdämpfende Funktion des Gelenkknorpels ist nur dann gegeben, wenn ihm durch mäßige Be- und Entlastung Gelegenheit zur Adaptation gegeben wird. Bewegt sich das Pferd, so findet bei jedem Schritt durch wechselnde Be- bzw. Entlastung der Gliedmaßen eine Kompression und Entlastung des Knorpels statt. Die Gelenkknorpelflächen werden dadurch mit einem Flüssigkeitsfilm überzogen, der als Gleitfilm dient. Daher kann es durch Immobilisation zu einer Fehlernährung des Knorpels kommen (MCLWRAITH, 1989; SCHULZ und DÄMMRICH, 1991).

Tab. 8.4.1: Häufigkeit der Erkrankungen und Abgangsursachen bei Pferden

Datengrundlage (Anzahl der Pferde)	Unter- suchungs- zeitraum	Erkrankte Organsysteme bzw. Ursachen für den Verlust der Pferde (in %)				Quelle
		Bewegungs- apparat	Atmungs- apparat	Verdau- ungstrakt	sonstige Erkrankungen	
Nachkommen von 32 Hengsten, dt. Warmblutzucht (558)	Pferde der Geburts- jahrgänge 1973/74	32	26	18	25	SOMMER, 1988
Schlachtung von Warmblutpferden am Schlachthof München (2532)	1974 -1982	31,9	25,3	2,4	40,4 *	BUTLER und ARMBRUSTER, 1984
Erhebung in 6 Reitställen, lebende Pferde (172)	1986 -1988	48	21	14	17	RODEWALD, 1989
Entschädigte Pferde einer Tier- versicherung (2594)	1990 -1995	45,3	8,7	9,5	36,5	SEIDENSTICKER, 1999

* 23,5 % der Pferde wurden ohne Vorliegen einer Erkrankung geschlachtet (hauptsächlich Tiere in einem Alter unter drei Jahren)

Erkrankungen des Atmungsapparates stellen bei Pferden die zweithäufigsten Abgangsursachen bzw. zu behandelnde Krankheiten dar. Dabei spielen neben den Infektionskrankheiten (Pferdegrippe, ansteckender Husten) allergische Reaktionen auf Luftverunreinigungen eine große Rolle. Als schnelles Fluchttier ist das Pferd mit einem sehr leistungsfähigen Atmungssystem ausgerüstet, das jedoch andererseits besonders empfindlich gegenüber schlechten Luftverhältnissen reagiert.

Untersuchungen (RAPP, 1991) haben gezeigt, dass durch mangelnde Luftqualität eine erhöhte Keimbelastung des Stallstaubs zu einer Schädigung der Lunge führen kann. Durch schlechte Lüftungsverhältnisse wird außerdem der hohe Frischluftbedarf der Pferde nicht gedeckt. Ab einer bestimmten Belastung ist der Selbstreinigungsmechanismus des Atmungsapparates infolge funktioneller und anatomischer Veränderungen in seiner Effektivität so sehr eingeschränkt, dass es nicht mehr gelingt, die schädlichen Partikel, die aus der Atemluft auf die Bronchialschleimhaut gelangen, zu entfernen. Ein Zusammenhang zwischen der Haltungsform und dem Auftreten von Atemwegserkrankungen beim Pferd konnte mittlerweile nachgewiesen werden, da chronische

Lungenerkrankungen weitaus häufiger bei aufgestallten Pferden vorkommen als bei Tieren, die im Freien gehalten werden.

Der Erhebung von BUTLER und ARMBRUSTER (1984) ist zu entnehmen, dass 2,4 % der Warmblutpferde wegen „Kolik“ zur Schlachtung kamen.

Kolik ist eine zusammenfassende Bezeichnung für schmerzhafte Zustände verschiedener internistischer Ursachen. Bei Pferden handelt es sich meistens um Erkrankungen des Verdauungskanal, welche sie durch auffälliges Verhalten, Schmerzen und Unbehagen zum Ausdruck bringen. Neben Magen-Darm-Erkrankungen können aber unter anderem auch Erkrankungen von Leber, Gallengang, Harn- und Geschlechtsorganen sowie Infektionskrankheiten, Erkrankungen des Bewegungsapparates und Wasser- und Futtermangel zur Äußerung einer Kolik führen (HUSKAMP et al., 1999; WIESNER und RIBBECK, 2000). Eine Überfütterung kann ebenfalls zu Gesundheitsschäden führen, da das Pferd nur einen relativ kleinen Magen hat (10 – 15 l) und auf eine mehrmalige tägliche Futterzufuhr angewiesen ist.

Eine häufige Erkrankung bei Pferden sind außerdem Magengeschwüre, deren Ausbildung unter anderem durch Stressfaktoren, wie z. B. unzureichende Haltungsbedingungen begünstigt wird. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Trabrennpferden 60 - 80 % und bei den Vollblütern sogar bis zu 90 % der sich im Training befindenden Pferde unter Magengeschwüren leiden. Aber selbst bei Freizeitpferden in leichter Arbeit konnten bei bis zu 30 % der Pferde Magengeschwüre gefunden werden und nur bei ausschließlich auf der Weide gehaltenen Pferden lag das Vorkommen bei unter zehn Prozent (VOSS, 2006).

Das Haltungssystem der Pferde sollte eine artgerechte Unterbringung, Ernährung und Pflege der Tiere gewährleisten. Gelingt das nicht, treten neben physischen Erkrankungen auch psychische Schäden und Verhaltensstörungen auf, für die GRAUVOGL (1993) und PIRKELMANN (2002b) die hauptsächlichen Ursachen in mangelnder Bewegung und fehlender Beschäftigung sehen. Pferde sind auf die reichhaltige Reizanflutung programmiert, Reizverarmung (Langeweile) und Reizschwellensenkungen (starke Verhaltensreaktionen) erzeugen daher Verhaltensmuster, die als Verhaltensabweichungen angesehen werden.

Verhaltensstörungen sind bei Pferden nicht selten. Untersuchungen, die in den vergangenen Jahren in verschiedenen Ländern durchgeführt wurden, zeigen, dass bis zu 15 Prozent aller Pferde eine Stereotypie aufweisen. Von einer Stereotypie ist die Rede, wenn Verhaltensstörungen über einen längeren Zeitraum gleichförmig ablaufen, das heißt, das gezeigte Verhaltensmuster wiederholt sich über einen längeren Zeitraum nahezu identisch (ZEITLER-FEICHT, 2001).

Die Folgen einer Einzelhaltung von Pferden wurden durch Untersuchungen von GERKEN et al. (1997) deutlich. Sie beobachteten bei zwölf Pferden, die aus einer Gruppenhaltung in eine Einzelhaltung umgestellt wurden, die Entwicklung von offenbar haltungsspezifischen Verhaltensabweichungen wie Belecken oder Bebeißen der Stalleinrichtungen, Boxenschlagen, Weben und Polydipsie (krankhaft gesteigerter Durst). Auch (GRAUVOGL, 1993) bemerkt, dass beim Pferd die soziale Isolierung für sein genetisches Verhaltensprogramm ein nahezu unlösbares Problem ist. Unter Verhaltensstörungen versteht er Verhaltensabweichungen, welche an dem Tier selbst oder an seinen Kumpanen Schmerzen oder Beschädigungen hervorrufen. Ansonsten sind Verhaltensabweichungen als neue Strategien der Tiere zur Bewältigung von misslichen Umweltbedingungen zu sehen. Das Pferd versucht durch lustbetonte, allerdings zum Suchtgeschehen neigende Handlungen, die Situation unter Kontrolle zu bekommen. Nicht nur Laufstereotypen und Weben neigen zur Süchtigkeit, sondern auch zahlreiche Maultätigkeiten, wie das Mähnefressen, Holznagen, Barrenwetzen und das häufig auftretende Koppen.

Eine weitere Ursache für Verhaltensstörungen kann in den eingeschränkten Fütterungsfrequenzen (i. d. R. 3 x / Tag) liegen, da die eigentliche Hauptbeschäftigung der Pferde stark eingeschränkt wird. Eine Futtersuche und das Aufsuchen einer Tränkestelle sind nicht mehr notwendig, da dem Pferd diese Arbeit durch den Menschen abgenommen wird. Die Fresszeit wird dadurch stark verkürzt, was zu einer Nichtbefriedigung des Fress-, Kau- und Beschäftigungsbedürfnisses führt.

8.5 Übersicht der verschiedenen Haltungssysteme

Definition der verwendeten Begriffe

Viele Begriffe aus dem Bereich der Pferdehaltung werden teilweise für unterschiedliche Sachverhalte verwendet, wobei nicht immer ganz eindeutig ist, wie diese definiert sind.

Daher sollen an dieser Stelle zunächst einige Grundbegriffe definiert werden, die im Folgenden verwendet werden zur Beschreibung der verschiedenen Haltungssysteme und zusätzlicher Bewegungsangebote. Diese orientieren sich zum Teil an den Begriffsdefinitionen des „Positionspapiers zu den Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (TIERÄRZTLICHE VEREINIGUNG FÜR TIERSCHUTZ, 2005).

Haltungsformen: Einzelhaltung, Gruppenhaltung.

Haltungssysteme: Innenbox, Außenbox (mit oder ohne Auslauf), Laufstall (mit oder ohne Auslauf), Mehrraum-Auslaufhaltung.

Innenbox: Einzelbox in einem Stallgebäude ohne für das Pferd möglichen Sichtkontakt zur Außenwelt.

Außenbox: Einzelbox an den Außenwänden eines Stallgebäudes mit Fenster oder Halbtür, durch die das Pferd Kopf und Hals möglichst nach außen richten kann.

Box mit Auslauf (Einzel-Auslaufhaltung): Außenbox in einem Stallgebäude mit direkt angrenzendem (Klein-) Auslauf.

Auslaufformen:

- **Kleinauslauf, (Steh-) Paddock:** Vegetationsloser eingezäunter Bereich, der an eine Außenbox angeschlossen ist und dem Pferd den Aufenthalt im Freien gestattet, wobei eine gerichtete Vorwärtsbewegung nicht möglich ist. Die Größe entspricht etwa der einfachen Boxengrundfläche, der Untergrund ist meist aus Sand oder gepflastert.
- **Auslauf:** Vegetationsloser umzäunter Bereich, der an eine Box bzw. den Ruhebereich einer Gruppenhaltung angeschlossen ist und eine gerichtete Vorwärtsbewegung des Pferdes ermöglicht.

Einraum-Laufstall: Ungliederter Gruppenbereich in einem Stallgebäude, aber ohne permanenten Zugang zu einem Auslauf.

Einraum-Laufstall mit Auslauf: Ungliederter Gruppenbereich in einem Stallgebäude mit einem permanenten Zugang zu einem Auslauf.

Mehrraum-Laufstall: Mehrflächensystem in einem Stallgebäude ohne permanenten Zugang zu einem Auslauf (ist in der Regel wenigstens untergliedert in einen Liege- und Fressbereich).

Mehrraum- oder Gruppen-Auslaufhaltung (mit verschiedenen Funktionsbereichen): Gemeinsame Haltung von Pferden, wobei das Haltungssystem in verschiedene Funktionsbereiche (Ruhen, Bewegen, Futter-, Wasseraufnahme) unterteilt ist und den permanenten Zugang zu einem Auslauf ermöglicht.

Koppel: Überbegriff für umzäunte Laufflächen unter freiem Himmel, die nicht (permanent) mit dem Stallgebäude verbunden sind.

- **Weide:** Grasbewachsene Koppel ohne Zugang zum Stallgebäude.
- **Unbegrünte Koppel:** Vegetationsloser, eingezäunter Bereich ohne Zugang zum Stallgebäude.

Einteilung der Haltungssysteme

In der Pferdehaltung wird grundsätzlich unterschieden zwischen der Einzel- und Gruppenhaltung von Pferden. Die Pferde können in geschlossenen Stallgebäuden untergebracht sein oder in offenen Bauten, wobei die Haltungsformen mit angrenzenden Ausläufen ausgestattet sein können. Je nach Gliederung des Stalles wird zwischen Einraum- und Mehrraum-Haltungssystemen unterschieden. Eine Übersicht über die Einteilung der Stallsysteme für Pferde ist in Abbildung 8.5.1 dargestellt.

Im Rahmen einer Untersuchung niedersächsischer Pferdebetriebe konnte KORRIES (2003) ermitteln, dass von 2.147 Pferden 94 % in Einzelboxen gehalten wurden. Der Anteil an Innenboxen ohne Kontakt zur Außenwelt machte dabei mit 63 % die häufigste Haltungsform aus. Nur 31 % der Pferde hatten durch Außenklappen oder Ähnliches in Form einer Außenbox Sicht-, Hör- und Geruchskontakt zu Bereichen außerhalb der Stallgasse. Direkt angeschlossene Ausläufe oder Laufställe fanden sich in weniger als 6 % der untersuchten Stalltypen: 3 % der Pferde waren in Außenboxen mit direkt angerschlossenem Auslauf, 2 % im Laufstall und 1 % in Laufboxen mit angrenzendem Auslauf untergebracht.

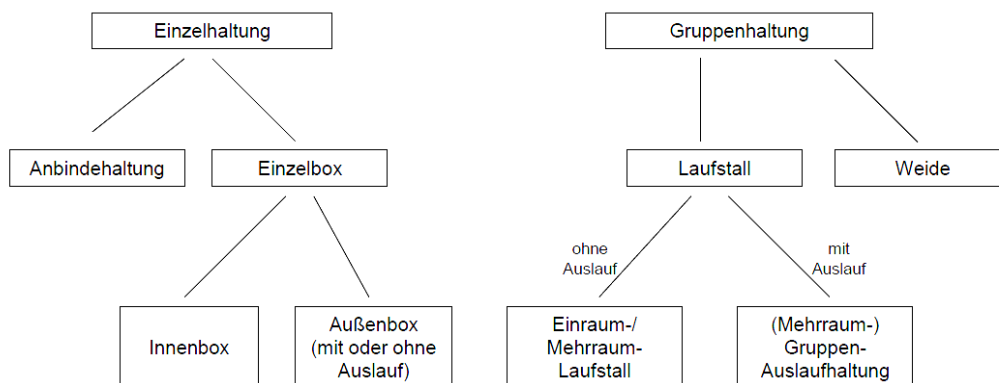


Abb. 8.5.1: Pferdehaltungssysteme (nach ARNEMANN, 2003)

Praxiserfahrungen zeigen allerdings, dass der Trend zur Gruppenhaltung von Pferden im Steigen begriffen ist, und dass Pferde immer häufiger in Boxen mit Paddocks, in Offenlaufställen sowie auf Weiden und Winterkoppeln angetroffen werden. Einer Befragung von REICHERT (1990) ist zu entnehmen, dass Laufstall und Offenstall verstärkt Interesse unter den Pferdehaltern finden, was durch eine Befragung von TIGGES (2009) bestätigt werden konnte. Den Angaben zur Haltungsform ist zu entnehmen, dass bereits 32 % der Pferde in einer Gruppe gehalten wurden (Laufstall, Offenstall, Mehrraum-Auslaufhaltung und ganzjährige Weidehaltung). Von den 68 % der Pferde, die in Einzelhaltungen untergebracht sind, entfallen 14 % auf Einzelboxen mit Paddocks. Diese Ergebnisse spiegeln eine positive Entwicklung bei den Stallbetreibern wieder, in Zukunft mehr Möglichkeiten für Gruppenhaltungen oder Einzelboxen mit Paddocks zu schaffen.

Jede Form der Haltung stellt allerdings eine Einschränkung der ursprünglichen, natürlichen Lebensweise der Pferde dar. Bei der Wahl der Haltungsform sollten diese Einschränkungen für die Tiere so gut wie möglich reduziert werden.

Aus Sicht der Pferde wäre sicherlich die ganzjährige Weidehaltung die beste Haltungsform, ist aber mit den Bedürfnissen der Menschen oft nicht vereinbar. Der Pferdehalter wünscht in der Regel eine gute Verfügbarkeit seines Freizeitpartners, einen möglichst geringen Putzaufwand und während der kalten Jahreszeit bevorzugt er einen warmen Stall für sein eigenes Komfortverhalten. Zudem wünschen aber auch viele Pferdebesitzer eine Pferdehaltung, bei der sie ihr Pferd gut versorgt wissen, auch wenn sie nicht jeden Tag die nötige Zeit für ihr Tier haben. Somit wird die Haltung von Pferden in der Obhut des Menschen stets ein Kompromiss zwischen den natürlichen Bedürfnissen der Tiere und den Anforderungen der Menschen sein.

Anbindehaltung

Die Anbindehaltung wurde mittlerweile in fast allen Bundesländern Deutschlands verboten und als tierschutzwidrig eingestuft, da sie den natürlichen Bedürfnissen der Pferde nicht gerecht werden kann. Insbesondere dann, wenn ein Pferd nur 1 Stunde des Tages bewegt wird und den Rest des Tages im Stall verbringt, so würde die dauernde Anbindung zu physischen und psychischen Schäden führen. In Bayern ist die Anbindehaltung nach wie vor verbreitet und für die Pferde als problematisch zu beurteilen.

Die Anbindehaltung stammt noch aus einer Zeit, in der die Pferde als Arbeitstiere genutzt wurden. Damals waren sie den ganzen Tag über im Einsatz und verbrachten nur die Fütterungszeiten oder die Winternächte angebunden im Stall.

Bei der Anbindehaltung sind die Pferde im Stall angebunden und können sich nicht umdrehen (Abb. 8.5.2). Die Anbindung erfolgt in der Regel mit einer Kette, die am Halfter oder an einem Halsriemen befestigt wird. Meistens befindet sich am anderen Ende der Kette ein Kontergewicht, sodass die Kette durch einen an der Wand befestigten Ring gleitet und ein Verfangen des Pferdes in der Kette vermieden wird. Die Anbindevorrichtung muss so gestaltet sein, dass sich das Pferd ungehindert ablegen kann und dass es Futter und Wasser problemlos aufnehmen kann.

Die Pferde stehen nebeneinander in einer Reihe mit dem Kopf zur Wand. Bei der offenen Form haben sie die Möglichkeit zum Körperkontakt mit dem benachbarten Pferd. Sind jedoch zusätzliche Trennwände zwischen den einzelnen Anbindeplätzen montiert so ist kein Körperkontakt möglich und man spricht von einer Ständerhaltung. Zur Stallgasse hin sind die Anbindehaltungen jedoch immer offen und eine herabgesetzte Stufe, soll dazu führen, dass der Pferdekot hinter den Ständer fällt und somit leichter entsorgt werden kann. Nachteilig ist allerdings, dass das Pferd mit den Hinterhufen zu dicht an die Kante kommen und abrutschen kann. Dies kann zu schweren Verletzungen (z. B. Sehnenschäden) führen.

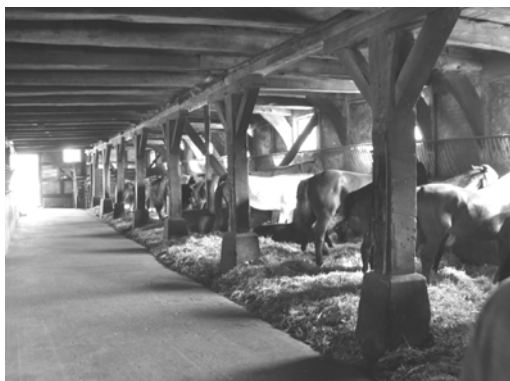


Abb. 8.5.2: Anbindehaltung
(Foto: G. Hoffmann)

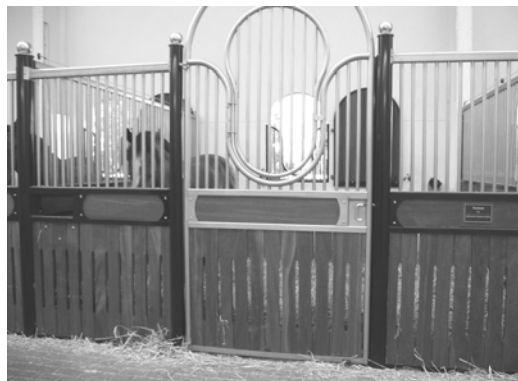


Abb. 8.5.3: Außenbox ohne Auslauf
(Foto: G. Hoffmann)

Einzelboxenhaltung ohne Auslauf

Obwohl in den letzten Jahrzehnten viel Forschungs- und Aufklärungsarbeit hinsichtlich der Tiergerechtigkeit von Pferdegruppenhaltungssystemen geleistet wurde, sind nach wie vor mehr als zwei Drittel der in Deutschland gehaltenen Pferde einzeln untergebracht. Dabei wird unterschieden zwischen Einzelboxen ohne und mit angrenzendem Auslauf.

Bei der Boxenhaltung ist jedes Pferd einzeln in einer Box ohne den direkten Kontakt zu anderen Artgenossen untergebracht (Abb. 8.5.3). In der Einzelbox hat das Pferd im Vergleich zur Anbindehaltung etwas mehr Bewegungsfreiheit. Die Boxen haben in der Regel eine rechteckige Grundfläche von etwa neun bis zwölf Quadratmetern und liegen Wand an Wand in einem geschlossenen Stallgebäude. Empfohlen wird eine Mindestfläche von $(2 \times W_h)^2$ (Tab. 8.1.3). Die Boxentrennwände sind im unteren Teil häufig massiv (z. B. Holz, Beton) und die obere Begrenzung besteht meistens aus Gitterstäben, die Sicht-, Hör- und Geruchskontakt gewährleisten.

Es wird unterschieden zwischen Innen- und Außenboxen. Kennzeichnend für die Innenboxen ist die fehlende Möglichkeit für Außenkontakte, wohingegen Außenboxen mit Fenstern oder Halbtüren versehen sind. Diese sollten nach Möglichkeit einen ganzjährigen Kontakt zur Außenwelt ermöglichen. Ein Fenster ermöglicht es dem Pferd, an den Ereignissen seiner Umgebung teilzuhaben. Es bietet den Tieren eine gewisse Ablenkung und deckt ihr natürliches Bedürfnis nach Umweltreizen. Außerdem hat das natürliche Spektrum des Sonnenlichtes einen starken Einfluss auf den gesamten Stoffwechsel und die Fruchtbarkeit und ein geöffnetes Fenster trägt dazu bei, die Luftreinheit im Stall zu verbessern.

Einzelboxenhaltung mit Auslauf

Zur Verbesserung der Einzelhaltung kann einer Außenbox ein Auslauf angegliedert werden (Abb. 8.5.4). Er ermöglicht den Pferden den Aufenthalt im Freien und ein Mindestmaß an Bewegung. Der Auslauf sollte dabei permanent zugänglich sein, um dem Pferd die Wahl zwischen dem Aufenthalt in der Box und im Freien zu ermöglichen. Wenn die benachbarten Ausläufe nicht durch Elektrozaune getrennt sind, so ermöglichen sie neben dem Sichtkontakt auch einen gewissen Körperkontakt, der sich positiv auf das Sozialverhalten der Pferde auswirken kann. Um eine ganzjährige Nutzung der Ausläufe zu gewährleisten, kommt der Bodenbefestigung eine besondere Bedeutung zu. In der Praxis findet man häufig befestigte Ausläufe mit Pflastersteinen und / oder Sandaufschüttungen, die den Pferden auch ein Wälzen ermöglichen. Empfehlung ist als Mindestfläche eine Auslaufgröße von $(2 \times W_h)^2$ zu entnehmen, die der einfachen Boxengröße entspricht (Tab. 8.1.3). Um den Pferden aber eine gewisse Bewegungsmöglichkeit zu bieten, sollten Größen von 30 – 40 m² angestrebt werden. Die Einzelbox mit Auslauf verbindet eine tier- und artgerechte Haltung mit einer guten Zugriffs- und Betreuungsmöglichkeit für jedes einzelne Pferd. Allerdings erfüllt der Auslauf nur seinen Zweck, wenn der Boden trittsicher und weitgehend trocken ist. So befand KORRIES (2003) in seinen Untersuchungen bei 40 % der Betriebe mit an den Stall angeschlossenen Ausläufen die Bodenbeschaffenheit der Ausläufe als unzureichend.



Abb. 8.5.4: Einzel-Auslaufhaltung
(Foto: G. Hoffmann)



Abb. 8.5.5: Einraum-Laufstall
(Foto: U. Stollberg)

Gruppenhaltung

Leben mehrere Tiere in einer größeren Haltungseinheit gemeinsam, so handelt es sich um eine Gruppenhaltung, entweder als Laufstall in einem geschlossenen System oder als offener Stall mit Zugang zu einem Auslauf ins Freie.

Während ein Laufstall stets aus einem überdachten Gebäude besteht, besitzt eine Gruppen-Auslaufhaltung neben einem überdachten Bereich auch einen nicht überdachten Teil, der den Pferden bei Tag und Nacht zugänglich sein sollte. Bei **Laufställen** (Abb. 8.5.5) wird unterschieden zwischen Einraum- und Mehrraum-Gruppenlaufställen, je nachdem, ob sich die Pferde in einem Stall aufhalten, der nicht weiter unterteilt ist, oder ob der Stall durch eine Raumstrukturierung in mehrere Räume (Ruhe-, Fütterungs- und Tränkebereich) aufgeteilt ist.

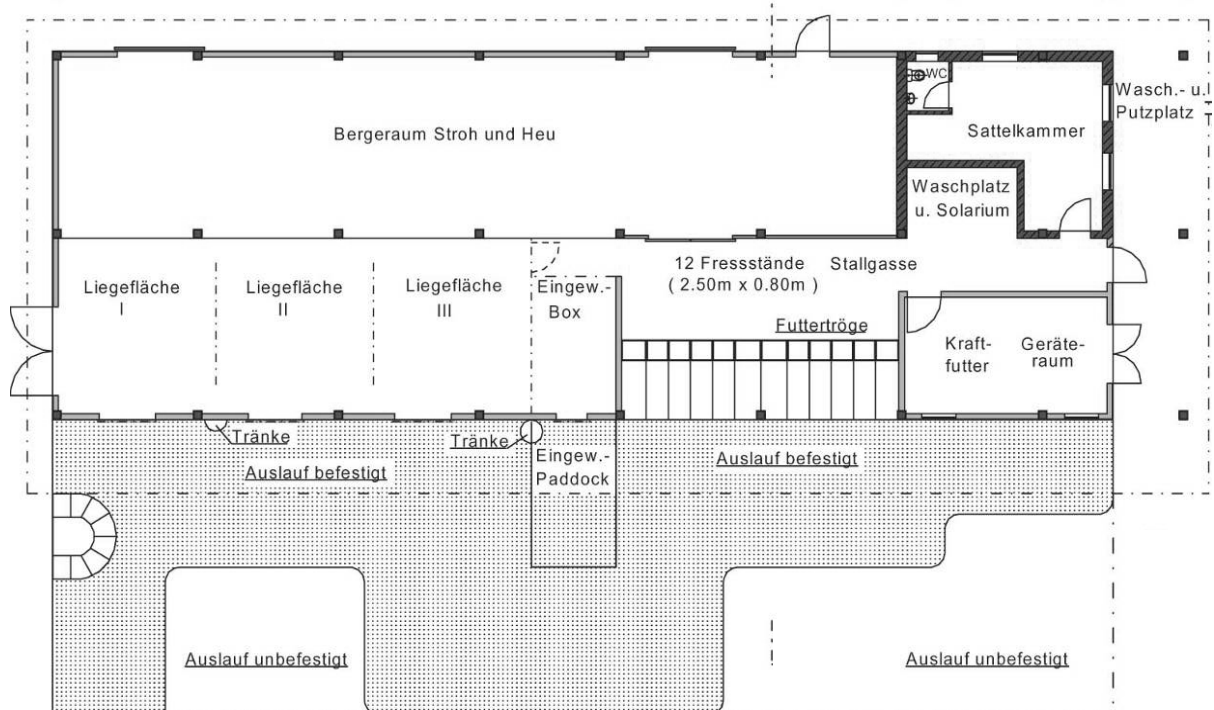


Abb. 8.5.6: Beispiel-Grundriss einer Mehrraum-Auslaufhaltung für eine Großgruppe (nach KTBL, 2004)

Die Gruppen-Auslaufhaltung ist eine Laufstallhaltung mit Auslauf, in der sich die Pferde beliebig lange in einem überdachten Bereich oder im Freien aufhalten können. Ist der Stall in unterschiedliche Funktionsräume unterteilt, so handelt es sich um eine Mehrraum-(Gruppen)-Auslaufhaltung (Abb. 8.5.6).

Kennzeichnend für die Mehrraum-Gruppen-Auslaufhaltung sind ihre verschiedenen Funktionsbereiche (Abb. 8.5.6). Es gibt einen überdachten Ruhebereich, der häufig mit Stroh eingestreut ist, um den Pferden eine artgerechte Liegefläche zu bieten. Als Platzbedarf sollten mindestens $2,5 \times \text{Wh}^2$ / Pferd vorhanden sein (Tab. 8.1.3), je nach der Größe der Gruppe und der Anordnung der Fressgelegenheit. Eine Untergliederung der Liegefläche oder das Anbieten mehrerer Liegehallen kann von Vorteil sein, um auch rangniederen Pferden ein ungestörtes Ruhen zu ermöglichen. Der Ruhebereich sollte dabei über mindestens zwei Ein- bzw. Ausgänge verfügen, um Sackgassen zu vermeiden, in die Pferde durch Artgenossen hineingetrieben werden könnten. Um die Bewegung der Pferde zu steigern, sollte der Fressbereich separat gelegen sein. Bei Platzmangel kann jedoch auch die Fütterung im Liegebereich erfolgen, wobei hierbei ein vorübergehendes Anbinden nützlich sein kann. Zur individuellen Fütterung und Kraftfuttergabe haben sich jedoch Fressstände und Computerfütterung bewährt. Fressstände müssen so beschaffen sein, dass sie nur einem einzigen Pferd Platz bieten und dessen ganze Körperlänge schützen (empfohlene Länge: $1,8 \times \text{Wh}$). Verdrängungen und Verletzungen durch andere Pferde können so vermieden werden. Die Nutzung eines angrenzenden Auslaufs wurde in Untersuchungen von PIOTROWSKI (1989) deutlich. Seine Versuchspferde (Haflinger) hielten sich fast ausschließlich im Auslauf auf, sofern sie nicht mit Futteraufnahme oder Liegen ihre Zeit verbrachten. Auch bei ungünstigen Witterungsbedingungen traf diese Aussage zu und gerade bei warmen Temperaturen und trockenem Wetter lagen die Pferde häufig im Sand des Auslaufs, vornehmlich im Bereich des Wälzplatzes. Ernsthafte Auseinandersetzungen und Verletzungen konnten bei den Pferden nicht beobachtet werden. Bei späteren Untersuchungen mit Warmblutstuten konnte festgestellt werden, dass diese sich ebenso wie die Haflinger verhielten.

Die Auslauffläche sollte bei Gruppenhaltungssystemen mindestens $2 \times (2 \times \text{Wh})^2$ / Pferd betragen (Tab. 8.1.3). Allgemein sollten die Ausläufe dabei eher lang und schmal sein, um mehr Bewegungsanreiz zu bieten und auch ein spielerisches Galoppieren zu ermöglichen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass in einem zu kleinen oder zu schmalen Sandpaddock eine große Verletzungsgefahr beim Wälzen besteht.

Vor dem Bau und Betrieb von Pferdeausläufen sollten frühzeitig die verschiedenen Aspekte der Gestaltung in der Planung berücksichtigt werden. Je nach natürlichen Standortgegebenheiten und der Flächenausstattung eines Betriebes ergeben sich unterschiedliche Ausführungen. Die Oberflächengestaltung eines Auslaufs muss die Anforderungen der verschiedenen Funktionsbereiche erfüllen, indem unbefestigte Flächen die Bewegung in den verschiedenen Grundgangarten und das Wälzen ermöglichen. Stark frequentierte Flächen an Raufen und Tränken sollten hingegen befestigt werden. Ein Auslauf für Pferde ist daher im Idealfall mit unterschiedlichen Bodenbelägen ausgestattet. Pferdeausläufe sollten grundsätzlich den gleichen Bodenaufbau wie Reitplätze haben. Daher unterscheidet man in der Regel Trag-, Trenn- und Tretschicht. Aus technischer Sicht sind Aspekte zu berücksichtigen wie Belastbarkeit (nach Anzahl der Tiere), Druckverteilung, Trittfestigkeit, Elastizität bzw. Stoßdämpfung, Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeichervermögen. Zusätzlich ist bei Pferdeausläufen die Ausführung der Einzäunung und Tore von großer Bedeutung. Einerseits sollen diese Hütensicherheit und eine geringe Verletzungsgefahr für die Pferde bieten; andererseits bestehen aber auch Anforderungen an die kostengünstige Erstellung, an Reparaturmöglichkeiten sowie an den Gesamteindruck der Gestaltung (HÖCK et al., 2007).

Eine Steigerung der Bewegungsaktivität haben sich Anbieter von sogenannten Aktivställen bzw. Lauf- und Bewegungsställen zum Ziel gesetzt. Das Konzept beruht darauf, die nötigen Wege für die Pferde möglichst lang zu gestalten. Zum einen wird dies durch weite Entfernungen zwischen den Funktionsbereichen (Liegen, Fressen, Trinken) und durch „Einbahnstraßen“ erreicht und zum anderen über die Futterzuteilung über möglichst viele, kleine Portionen, die über den gesamten Tag verteilt durch die Pferde abgerufen werden. In den letzten Jahren wurde allerdings auch der Haltung in Kleingruppen vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Aufstallungsform stellt einen Mittelweg zwischen Einzelboxenhaltung und Gruppenhaltung dar. Eine Gruppengröße von zwei bis sechs Pferden soll gewährleisten, dass die Gruppenzusammenstellung relativ konstant gehalten wird. Bei der Nutzung als Reitpferd besteht der Vorteil, dass die Pferde leichter zugänglich sind und sich leichter von der Gruppe entfernen lassen. Außerdem bleiben die Vorgänge beim Wechsel im Bestand durch Zukäufe und Abgänge auf die Gruppen beschränkt und überschaubar. Die Gruppenhaltung von Pferden verlangt jedoch unabhängig von der Gruppengröße ein besonderes Augenmerk der Stallbetreiber und ein gutes Management. Insbesondere die Zusammenstellung der Gruppen und die Eingliederung von neuen Pferden sollten gründlich vorbereitet und betreut werden.

Eignung der Gruppenhaltung für Sportpferde

Die Erkrankungen des Bewegungsapparates sind gerade bei Sportpferden sehr häufig anzutreffen. Neben der hohen sportlichen Belastung ist eine weitere Ursache im Bewegungsmangel zu suchen, da diese Pferde einen Großteil des Tages in Einzelboxen verbringen. Gerade für Pferde, die nicht täglich geritten werden, oder für Jungpferde kann daher eine Gruppenhaltung einen Bewegungsausgleich schaffen. Viele Pferdebesitzer fürchten jedoch eine größere Verletzungsgefahr ihrer Pferde in einem solchen Haltungssystem.

Am Beispiel von Trabrennpferden wurde bereits durch GERKEN et al. (1997) die Eignung einer Gruppenauslaufhaltung für Hochleistungspferde untersucht. Die verschiedenen Aufenthaltsbereiche wurden dabei von den Tieren gut genutzt und die Häufigkeit von Verhaltensabweichungen war geringer als während der Einzelhaltung. Die Gruppenhaltung erwies sich dabei auch für Hochleistungspferde als tiergerecht und gut geeignet.

Die Eignung der Gruppenauslaufhaltung für Sportpferde wurde auch in Untersuchungen von ARNEMANN (2003) bestätigt. Bezüglich des Handlings und der Motivation der beobachteten viereinhalbjährigen Pferde wurden keine Nachteile verzeichnet und bei gut integrierten Gruppen war auch das Verletzungsrisiko gering.

Der Versuchsstall der ehemaligen Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig führte ebenfalls Versuche in Einzel- und Gruppen-Auslaufhaltungen durch. Zum Vergleich der Haltungssysteme wurden stets Hannoveraner Warmblutpferde eingesetzt. Eine Eignung des Haltungssystems für Sportpferde konnte auch hier bestätigt werden. Die Pferde gewöhnten sich jeweils sehr schnell an die Haltungssysteme.

Selbst in der Gruppenhaltung gab es keine Probleme bei der Gewöhnung an die Automatenfütterung in Fressständen und bei der täglichen Kontrolle auf Verletzungen konnten nur selten welche registriert werden. In der Regel konnten nur leichte Hautabschürfungen oder gelegentliche Bissverletzungen vermerkt werden.

Untersuchungen im Rahmen einer Dissertation (HOFFMANN, 2008) haben gezeigt, dass die Gruppenhaltung im Vergleich zur Einzelhaltung (jeweils mit angrenzendem Auslauf) das Wohlbefinden und die Bewegungsaktivität der meisten Pferde steigern konnte. Es gab aber auch Pferde (30 % der Studienteilnehmer), die in der Einzel-Auslaufhaltung eine Abnahme der Stressbelastung gezeigt haben. Bei diesen Pferden handelte es sich um die rangniedrigen oder die ranghöchsten Pferde.

Bei der Beurteilung, ob ein Pferd für die Gruppenhaltung geeignet ist, sollte aber auch das Gemüt des Tieres berücksichtigt werden. Wichtig ist z. B. auch, ob das Pferd den Sozialumgang mit seinen Artgenossen erlernt hat. So gibt es beispielsweise Berichte von Pferdehaltern, deren Pferde sich nicht in eine bestehende Gruppe eingliedern ließen. Ein guter Kompromiss wäre für diese Pferde wohl eine kleinere Gruppengröße oder eine Außenbox mit angrenzendem Auslauf. Der Sozialkontakt zu Artgenossen ist in der Einzelhaltung mit Auslauf zwar beschränkt, aber Rückzugsmöglichkeiten sind vorhanden und der Aufenthaltsort ist von den Pferden frei wählbar, sodass auch genügend Ruhe und Erholung möglich sind. Zudem werden die Tiere individuell gefüttert und Verletzungen durch Rankämpfe und spielerische Auseinandersetzungen sind ausgeschlossen.

Weidehaltung in der Gruppe

Die Weidehaltung von Pferden kann als stundenweise Bewegung angeboten werden oder als ganztägige Weidehaltung über einen längeren Zeitraum erfolgen. Auch eine ganzjährige Freilandhaltung von Pferden ist möglich.

Dient der Herde die Weide als Lebensraum, muss ihnen ein geeigneter Witterungsschutz zur Verfügung stehen. Ein Unterstand bietet den Pferden Schutz gegen Niederschläge, Wind und besonders im Sommer gegen Sonne und Insekten. Er muss jederzeit für alle Tiere gleichzeitig nutzbar sein. Auf Ganztagsweiden muss immer frisches Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Um eine Verschmutzung der Tränken oder ein Einfrieren im Winter zu vermeiden, ist eine tägliche Kontrolle der Tränken notwendig. Je nach vorhandener Nahrungsgrundlage kann zur Deckung des täglichen Energie- und Nährstoffbedarfs eine Zufütterung notwendig sein. Zudem ist eine pferdegerechte und sichere Einzäunung erforderlich.

8.6 Empfehlungen für pferdegerechte Haltungssysteme

Zusätzliche Bewegungsangebote und Beschäftigungsmöglichkeiten für Pferde

Aufgrund der häufigen Erkrankungen des Bewegungs- und Atmungsapparates ist es besonders wichtig, eine tägliche Bewegung der Pferde und ein gutes Stallklima zu gewährleisten. Vielen Erkrankungen und psychischen Problemen kann dadurch effektiv vorgebeugt werden.

Eine Steigerung der Bewegungsaktivität ist anzustreben, da zahlreiche Untersuchungen belegen, dass sich die Bewegung vorteilhaft auf die Gesundheit der Pferde auswirkt. Bewegungsarmut kann hingegen zu erheblichen Störungen der Blutzirkulation, zu einer erhöhten Gefahr von Gliedmaßenenerkrankungen, aber auch zu Atemwegserkrankungen und Störungen des Stoffwechsels führen. Je stärker das Haltungssystem die Bewegungsfreiheit einschränkt, desto wichtiger ist der Ausgleich durch regelmäßiges tägliches Bewegen der Tiere.

Das BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009) fordert in den „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“, dass Pferden eine mehrstündige Bewegungsmöglichkeit anzubieten ist. Eine zusätzliche Bewegung wird neben Arbeit oder Training durch Weidegang, Auslauf oder ähnliche Maßnahmen erreicht. Das Training und der Arbeitseinsatz der Pferde müssen physiologisch sinnvoll aufgebaut sein und der Kondition der Tiere entsprechen. Allen Pferden, insbesondere aber Zuchtstuten, Fohlen und Jungpferden muss sooft wie möglich Weidegang und/oder Auslauf angeboten werden. Bei der Planung von Pferdeställen sollte immer auch geprüft werden, ob ausreichend groß bemessene Auslauf- und/oder Weideflächen verfügbar sind. Eine diesbezüglich ausreichende Flächenausstattung ist insbesondere für Neueinrichtungen unbedingt erforderlich.

Als Arbeit bzw. Training der Pferde wird neben dem Reiten in den klassischen Disziplinen (Dressur, Springen, Vielseitigkeit) auch das Western- und Distanzreiten verstanden. Ein Pferd kann aber ebenso an der Longe oder im Gelände bei einem Ausritt bewegt werden. Weitere

Pferdesportdisziplinen sind das Voltigieren, das Fahren, der Rennsport (Trab- und Galopprennen), Polosport oder Jagden und therapeutisches Reiten. Als zeitsparende Bewegungsmöglichkeiten werden Föhranlagen und Laufbänder angeboten. Ein ruhiges Pferd kann außerdem von einem Reiter als Handpferd mitgenommen werden, um mehrere Pferde gleichzeitig zu bewegen. Das Unfallrisiko darf dabei jedoch nicht unterschätzt werden, da sich auch ein ruhiges Pferd erschrecken und davon laufen kann.

Pferden, die in Einzelboxen gehalten werden, sollte man ein möglichst abwechslungsreiches Bewegungsangebot bieten und auf eine reich strukturierte Umgebung achten, da Pferde mit einem sehr großen Reizaufnahmevermögen ausgestattet sind. Im Auslauf könnten beispielsweise Äste, Baumstämme (Abb. 8.1.3), Spielbälle oder alte Gummireifen zur Beschäftigung beitragen. Bei Auslaufhaltungen (Einzel- und Gruppenhaltungen) ist außerdem eine Steigerung der täglichen Futterrationen auf mehrere kleine Portionen sinnvoll, sowohl aus ernährungsphysiologischer Sicht als auch zur Anregung der Bewegungsaktivität.

Bei Pferden in Auslaufhaltungssystemen ist fraglich, ob der angrenzende Auslauf bereits die Forderung nach einer mehrstündigen Bewegung erfüllt. So gilt gerade die Gruppen-Auslaufhaltung als eine der artgerechtesten Pferdehaltungsformen nach der Weidehaltung, da sie den Pferden einen gewissen Anreiz zur Bewegung gibt. Eigene Untersuchungen am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (ehemalige FAL Braunschweig) haben allerdings gezeigt, dass die Haltung in einem Mehrraum-Gruppenauslaufhaltungssystem ohne zusätzliche Bewegungsangebote den Bewegungsbedarf der Pferde nach derzeitigem Kenntnisstand nicht decken kann. Pferde brauchen dabei mehr Anreize zur Bewegung, als nur einen großen Auslauf, da sie ansonsten eher bequem sind. Die beste Bewegungsmöglichkeit für Pferde bietet noch immer die Weide (HOFFMANN, 2008).

Auch FRENTZEN (1994) stellte in ihren Untersuchungen an Haflingern fest, dass Bewegung bei domestizierten Pferden, mit Ausnahme der Laufspiele, nicht um ihrer selbst willen stattfindet. Sie ist stets an Futtersuche und –aufnahme, Aufsuchen von Tränkestellen, Flucht oder Sozialkontakte gekoppelt.

Eine zusätzliche Bewegung ist allerdings notwendig für die Tiere, um Krankheiten, insbesondere des Bewegungsapparates, vorzubeugen. Die Bewegung der Pferde muss aber nicht täglich erfolgen, wenn ein ausreichend großer Auslauf (empfehlenswert sind 30 bis 40 m² pro Pferd) vorhanden ist, der für die Pferde jederzeit frei zugänglich ist.

Eine Entlastung der Reiter bietet die Bewegung der Pferde durch Föhranlagen (Abb. 8.6.1) und Laufbänder (Abb. 8.6.2). In eigenen Untersuchungen (HOFFMANN, 2008) wurde analysiert, wie sich zusätzliche Bewegungsangebote auf das Stress- und Bewegungs-verhalten der Pferde auswirken. Die Pferde wurden dazu in einer der Versuchsvarianten eine Stunde täglich in einer Freilauf-Föhranlage bewegt.



Abb. 8.6.2: Laufband
(Foto: P. Kreimeier)



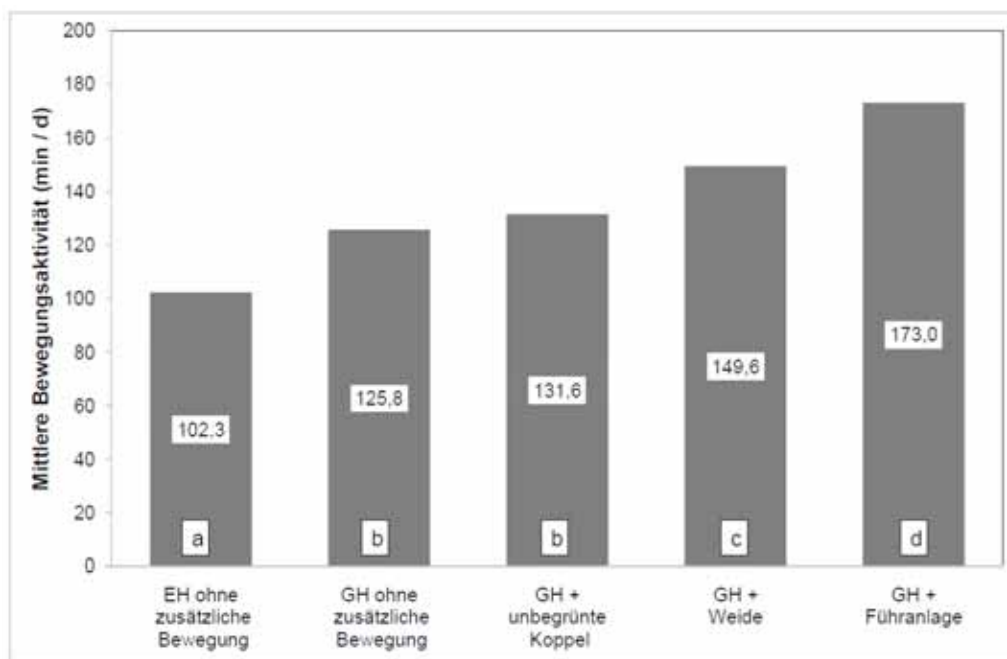
Abb. 8.6.1: Freilauf-Föhranlage
(Foto: G. Hoffmann)

Das tägliche Training wirkte sich dabei positiv auf die Kondition, Bemuskelung und Ausgeglichenheit der Pferde aus. Insgesamt haben die Ergebnisse dieser Untersuchung gezeigt, dass zusätzliche Bewegungsangebote in Form von Föhranlage, Weide und unbegrüntem Auslauf zu einem deutlichen Anstieg der täglichen Bewegungsaktivität föhren im Vergleich zur Gruppen- und Einzel-Auslaufhaltung ohne zusätzliche Bewegungsangebote (Abb. 8.6.3).

Ein weiterer Vorteil der Führanlage ist außerdem, dass mehrere Pferde gleichzeitig bewegt werden können, wobei die Bewegung fast ausschließlich im Schritt und im Trab erfolgt. Mithilfe dieser Technik kann den Pferden daher sehr zeiteffizient eine zusätzliche Bewegung angeboten werden. Eine überdachte Führanlage im Freien ermöglicht zudem eine ganzjährige Bewegung der Pferde an der frischen Luft, was sich positiv auf die Gesundheit des Atmungsapparates auswirkt. Man sollte bei einer Führanlage allerdings darauf achten, dass der innere Durchmesser mindestens 15 Meter beträgt, um die Bewegung möglichst gelenkschonend zu gestalten. Auch die Bodenbeschaffenheit ist wichtig und bedarf einer regelmäßigen Pflege. Mittlerweile gibt es auch Führanlagen, bei denen der Antrieb über eine Aufhängung an der Decke oder ein umlaufendes Führungsrohr gewährleistet wird. Dadurch kann der Innenraum außerdem als Longierhalle genutzt werden.

Eine Umfrage bei vier Stallbetreibern im Raum Hannover hat ergeben, dass sich die Boxen-Nachfrage nach Anschaffung der Führanlage bei drei der Stallbetreiber erhöht hat. In den befragten Ställen wurden überwiegend Pensionspferde von Dressur-, Spring- und Freizeitreitern gehalten. Die Frage, ob sich die Anschaffung einer Führanlage aus wirtschaftlicher Sicht lohne, bejahten alle Stallbetreiber. Sie würden sich immer wieder für die Anschaffung einer Führanlage entscheiden. Zwei Stallbetreiber betonten dabei die zusätzlichen Vorteile beim Einsatz in der Aufzucht.

Eine weitere Bewegungsalternative sind Laufbänder (Abb. 8.6.2), die eine gleichmäßige Belastung der Pferdegliedmaßen durch das Geradeauslaufen ermöglichen. Nachteilig ist hierbei jedoch, dass immer nur ein Pferd bewegt werden kann, was einen relativ höheren Zeitaufwand verursacht. Sie sind jedoch platzsparender als Führanlagen und durch eine mögliche Steigungsregelung zum gezielten Muskel- und Konditionsaufbau und damit auch zur Rehabilitation besser geeignet. In Rehasentren findet man sie häufig in Kombination mit einem Wassercontainer, sodass „Wassertreten“ oder auch Schwimmen ermöglicht wird, was sich positiv auf die Genesung der Pferde auswirkt. Führanlagen und Laufbänder können eine wertvolle Ergänzung der täglichen Bewegung leisten, aber sie sind kein Ersatz für den Aufenthalt auf der Weide oder im Auslauf, sowie für die tägliche Arbeit.



Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Unterschiede, $p < 0,05$

Abb. 8.6.3: Durchschnittliche Bewegungsaktivität bei Pferden in einer Einzel- (EH) und einer Gruppen-Auslaufhaltung (GH) mit unterschiedlichen Bewegungsangeboten

Schaffung eines guten Stallklimas

Das vermehrte Auftreten von Atemwegserkrankungen bei Pferden wird häufig mit der Stallhaltung und einem schlechten Stallklima in Verbindung gebracht. Eine schlechte Futter- oder Einstreuqualität (Staub, Keime, Schimmelpilzsporen) können dabei ebenso die Krankheitsverursacher sein. Da Pferde sehr empfindlich auf schädliche Lufteinflüsse reagieren, sollte bereits bei der Planung an entsprechende bauliche Elemente gedacht werden, die einen positiven Einfluss auf das Stallklima haben. Treten hingegen in einem Stall vermehrt Atemwegsprobleme auf, so sollte die Futter- und Einstreuqualität sowie die Entmistungsstrategie überprüft werden.

Um einen ausreichenden Luftaustausch im Stall zu gewährleisten, ist die Lüftungstechnik entscheidend. Die meisten Pferdeställe werden mit einer Schwerkraftlüftung betrieben, entweder durch Schachtlüftungen (mehrere Schächte, mindestens vier Meter hoch und gleichmäßig verteilt) oder per Traufen-First-Lüftung. Bei der Schachtlüftung erfolgt die Zuluft meist über die Fenster und bei der Traufen-First-Lüftung durch Traufschlitze und Luftleitplatten. Die Abluft erfolgt nach oben über die Schächte bzw. den offenen Firstschlitz (MARTEN, 2000). Eine transparente Kunststoff-Ausführung des Firstes (Abb. 8.6.4) ermöglicht eine zusätzliche Beleuchtung des Stalles, was sich auf das Wohlbefinden der Pferde und Menschen ebenfalls positiv auswirken kann.

Luftschlitze in den Boxenwänden (Abb. 8.5.3) können ebenfalls das Klima in den Pferdeboxen verbessern. Wenn Fenster und Türen im Stall vorhanden sind, sollten diese auch geöffnet sein und zwar nicht nur im Sommer. Immer häufiger kommen außerdem Spaceboardwände und Windschutznetze zum Einsatz, da sie eine gute Luftzufuhr ermöglichen. Windschutznetze können auch in Reithallen, Longierzirkeln und Führenanlagen verwendet werden.



Abb. 8.6.4: Lichtband im First und Spaceboardwand (Foto: U. Stollberg)



Abb. 8.6.5: Windschutznetze gegenüber der Boxen (Foto: P. Kreimeier)

spaceboardwände und Windschutznetze eignen sich für ungedämmte (Kalt-) Ställe mit einer ausreichenden Traufhöhe (> 3,5 m). Bei der Spaceboardwand handelt es sich um eine Schlitzwand, die sich oberhalb der mindestens 2 m hoch geschlossenen Außenwand befindet. Sie besteht aus 10 cm breiten, scharfkantigen Brettern, die mit jeweils 2 cm Abstand zueinander befestigt sind, um die Zugluft zu brechen. Windschutznetze gibt es mit unterschiedlichen Maschenbreiten und als Netzrollos können sie wahlweise geschlossen oder geöffnet eingesetzt werden. Sind die Voraussetzungen für eine Schwerkraftlüftung nicht gegeben, so ist eine Zwangslüftung mit Ventilatoren notwendig, um den Luftaustausch zu gewährleisten (MARTEN, 2000).

Staubpartikel können sowohl auf den Reitplätzen und in den Reithallen zu einer mechanischen Reizung der Atemwege führen, als auch im Stallbereich. Problematisch ist jedoch der Staub von schlechtem Heu und Stroh, da er Keime und Schimmelsporen bindet, die dadurch in die Atemwege gelangen. Neben der infektiösen Wirkung gibt es auch vermehrt Berichte von allergischen Reaktionen. Zur Aufklärung sollten eine tierärztliche Untersuchung inklusive einer laboranalytischen Untersuchung des Blutes und des Futters vorgenommen werden. In einem gemeinsamen Projekt des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) in Braunschweig und des Forschungs- und Studienzentrums für Veredelungswirtschaft Weser-Ems (FOSVWE) in Vechta wurde untersucht, welchen Einfluss das Einstreumaterial auf die Luftqualität, insbesondere auf die Partikel- und Gaskonzentrationen im Pferdestall hat (VAN DEN WEGHE et al., 2008). In diesem Zusammenhang wurden ausgewählte Materialien (Weizenstroh, Strohpellets und Holzspäne) in Einzelboxen und in einer Gruppen-Auslaufhaltung analysiert.

Hinsichtlich der Schwebstaubentwicklung lässt sich festhalten, dass in beiden Haltungssystemen die Einstreu mit Strohpellets die geringste und die Verwendung von Weizenstroh die größte Staubbelastung verursacht hat. In der Gruppenhaltung hat die Einstreu mit Strohpellets zudem zur geringsten durchschnittlichen Ammoniakkonzentration geführt. Für die Gruppenhaltung von Pferden sind Strohpellets hinsichtlich des Stallklimas sehr gut geeignet.

Ein Vergleich der beiden Haltungssysteme Einzel- und Gruppenhaltung hat gezeigt, dass die gemessenen Gas- und Schwebstaubkonzentrationen im Liegebereich der Gruppenhaltung grundsätzlich geringer waren als in den Einzelboxen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass primär die offene Bauweise des Gruppenhaltungssystems das Ergebnis positiv beeinflusst hat.

Hinsichtlich des Einstreumanagements bleibt festzuhalten, dass eine zweiwöchige Mistmatratze mit Stroh keinen negativen Einfluss auf die Ammoniakkonzentrationen im Stall hat. Sie bietet sogar Vorteile im Vergleich zum täglichen Misten hinsichtlich der Partikel- und Gasbelastung im Stall. Zudem stellt sie eine Arbeitserleichterung dar. Auch im Verlauf einer sechswöchigen Mistmatratze werden keine kontinuierlich ansteigenden Ammoniakwerte im Stall erfasst. Anhand dieser Ergebnisse ist es sinnvoll, auf das tägliche Ausmisten zu verzichten, wobei jedoch auf eine regelmäßige und ausreichende Nachstreu geachtet werden muss. Neben den genannten Faktoren Ammoniak- und Partikelkonzentration sollten weitere Kriterien berücksichtigt werden. Mögliche negative Auswirkungen des Matratzenstreuverfahrens werden zum einen durch einen Anstieg des Parasitenbefalls und durch eine starke Insektenvermehrung im Sommer deutlich. Darüber hinaus bietet die Mistmatratze einen idealen Nährboden für pathogene Krankheitserreger.

Werden die Ergebnisse der mikrobiologischen Analyse betrachtet, so kann festgestellt werden, dass auch in qualitativ gutem Stroh Spuren von Schimmelpilzen und sonstigen aeroallergenischen Anteilen zu finden sind. Die Verwendung von aufbereiteten Einstreumaterialien wie z. B. Strohpellets oder Holzspänen kann demnach besonders für Pferde mit Allergien und chronischen Atemwegserkrankungen vorteilhaft sein. Durch die hohe Saugfähigkeit der aufbereiteten Einstreumaterialien herrschen zudem trockene Bodenverhältnisse vor, die positive Auswirkungen auf Erkrankungen wie beispielsweise Mauke und Strahlfäule haben könnten.

Es ist aber auch wichtig, bei der Wahl des Einstreumaterials neben der Pferdegesundheit (z. B. Allergien) Faktoren wie Tierverhalten (Akzeptanz, Liegekomfort) sowie Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Entsorgung zu berücksichtigen. Hinsichtlich des Pferdeverhaltens in der Box hat Stroh, durch ein höheres Beschäftigungspotential, Vorteile gegenüber Strohpellets oder Spänen und gewährleistet zudem die Deckung des Rohfaserbedarfs. Allerdings besteht bei der Verwendung von Stroh ein höheres Risiko einer Kolikerkrankung. Einige der Versuchspferde haben anfangs die Pellets in großen Mengen gefressen, was aber keine gesundheitliche Beeinträchtigung zur Folge hatte. In landwirtschaftlichen Betrieben werden die geringsten Kosten beim Einsatz von Stroh verursacht. In Verdichtungsräumen und Großräumen (z.B. Rhein-Main, München, Stuttgart, Hamburg usw.) in denen Stroh Mangelware darstellt und die Verwertung des Reststoffes problematisch ist, können andere Materialien allerdings vorteilhaft werden. In Bezug auf die Lagerung, nötige Lagerungskapazitäten und Verfügbarkeit bieten alternative Einstreumaterialien, wie Leinen, Hanf, Späne oder Pellets Vorteile gegenüber Stroh. Nachteilig sind hingegen die großen Abfallmengen der Verpackung, da die alternativen Materialien meistens in Plastikfolien verpackt werden.

Anhand der Untersuchungsergebnisse unter Praxisbedingungen ist es sinnvoll, die Arbeiten im Stall zu erledigen, wenn sich keine Pferde darin befinden. Die Tätigkeiten im Stall (Füttern, Misten bzw. Säubern und Begraden der Box, Nachstreuen und Fegen) verursachen sowohl erhöhte Ammoniak- als auch Partikelkonzentrationen, die bis zu vier Stunden nach Beendigung der Stallarbeiten noch immer erhöht sein können. Das Abwerfen von Heu und Stroh sollte außerhalb des Stalles erfolgen und vor dem Fegen sollte die Stallgasse befeuchtet werden, um den Staub zu binden.

Literatur

- Arnemann, S. (2003): Haltung von Sportpferden unter besonderer Berücksichtigung der Leistung. Hannover, Dissertation
- Bachmann, I. (1998): Das natürliche Verhalten der Pferde. In: Pferde in der Steppe und im Stall. Zoologisches Museum der Universität Zürich (Hrsg.), Zürich, 41-49
- Bender, I. (1999): Praxishandbuch Pferdehaltung. Kosmos Verlag, Stuttgart
- Boyd, L. E., D. A. Carbonaro, K. A. Houpt (1988): The 24-Hour Time Budget of Przewalski Horses. Appl. Anim. Behav. Sci. 21 (1-2), 5-17
- Brügger, E., A. Jaep, P. Kreimeier, J. Marten, V. Nies, A.-K. Steinmetz (2004): Pensionspferdehaltung im landwirtschaftlichen Betrieb. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.), KTBL-Schrift 405, KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag Münster
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), BMELV (2009): Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten.
- Butler, I., B. Armbruster (1984): Struktur und Abgangsursachen bei Schlachtpferden. Dtsch. tierärztl. Wschr. 91, 330-331
- Claude, C. (1998): Die heutigen Arten der Einhufer. In: Pferde in der Steppe und im Stall. Zoologisches Museum der Universität Zürich (Hrsg.), Zürich, 8-20
- Deutsche Reiterliche Vereinigung (2009): Zahlen, Daten, Fakten 2009. Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN), <http://www.pferd-aktuell.de/Doc-...20835/doc.htm> (Stand: 27.04.2009)
- Deutsche Reiterliche Vereinigung (2001): IPSOS - Marktanalyse der FN zum Pferdesport. Pferdesportler in Deutschland. FN-PRESS, Warendorf. <http://www.wpsv.de/ipsos.htm> (15.01.2009)
- Duncan, P. (1980): Time-budgets of Camargue Horses. Behaviour 72, 26-49

- Feist, J. D., D. R. McCullough (1976): Behavior Patterns and Communication in Feral Horses. Z. Tierpsychol. 41, 337-371, zit. nach S. Arnemann (2003)
- Frentzen, F. (1994): Bewegungsaktivitäten und -verhalten von Pferden in Abhängigkeit von Aufstallungsform und Fütterungsrhythmus unter besonderer Berücksichtigung unterschiedlich gestalteter Auslaufsysteme. Hannover, Dissertation
- Geiser, F. (2001): Pferde richtig halten: Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) der Schweiz. URL: <http://www.bvet.admin.ch/> (13.05.2009)
- Gerken, M., M. Kiene, P. Kreimeier, F.-J. Bockisch (1997): Verhalten von Trabrennpferden in Gruppenauslaufhaltung und in Einzelhaltung. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1996 : Vorträge anlässlich der 28. Internationalen Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V., Fachgruppe Verhaltensforschung vom 7. bis 9. November 1996 in Freiburg/Breisgau. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 132-143
- Grauvogl, A. (1993): Die Verhaltensstörungen des Pferdes. Tierärztliche Umschau 48 (5), 301-306
- Haidn, B., N. Berger (2003): Arbeitszeitbedarf für die Pensionspferdehaltung in landwirtschaftlichen Betrieben. In: 6. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung: 25.-27. März 2003 in Vechta. KTBL-Schriften-Vertrieb, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 386-391
- Höck, R., C. Müller, W. Büscher, W. Achilles, M. Ziron (2007): Gestaltung von Pferdeausläufen. DLG-Merkblatt 342. DLG Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft, Frankfurt
- Hoffmann, G. (2008): Bewegungsaktivität und Stressbelastung bei Pferden in Auslaufhaltungssystemen mit verschiedenen Bewegungsangeboten. DVG Service Verlag GmbH, Giessen, Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin
- Hoffmann, G., S. Rose-Meierhöfer, B. Niemann (2009): Wasserbedarf von Pferden und Wasserverbrauch auf Pferde haltenden Betrieben. Tierärztliche Umschau 64 (10), 438-442
- Huskamp, B., N. Kopf, W. Scheidemann (1999): Magen-Darm-Trakt. In: Dietz, O., B. Huskamp (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 411-502
- Isenbügel, E. (1998): Vom Wildpferd zum Reitpferd. In: Pferde in der Steppe und im Stall. Zoologisches Museum der Universität Zürich (Hrsg.), Zürich, 57-73
- Kiley-Worthington, M. (1990): The behavior of horses in relation to management and training - towards ethologically sound environments. Journal of Equine Veterinary Science 10 (1), 62-71
- Klingel, H. (1972): Das Verhalten der Pferde (Equidae). In: Helmcke, J.-G., D. Starck, H. Wermuth (Hrsg.): Handbuch der Zoologie, Bd. 8. Verlag de Gruyter, Berlin, New York
- Korries, O. C. (2003): Untersuchung pferdehaltender Betriebe in Niedersachsen - Bewertung unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit, bei Trennung in verschiedene Nutzungsgruppen und Beachtung haltungsbedingter Schäden. Hannover, Dissertation
- KTBL (2004): BAUKOST (Version 1.2) Investitionsbedarf und Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude, zit. nach E. Brügger et al. (2004)
- Lawrence, L., K. Bump, D. McLaren (1988): Aerial ammonia levels in horse stalls. Equine practice 10 (10), 20-23
- Marten, J. (1996): Pferdehaltung: Anforderungen des Pferdes, Bauliche Planungsgrundlagen, Neu- und Umbaubeispiele. aid-Broschüre Nr. 1309, Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid) e.V., Bonn
- Marten, J. (2000): Leitsatz: Bauliche Anlagen für die Pferdhaltung. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1108, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.), Arbeitsgemeinschaft Bauwesen
- McIlwraith, C. W. (1989): Erkrankungen der Gelenke, Sehnen, Bänder sowie ihrer Hilfseinrichtungen. In: Adam's Lahmheit bei Pferden. Verlag M.&H. Schaper, Alfeld-Hannover, 339-485
- Morris, D. (2003): Wieviel Schlaf brauchen Pferde? In: Horsewatching. Wilhelm Heyne Verlag, München, 68-70
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1999): Empfehlungen zur Freilandhaltung von Pferden. Nds. Min. für Ern., Landw. u. Forsten, Hannover URL: http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C43635672_L20.pdf (Stand: 03.03.2009)
- Pick, M. (1994): Pferdehaltung und Tierschutz. Tierärztliche Umschau 49 (5), 259-262
- Piotrowski, J. (1989): Tiergerechte Pferdehaltung: Mehrraum-Pferdeauslaufhaltung mit individueller Vorratsfütterung. In: Aktuelle Arb. zur artgemäßen Tierhaltung 1988, Vorträge der 20. Internat. Arbeitstagung Angew. Ethologie bei Nutztieren der Dt. Veterinärmed. Ges., Fachgruppe Verhaltensf., vom 17.-19.11.1988. KTBL-Schriften-Vertrieb im Land-verl., Münster-Hiltrup, 150-162
- Piotrowski, J. (1992): Gestaltung von Auslauf-Haltungssystemen für Pferde auf der Grundlage von Wahlverhaltensuntersuchungen. In: Arbeitsgemeinschaft Pferdeschutz im Pferdesport d. Tierärztl. Vereinigung für Tierschutz (Hrsg.): 1. Seminar der Arbeitsgemeinschaft zum Thema Haltung und Nutzung des Pferdes aus der Sicht des Tierschutzes - Zusammenfassung der Referate.
- Piotrowski, J., P. Kreimeier (1998): Pferde-Auslaufhaltung. Bauen für die Landwirtschaft 1, 8-12

- Pirkelmann, H. (1993): Tierschutzgerechte Haltungssysteme für Pferde. Tierärztl. Umschau 48, 306 ff.
- Pirkelmann, H. (2002a): Neuere Entwicklungen für Pferdegerechte Haltungssysteme. Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub/München 863, 2-14
- Pirkelmann, H. (2002b): Tiergerechte Haltung von Pferden. In: Methling, W., J. Unshelm (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag, Berlin, 525-544
- Rapp, H. J. (1991): Untersuchungen in Reithallen und an verschiedenen Reitbahnbelägen unter dem Aspekt der Atemwegsbelastung beim Pferd. Gießen, Dissertation
- Reichert, J. (1990): Zu Angebot und Nachfrage in der Pferdehaltung. In: Agrarsoziale Gesellschaft e.V. (Hrsg.): Gebrauchspferdehaltung in landwirtschaftlichen Betrieben. Göttingen, 5-16
- Rodewald, A. (1989): Fehler bei der Haltung und Nutzung als Schadensursache bei Pferden in Reitbetrieben. München, Dissertation
- Rubenstein, D. I. (1981): Behavioural ecology of island feral horses. Equine Vet. J. 13, 27-34, zit. nach S. Arnemann (2003)
- Schäfer, M. (1991): Ansprüche des Pferdes an seine Umwelt. In: Pirkelmann, H. H. (Hrsg.): Pferdehaltung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 15-73
- Schulz, L.-C., K. Dämmrich (1991): Gelenke. In: Schulz, L.-C. (Hrsg.): Pathologie der Haustiere. Gustav Fischer Verlag, Jena, 727-757
- Seidensticker, C. (1999): Abgangsursachen entschädigter Pferde einer Tierversicherung aus den Jahren 1990 - 1995. Hannover, Dissertation
- Sommer, H., C. Veltjens, U. Felbinger (1988): Die häufigsten Erkrankungen bei deutschen Warmblutpferden. Tierärztliche Umschau 43, 546-550
- Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz (2005): Positionspapier zu den "Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten". Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. (TVT), Arbeitskreis Pferde
URL: <http://www.tierschutz-tvt.de/fileadmin/tvtdownloads/positionspapierpferdehaltung.pdf> (Stand: 26.01.2009)
- Tigges, F. (2009): Eine empirische Studie zur Bewertung von Pferdehaltungssystemen durch eine Befragung von Züchtern und Reitern. In: Gaul, M., U. von Borstel (Hrsg.): Göttinger Pferdetag '09 - Zucht und Haltung von Sportpferden. FN-Verlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung, Warendorf, 211-217
- Tyler, S. J. (1972): The behaviour and social organization of the new forest ponies. Animal Behaviour Monographs 5, zit. nach S. Arnemann (2003)
- Van den Weghe, H., E. Hessel, K. Fleming, G. Hoffmann, F.-J. Bockisch (2008): Alternative Einstreuematerialien zur Reduzierung der gas- und partikelförmigen Emissionen in der Pferdehaltung und Prävention von Atemwegserkrankungen bei Pferden. Schlussbericht des Forschungsvorhabens 06UM001/W1, gefördert aus Mitteln des BMELV über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- Verband hannoverscher Warmblutzüchter (2009): Preisspitze Da Vinci T kostete 160.000 Euro.
URL: <http://www.hannoveraner.com/> (Stand: 11.05.2009)
- Vissienon, T., A. Bergmann, T. Henning (1999): Potentielle Schadfaktoren in Pferdeställen - Eine Übersicht. Amtstierärztliche Dienst- und Lebensmittelkontrolle 6 (IV), 311-314
- Voß (2006): Magengeschwüre beim Pferd bleiben oft unerkannt. Pferdebetrieb 3, 18-19
- Wichert, B. (2005): Pferde richtig füttern. BVET-Magazin (5/2005), 26-28
- Wiesner, E., R. Ribbeck (2000): Lexikon der Veterinärmedizin. 4. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart
- Wilke, A. (2003): Der Einfluss von Aufzucht und Haltung auf das Auftreten von Osteochondrose (OC) beim Reitpferd. Hannover, Dissertation
- Wilke, A., E. Bruns (2004): Der Einfluss von Wachstum und Bewegung auf das Auftreten von Osteochondrose (OC) beim Fohlen. In: Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (Hrsg.): Göttinger Pferdetag '04, Zucht und Haltung von Sportpferden. Göttingen, 125-143
- Zeeb, K. (1990): Pferdeverhalten im Hinblick auf Haltung und Ausbildung. In: Angewandte Verhaltenskunde bei Nutztieren. Tagung der Fachgruppe Verhaltensforschung d. Dtsch. Veterinärmed. Ges. Grub, 59-72
- Zeitler-Feicht, M. H. (2001): Durch Haltungssysteme bedingte Verhaltensstörungen beim Pferd. Pferdeland Sonderausgabe (2. Pferdetag in Mecklenburg-Vorpommern), 5-10

Verfasserin:

Dr. med. vet. Gundula Hoffmann

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Abteilung Technik in der Tierhaltung

Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam;

email: ghoffmann@atb-potsdam.de

9. Artgerechte Pferdefütterung (Anette Zeyner, Ellen Kienzle und M. Coenen)

9.1 Vorbemerkung

Der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) überarbeitet aktuell die Versorgungsempfehlungen für Pferde, da die bisherigen Empfehlungen (GfE 1994) den neueren Erkenntnissen zur Pferdeernährung nicht mehr umfassend gerecht werden. Der gegenwärtige Stand der Überarbeitung dieser Versorgungsempfehlungen im oben genannten Ausschuss lässt erwarten, dass diese in Kürze vorliegen. Nachfolgend werden deshalb bewusst nur generell gültige Aspekte einer art- und einzeltiergerechten Pferdefütterung aufgezeigt. Die zu erwartenden neuen Versorgungsempfehlungen für Pferde werden in gekürzter Form auch derartige Inhalte wiedergeben; nehmen jedoch vor allem Bezug auf den Bedarf von Pferden unterschiedlicher Altersklassen, Nutzungsrichtungen und -intensitäten an Energie, Protein, Mineralstoffen und Vitaminen. Neu aufgenommen in die Versorgungsempfehlungen wird neben den Ausführungen zur artgerechten Ernährung weiterhin ein Kapitel zur Futterbewertung beim Pferd, in welchem eine Gleichung zur Schätzung des Gehaltes an umsetzbarer Energie (bisher verdauliche Energie) und eine Methode zur Ableitung des Gehaltes an praecaecal verdaulichem Rohprotein sowie bis zum Ende des Dünndarmes verdaulichen Aminosäuren (bisher verdauliches Rohprotein) in Einzelfuttermitteln, Mischfuttermitteln und Rationen vorgestellt werden. Der interessierte Leser wird daher auf die in Kürze zu erwartende Broschüre der GfE verwiesen. Teilaspekte wurden vorab veröffentlicht und können bereits jetzt eingesehen werden (Energiebewertung: Kienzle und Zeyner 2011; Proteinbewertung: Zeyner et al. 2010a; Energieerhaltungsbedarf: Kienzle et al. 2010; Grunddaten zur Energie- und teils Nährstoffversorgung [Letzteres nur Laktation] von Zuchtstuten und arbeitenden Pferden: Coenen 2008, Coenen et al. 2010ab). Publikationen zum Bedarf an Mengenelementen (Kienzle und Burger, in Vorbereitung), Spurenelementen (Coenen, in Vorbereitung) und Vitaminen (Zeyner und Harris, in Vorbereitung) erscheinen in Kürze.

9.2 Einleitung

Eine artgerechte Ernährung von Pferden muss soweit als möglich deren anatomische, physiologische und ethologische Besonderheiten berücksichtigen. Zusätzliche Anforderungen können aus dem Rassetyp und spezifischen Dispositionen des Einzeltieres entstehen. Equiden sind entwicklungsgeschichtlich an die mehr oder weniger kontinuierliche Aufnahme einer energiearmen, faserreichen Nahrung angepasst. Häufig erfüllen die heute gebräuchlichen Rationen diese Erfordernisse nicht. Sie sind oft durch eine hohe Energiekonzentration, ein limitiertes Angebot an strukturwirksamen Rationsbestandteilen und eine eingeschränkte Futteraufnahmedauer geprägt. Selbst bei Freizeitpferden, die aus energetischer Sicht mit sehr wenig oder sogar gar keinem Kraftfutter auskommen könnten, ist aufgrund witterungsbedingter Knappheit – welche sich auch preislich auswirkt – das Grobfutterangebot oftmals unzureichend. Dies disponiert für Verdauungsstörungen. Vor allem bei ungünstigen Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Futterwerbung genügen die eingesetzten Futtermittel oft auch den hygienischen Anforderungen (mikrobieller Besatz, Mykotoxinbelastung) nicht. Neben gastrointestinalen Störungen kann dies insbesondere beim Angebot des Futters im Stall zu Irritationen des Atmungstraktes führen. Zur Vermeidung gesundheitlicher Probleme sollte eine Balance zwischen unvermeidbaren Belastungen durch die moderne Pferdehaltung

und Leistungsabforderung einerseits und wichtigen Anforderungen der Tierart bzw. des Einzeltieres andererseits gefunden werden. Dies kann durch eine angepasste Gestaltung der Ration und zweckdienliche Art und Weise der Verabreichung des Futters geschehen. Dabei sollte vor allem berücksichtigt werden, dass trotz aller Probleme bei der Bereitstellung von Grundfutter (Hygiene, Verfügbarkeit, Preis) aus Sicht einer artgerechten Ernährung nicht auf ein Mindestmaß verzichtet werden kann. Dabei ist die diätetisch günstige Wirkung von Grünfutterkonserven und unter diesen vor allem die von Heu besonders hervorzuheben.

9.3 Prinzipien der Rationsgestaltung

9.3.1 Wirkung von Grobfuttermitteln und Konzentraten im Gastrointestinaltrakt

In den meisten Rationen für Pferde werden Grobfuttermittel und Konzentrate kombiniert. Bei deren Einsatz sollten spezifische Wirkungen im Gastrointestinaltrakt berücksichtigt werden. Eine literaturgestützte Zusammenstellung von wichtigen Effekten einseitig rohfaser- oder stärkereicher Fütterung im Verdauungskanal von Pferden ist Tabelle 9.1 zu entnehmen.

Erkennbar ist, dass rohfaserreiche, zum langandauernden Kauen anregende Futtermittel mit deutlich limitiertem Gehalt an Nicht-Struktur-Kohlenhydraten in vielerlei Hinsicht (Kautätigkeit, Magenfüllung und -passage, mikrobielle Tätigkeit, Milieubedingungen etc.) wünschenswert moderate Verhältnisse fördern, während eine stärkereiche Fütterung eher kritisch zu werten ist. Daher ist der Versorgung von Pferden mit Grobfuttermitteln und einer nährstoffbezogenen Begrenzung der Gabe energiereicher (stärke- und auch fettreicher) Konzentrate besondere Sorgfalt zu widmen.

Tab. 9.1: Wirkung einer einseitig rohfaser- oder stärkereichen Fütterung im Verdauungstrakt von Pferden (modifiziert nach Zeyner 1995; die Angaben in Klammern stellen aus konkreten Untersuchungsergebnissen entnommene Werte zur vorläufigen Orientierung dar, die zugrunde liegende Literatur kann der o.g. Quelle entnommen werden)

Kenngröße/Indikator	Fütterung	
	rohfaserreich (Raufutter)	stärkereich (Krippenfutter)
Futterverzehr:		
Verzehrgeschwindigkeit	langsam (40 - 50 min/kg Futter)	hoch (10 min/kg Futter)
Anzahl Kauschläge	hoch (3.000 - 3.500/kg Futter)	niedrig (800 - 1.200/kg Futter)
Speichelbildung	hoch (3,0 - 3,5 kg/kg Futter)	niedrig (1,0 kg/kg Futter)
Durchsaftung des abgeschluckten Bissens	gut (11-15 % TM)	unzureichend (33-38 % TM)
Magen:		
Zufluss : Abfluss von TM im Magen	gemäßigtes Verhältnis (6 : 1) ¹⁾	weites Verhältnis (12 : 1) ¹⁾
TM-Gehalt im Mageninhalt	gemäßigt (< 20%)	hoch (bis ca. 40 %)
Magensaftsekretion	physiologisch	unphysiologisch hoch
Durchdringung des Futterbreis mit Magensaft	gut	verzögert
pH-Wert-Senkung im Futterbrei	physiologisch (bis ca. pH 2)	verzögert - ausbleibend (bis ca. pH 4)
Dünndarm:		
Konzentration an Milchsäure	sehr niedrig (< 1 mmol/l)	hoch (10 - 45 mmol/l)
pH-Wert (gemessen 5. Std. ppr.)	physiologisch (7,3)	z.T. erniedrigt (6,6 - 7,3) ²⁾
Endotoxinkonzentration	sehr niedrig (0,1 - 1,6 µg/g Chymus)	z.T. hoch ²⁾ (1 - 28 µg/g Chymus)
Dickdarm (Messwerte aus dem Blinddarm):		
Konzentration an Milchsäure	niedrig (< 1 mmol/l)	hoch (bis 42 mmol/l ³⁾)
pH-Wert	physiologisch (6,5 - 7,5)	erniedrigt (< 6,5 - < 5 ³⁾)
Endotoxinkonzentration	relativ niedrig (bis 16 µg/g Chymus)	hoch (bis 160 µg/g Chymus)
Disposition für Schleimhautschäden	gering	hoch
Kot:		
pH-Wert	physiologisch (pH 6 - 7)	erniedrigt (pH < 6)

¹⁾ 1 Stunde postprandial nach der Gabe von 1 kg Futter; ²⁾ in Abhängigkeit von der Dünndarmverdaulichkeit der Getreidestärke; ³⁾ sehr hoher Übertritt von Stärke in den Blinddarm; TM = Trockenmasse

9.3.2 Anforderungen an die Versorgung mit Grobfuttermitteln

Strukturwirksame Futtermittel stellen die Futterbasis wildlebender Equiden dar. Auch bei domestizierten Pferden beeinflussen die Art und die Menge an strukturwirksamen Futtermitteln sowohl die Gesundheit des Verdauungstraktes als auch postabsorptive Reaktionen und verantworten so maßgeblich das Wohlbefinden der Tiere. Die positive *Wirkung von strukturwirksamen Grobfuttermitteln* wird im Wesentlichen auf die folgenden Effekte zurückgeführt:

- längere Beschäftigung des Pferdes mit der Futterraufnahme,
- Befriedigung des Kaubedürfnisses,
- ausreichender Zahnabrieb,
- bessere Durchfeuchtung der Futterbissen und Pufferung der Magenflüssigkeit durch den beim Kauen sezernierten Speichel,
- Gewährleistung des optimalen pH-Bereiches für Verdauungsenzyme im Dünndarm sowie
- Stabilisierung der Milieubedingungen im gesamten Verdauungstrakt und
- Sicherung gleichmäßig moderater Fermentationsprozesse vor allem im Dickdarmbereich.

Selbst die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kotes werden durch das Angebot an strukturwirksamen Grobfuttermitteln beeinflusst (siehe Tabelle 9.1), was in Grenzen auch diagnostisch nutzbar ist. Besonders kritisch zu werten ist eine inadäquat niedrige Versorgung im Hinblick auf die Entstehung von Schäden am Gebiss (Bonin et al. 2007) und an der Magenschleimhaut (Meyer et al. 1986, Murray und Schusser 1989, Coenen 1990, Luthersson et al. 2009, Flores et al. 2011) sowie hinsichtlich der Entwicklung von Dickdarmacidose (Zeyner et al. 1992, Medina et al. 2002, Zeyner et al. 2004, Williamson et al. 2007), Koliken (Tinker et al. 1997) und Verhaltensanomalien (Krippensetzen, Koppen, Weben, Holzknabbern und Geophagie: Keenan 1986, McGreevy et al. 1995, Redbo et al. 1998, Wickens und Heleski 2010; Koprophagie: Zeyner 2002; aggressives Verhalten: Gillham et al. 1994, Zeyner 2002, Zeyner et al. 2004). Derartige Probleme werden wahrscheinlich durch ein gleichzeitig hohes Angebot an stärkereichen Futtermitteln verstärkt (Zeyner et al. 1992, McGreevy et al. 1995, Redbo et al. 1998, Medina et al. 2002). So konnten orale Stereotypen und Dysphagien in einigen Experimenten durch die Zulage von Heu zu stärkereichen Konzentraten abgestellt werden (Willard et al. 1977, Gillham et al. 1994, Zeyner et al. 2004). Pferde sind offenbar auch spontan bestrebt die Auswirkungen einer zeitweise niedrigen Aufnahme an strukturwirksamen Futtermitteln durch exzessiven Konsum rohfaserreichen Futters (Marlow et al. 1983) oder ersatzweise von Spänen und Kot (Ellis et al. 2006; Abb. 9.1) zu kompensieren.

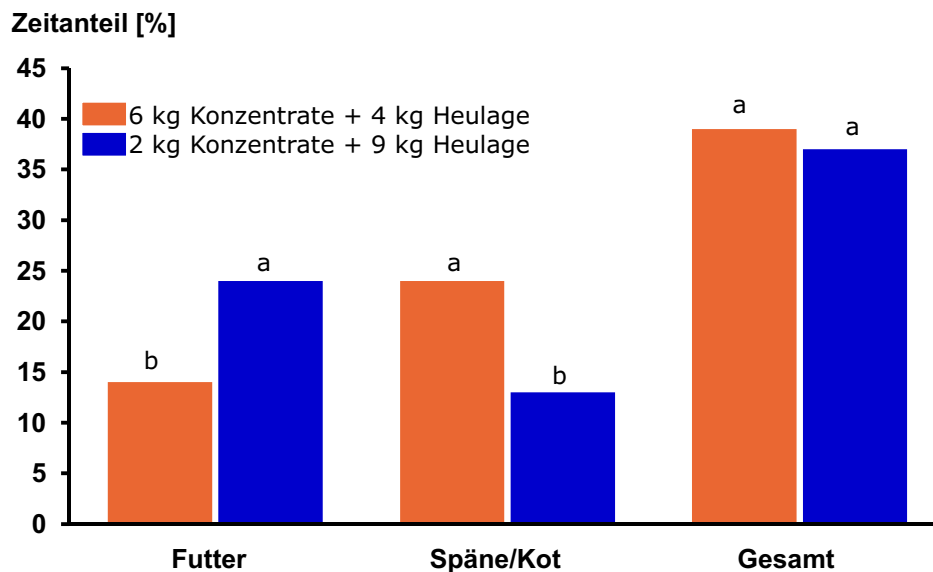


Abb. 9.1: Zeitanteil zu welchem sich Pferde auf der Basis eines unterschiedlichen Angebotes von Konzentraten und Heulage mit der Aufnahme von Futter bzw. Spänen und Kot befassen (18 Warmblutpferde; Beobachtungszeit: 8.00 – 16.00 Uhr; ^{ab} P < 0,001 zwischen den Rationen; nach Ellis et al. 2006)

Insgesamt stellt das Angebot einer ausreichenden Menge an strukturwirksamen Futtermitteln eine wesentliche Forderung artgerechter Rationsgestaltung dar. Die dafür relevante Menge kann auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen nicht exakt ermittelt werden. Basierend auf Ergebnissen zum Kot-pH-Wert empfehlen Williamson et al. (2007) die Gabe von mindestens 2,25 kg Heu pro Tag an Galopprennpferde um eine Dickdarmacidose bei konzentratreicher Fütterung zu vermeiden. Dem entsprechen bei einer für Galopprennpferde angenommenen Lebendmasse (LM) von 450 kg 0,5 kg pro 100 kg LM und Tag. In einem Versuch mit konstantem Konzentratangebot (2 x 0,5 kg Hafer/100 kg LM x d) an Warmblutpferde waren bei schrittweiser Zunahme der Menge an Knaulgrasheu (0,50, 0,67, 0,83 und 1,00 kg/100 kg LM x d mit 60 % Neutrale Detergenzienfaser, 36 % Saure Detergenzienfaser und 3,9 % Saures Detergentienlignin in der Trockenmasse, TM) bei 1 kg Heu pro 100 kg LM und Tag bei als günstig zu beurteilendem Gehalt und Muster an Produkten der mikrobiellen Fermentation im Kotwasser sowohl ein Plateau der bis zu dieser Menge angestiegenen Pufferkapazität des Kotes gegen säuernde Einflüsse erreicht als auch Verhaltensanomalien weitgehend abgestellt worden (Zeyner et al. 2004). Diese Menge kann vorläufig als unbedingt erforderlich angesehen werden, um die Aufrechterhaltung erwünschter Fermentationsprozesse im Dickdarm zu gewährleisten. Aus der Beobachtung, dass Pferde für den Verzehr TM-ärmerer Produkte wie Grünfutter (Weidegras, Grünschnitt) und Grassilage pro Einheit TM im Vergleich zu Heu etwa gleich viel oder sogar etwas mehr Zeit benötigen (Zeyner et al. 2003, 2009) könnte geschlossen werden, dass für praktische Belange eine TM-äquivalente Umrechnung ausreichend sein sollte. Voraussetzung hierfür wäre, dass das Futter nicht wesentlich vorzerkleinert ist. Heubriketts, -cobs und -pellets werden jedoch in kürzerer Zeit verzehrt als Langheu (Meyer et al. 1975, Lengwenat et al. 1999). Derart vorzerkleinerte und kompaktierte

Grünfutterkonserven sind im Vergleich zu Langheu offenbar auch weniger gut geeignet, dem im Dickdarm säuernd wirkenden Einfluss stärkereichen Futters entgegenzuwirken (Lengwenat et al. 1999).

Trotz der obigen optimistischen Betrachtung ist bei einer TM- oder auch Gerüstsubstanz-äquivalenten Übertragung der genannten, minimal erforderlichen Heumenge auf andere Grobfuttermittel Vorsicht geboten. Die Futteraufnahmedauer als Indikator erlaubt noch keine Beurteilung der Qualität des Kauprozesses und eine diesbezüglich eindeutige Relation zu analytisch erfassbaren Gerüstkohlenhydratfraktionen konnte nach einer Auswertung des Schrifttums (Meyer et al. 1975, Bogner und Grauvogel 1984, Vermorel und Mormède 1991, Dulphy et al. 1997, LaCasha et al. 1999, Lengwenat et al. 1999, Cuddeford 2002, Zeyner 2002, Noergaard et al. 2003, Zeyner 2003, Ellis und Hill 2005, Ellis et al. 2005, Harris et al. 2005, Ordakowski-Burk et al. 2005, Brüssow 2006, Zeyner et al. 2006, Pearson et al. 2006, Brøkner et al. 2007, Bochnia 2009, Zeyner et al. 2009, Janis et al. 2010, Vervuert et al. 2010, Zeyner et al. 2010) auch nicht identifiziert werden. Weiterhin ist zu beachten, dass offenbar spezifische enterale und extraenterale Wirkungen einzelner Grobfuttermittel existieren. So scheint Heu, nicht aber Stroh, aus noch nicht geklärter Ursache eine weitgehend von der Kationen-Anionen-Differenz der Ration unabhängige Pufferwirkung gegen metabolisch säuernde Einflüsse zu entfalten (Kienzle et al. 2006, 2009, Romanowski et al. 2011, Goren, unveröffentlicht). Auch war in einer Untersuchung von Zeitler-Feicht et al. (2010) das Bedürfnis, Grobfutter zu verzehren, bei Pferden die weniger als 1 kg Heu oder Heulage pro 100 kg LM und Tag erhalten hatten trotz ad libitum-Angebot von Stroh nicht gedeckt. Die in dem beschriebenen Umfang restriktiv mit Heu ernährten Tiere zeigten zudem eine erhöhte Aggressionsbereitschaft. Weiterhin ist das Obstipationsrisiko bei Pferden, die große Mengen an Stroh verzehren, erhöht, was bei der Aufnahme von Grünfutter und Grünfutterkonserven (Ausnahmen: lang gewachsener Klee, Windhalm) nicht zutrifft. Aus verschiedenen Untersuchungen ist eine in vielfacher Hinsicht günstige diätetische Wirkung von Grünfutter und Grünfutterkonserven (v.a. Heu) im Vergleich zu Stroh erkennbar, die nicht mit Hilfe üblicher Analysefraktionen bzw. daraus berechneter Indizes erklärt werden kann. Auch die absolute TM-Aufnahme und die Kauaktivität entziehen sich beim Pferd offenbar in weit höherem Maße als beim Wiederkäuer einer Schätzung über die eben genannten Größen.

So kann Folgendes zusammengefasst werden:

Bisherige Bemühungen, die Strukturwirksamkeit von Futtermitteln mit Hilfe der in der Tierernährung gängigen Methoden und Messgrößen (Verzehrdauer, Kauaktivität, analytisch erfassbare Gerüstkohlenhydrate und aus den genannten Größen berechnete Indizes) zu charakterisieren, sind fehlgeschlagen.

Darüber, was ein strukturwirksames Futtermittel für Pferde ist, existieren zwar gut nachvollziehbare und durchaus auch praktikable, aber eben nur empirisch gewonnene Vorstellungen, durch eine Maßzahl charakterisieren lässt sich die Strukturwirksamkeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht. Hinzu kommt, dass die oben erwähnte Empfehlung von 1 kg Heu pro 100 kg LM und Tag (Zeyner et al. 2004) nur die zur Aufrechterhaltung der Dickdarmgesundheit unbedingt erforderliche Menge markiert und keinesfalls eine aus Sicht aller physiologischen Größen optimale Versorgung darstellt. Von frei lebenden Przewalski-Stuten wurde eine Aufnahme an TM aus dem Weideaufwuchs je nach Jahreszeit zwischen etwa 3,3 und im Extremfall 5,1 % der LM realisiert (Kuntz et al. 2006; Messung mittels n-Alkan-Methode). Bei aufgestellten Pferden variiert die spontane TM-Aufnahme aus Grobfutter nach den dazu vorliegenden Studien (Ehrenberg 1964, Chenost und Martin-Rosset 1985, Martin-Rosset und Dulphy 1987, Houbiers und Smolders 1990, Dulphy et al. 1997ab, Vermorel et al. 1997, Bergero et al. 2002, Pearson et al. 2006, Damke 2007, Edouard et al. 2009, Longland et al. 2011b) zwischen 1,3 und 4,0 % der LM und bei der Einbeziehung von Konzentraten um $3,8 \pm 0,8$ % der LM (Argo et al. 2002,

Hennecke and Callaham 2009: Auswertung von Ellis 2010 unter Berücksichtigung des Einflusses der Adaptationszeit). Der physiologische Status (z.B. besonders hohe TM-Aufnahme in der Laktation: Martin-Rosset et al. 1978), die individuelle Disposition und die Adaptation an das Futter spielen dabei eine nicht unmaßgebliche Rolle.

Aus entwicklungsgeschichtlicher Sicht stellt die Begrenzung des Futterverzehrs offenbar eine verzichtbare Größe dar und ist daher regulativ nur schwach ausgeprägt (Übersicht siehe Ellis 2010). Dem Bedürfnis, nach einer zeitlich und dem prozentualen Anteil am natürlichen Verhaltensspektrum nach ausgedehnten Beschäftigung mit Futtersuche und -aufnahme kommt dagegen offenbar eine übergeordnete Bedeutung zu. Dieses Verhalten ist aus phylogenetischer Sicht plausibel und vor allem überlebensnotwendig. Nach dem heutigen Stand des Wissens erscheint es sogar legitim zu sein, der für die ad libitum-Aufnahme von (Grob-) Futter benötigten Zeit einen dominierenden Stellenwert bei der Bemessung einer artgerechten Bedürfnissen angepassten Futtermenge einzuräumen.

Futtersuche und -aufnahme stellen für Equiden offenbar ein Grundbedürfnis mit hoher Priorität in der Bedürfnisbefriedigung dar.

So verbringen frei lebende Pferde ursprünglicher bzw. extensiver Rassen, wie Przewalski-Pferde, Koniks, Carmargue-Pferde und Isländer (Duncan 1980, Boyd et al. 1988, Magnusson und Thorhallsdottir 1994, Van Dierendonck et al. 1996, Berger et al. 1999, Vulink 2001, Souris et al. 2007) sowie domestizierte, unter naturnahen Bedingungen gehaltene Pferde (Krull 1994, Eduoard et al. 2009) im Mittel $12,5 \pm 2,82$ Stunden am Tag mit der Aufnahme von Futter. Unter den Bedingungen in Deutschland von Mai bis September auf der Weide gehaltene, domestizierte Pferde verschiedener Rassen beschäftigten sich zwischen 42 – 67 % des 24-Stunden-Tages mit der Aufnahme von Weidegras (Krull 1984). Etwa ein Drittel der gesamten Grasungszeit entfiel dabei auf die Nachtstunden (Abb. 9.2).

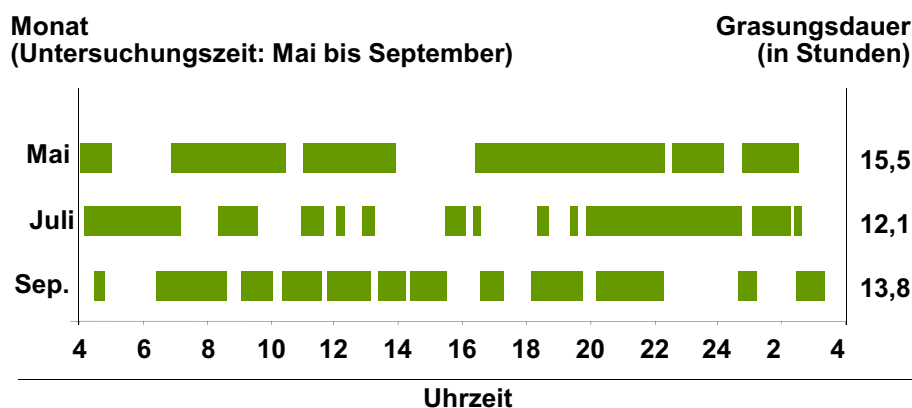


Abb. 9.2: Grasungszeit und -dauer domestizierter Pferde auf der Weide (Krull 1994)

Die Tageslichtlänge scheint eine wesentliche, positiv mit der Futteraufnahmedauer korrelierte Stellgröße darzustellen (Fuller et al. 2001). Aus Untersuchungen an Przewalski-Pferden existiert weiterhin der Hinweis darauf, dass die Tiere im Winter - unter den Bedingungen eines knappen Futterangebotes, kalter Umgebungstemperaturen und kurzer Tageslichtlängen - einen hypometabolen Stoffwechsel entwickeln (Arnold et al. 2006, Kuntz et al. 2006). Aus dieser Sicht gehören in gewissem Umfang Nahrungskarenz und eine adaptive Katabolie zum natürlichen Regulationsspektrum von Equiden. Inwieweit sich dieser Schluss erhärten lässt, bzw. ob er auf domestizierte Pferde unter modernen Haltungsbedingungen übertragbar ist, bleibt zu prüfen. Unabhängig davon kann jedoch festgehalten werden, dass beim überwiegenden Teil der heute üblichen Haltungsformen die genannten Regelgrößen – Umgebungstemperatur, (Tages-) Lichtlänge und Futterknappheit - ihre Bedeutung vollständig oder zumindest teilweise eingebüßt haben. Sogar bei in Freilandhaltung gehaltenen aber sportlich genutzten Pferden dürfte die Nutzungsform der Entwicklung eines hypometabolen Stoffwechselprofils entgegenstehen.

Bezug nehmend auf die o.g. Literaturobwertung und die daran angeschlossene Diskussion kann auch für hiesige Bedingungen angenommen werden, dass die Gewährleistung von wenigstens 12 Stunden Futteraufnahmezeit täglich ($\geq 50\%$ innerhalb von 24 Stunden) dem arttypisch fixierten Verhaltensspektrum entsprechen dürfte. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Krull (1994; Abb. 9.2) wird deutlich, dass unter hiesigen Bedingungen, d.h. unter weitgehender Bedeutungslosigkeit von Regelgrößen wie Tageslichtlänge und Umgebungstemperatur, die Forderung nach der Gewährleistung einer Futteraufnahmezeit von 12 Stunden täglich nur eine untere Grenze markiert. Diese Empfehlung bezieht sich weitgehend auf die Aufnahme von Grobfuttermitteln (überwiegend Grünfütter und -konserven), da Konzentrate nicht über deren positive diätetische Eigenschaften verfügen. Nach einer Erhebung von Ellis und Hill (2006) verbringen domestizierte Pferde bei der heute unter Stallhaltungsbedingungen üblichen Futterzuteilung nur etwa 26 % der Zeit (innerhalb von 24 Stunden) mit der Aufnahme des dargebotenen Futters (außer Einstreu). Bei Annahme einer Verzehrdauer von etwa 40 min pro kg TM aus Heu (Meyer und Ahlswede 1983, Brüssow 2006, Brökner et al. 2008, Bochnia 2009, Zeyner et al. 2009; gültig für Großpferde) und der zur Aufrechterhaltung erwünschter Fermentationsbedingungen im Dickdarm minimal erforderlichen Aufnahmemenge von 1 kg pro 100 kg Lebendmasse und Tag (Zeyner et al. 2004) würde ein 600 kg schweres Warmblutpferd nur etwa 3,5 Stunden täglich mit dem Verzehr von Grobfütter in Form von Heu (bei einem TM-Gehalt von 86 %) verbringen. Dem entsprächen rd. 15 % des insgesamt verfügbaren Zeitbudgets, was absolut unzureichend ist. Die Zulage von Konzentraten (Getreide, stärkereiches Mischfütter) mit einer unterstellten Verzehrdauer von etwa 10 min pro kg würde zeitlich einen nur unmaßgeblichen Zugewinn bedeuten und wäre wie bereits erwähnt aus diätetischer Sicht nicht mit den erwünschten positiven Wirkungen besetzt. In begrenztem Umfang könnte die Aufnahme von Stroh aus der Einstreu Abhilfe schaffen (bei Großpferden wird hierfür eine Futteraufnahmedauer von etwa 50 min/kg TM unterstellt; Literatur siehe Verzehrdauer für Heu), dies aber nur bei Verfügbarkeit von ausreichend viel Einstreu und einer befriedigenden hygienischen Beschaffenheit des Streustrohs, was nicht immer gegeben ist. Zudem sollte die tägliche Aufnahme von Stroh auf 1 % der LM begrenzt werden um Obstipationskoliken zu vermeiden. Abseits von preislichen Erwägungen und solchen zur Futtermverfügbarkeit steht unter modernen Haltungs- und Fütterungsbedingungen weiterhin die an sich vordringliche Frage nach der ernährungsphysiologischen Realisierbarkeit einer Futteraufnahmedauer von mindestens 12 Stunden pro Tag. Tabelle 9.2. soll die Problematik verdeutlichen.

Tab. 9.2: Energiebedarfsdeckung von Warmblutpferden und Ponys unter Erhaltungsbedingungen bei Gewährleistung einer Futteraufnahmezeit von 12 Stunden pro Tag aus Wiesenheu oder Wiesenheu und Stroh (Beispielrechnung)

Rasse (LM, in kg)	Trockenmasse- aufnahme		Energie- aufnahme ¹⁾ MJ ME	Energie- bedarf ²⁾ MJ ME	Energie- bedarfsdeckung in %
	kg TM	% LM			
Warmblut (600)	Heu 18,0 ³⁾	3,5	119	63	199
Shetlandpony(200)	Heu 9,0 ⁴⁾	5,2	59	21	280
Warmblut (600)	Heu 10,5 ³⁾	2,8	96	63	152
	Stroh 6,0 ⁴⁾				
Shetlandpony (200)	Heu 6,5 ³⁾	4,2	52	21	248
	Stroh 2,0 ⁴⁾				

¹⁾Berechnung des Gehaltes an umsetzbarer Energie (ME) in Futtermitteln siehe Kienzle und Zeyner (2010): hier für Heu und Stroh 6,6 und 4,5 MJ ME/kg TM; ²⁾Energieerhaltungsbedarf für Pferde siehe Kienzle et al. (2011): normalgewichtige Warmblutpferde und Shetlandponys 0,52 und 0,40 MJ ME/kg LM^{0,75}; ³⁾unterstellte Futteraufnahmezeit für Heu: Großpferde vs. Ponys - 40 vs. 80 min/kg TM;

⁴⁾unterstellte Futteraufnahmezeit für Stroh: Großpferde vs. Ponys - 50 vs. 100 min/kg TM

Aus der Beispielrechnung geht hervor, dass bei Verwendung üblicher Grobfuttermittel und Einhaltung futtermittelspezifischer Restriktionen (hier: Strohmenge) sowie Gewährleistung einer Futteraufnahmezeit von 12 Stunden täglich der Energieerhaltungsbedarf beim Großpferd um bis zu 100 % sowie beim Pony um bis zu 180 % überschritten werden kann, was unvermeidbar ist. Gleiches trifft bei Verwendung von Weidegras, Silagen und Heulagen als Grobfuttermittel zu. Da der überwiegende Teil der Pferde hierzulande im Erhaltungsstoffwechsel steht bzw. nur leichte bis allenfalls mittlerer Arbeit verrichtet, wäre die Situation auch beim arbeitenden Pferd nur unwesentlich gebessert. Die Kalkulation enthält jedoch auch Unschärfen, die aus einer tradierten und nicht immer ausreichend reflektierten additiven Betrachtungsweise resultieren. So basieren die pro kg Futter-TM unterstellten Verzehrzeiten auf unter weitgehend standardisierten Bedingungen bei meist deutlich limitiertem Futterangebot gewonnenen Versuchsergebnissen. Auch wenn aufgrund spezifischer anatomischer und physiologischer Voraussetzungen nicht zu erwarten ist, dass eine Ermüdung der Kaumuskulatur die Futteraufnahme begrenzt, kann bei lang andauerndem Futterverzehr die Verzehrsgeschwindigkeit variieren. Aus entsprechenden Untersuchungen (Bochnia 2009, Longland et al. 2011b, Becker, in Vorbereitung, Orgis, in Vorbereitung) ist bekannt, dass Art und Menge des vor der eigentlichen messtechnischen Erfassung aufgenommenen Futters bzw. die Art und Weise der Verabfolgung das Ergebnis modifizieren und die tierindividuelle Variation erhöhen können. Weiterhin beschreiben die Messungen zur spontanen Futteraufnahme von Pferden unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen ein weit komplexeres Verhalten als die reine verzehrtechnische Bewältigung gegebener Futtermengen. Einbezogen sind ein langsames Voranschreiten beim Grasens, ein selektives Futtersuch- und Futterauswahlverhalten und ggf. kleinere Pausen für sondierende und absichernde Orientierung. Hinzu kommt die in der Regel weit geringere Energie- und Nährstoffdichte des Futters unter natürlichen Bedingungen.

Unter Berücksichtigung der genannten Aspekte kann das Folgende resümiert werden:

Pferden sollte innerhalb eines 24 Stunden-Tages so lange wie möglich die Gelegenheit gegeben werden, ihrem artspezifisch fixierten Bedürfnis nach Futtersuche- und Futterverzehr nachzukommen. Dafür sind Grobfuttermittel, vornehmlich Grünfutter und Grünfutterkonserven, vorzusehen. Unter modernen Haltungsbedingungen gilt es die folgenden begrenzenden Faktoren zu beachten:

- *das individuelle Bedürfnis des Pferdes nach anderweitiger Beschäftigung (Sozialkontakt, Ruhen, Spontanbewegung),*
- *Pausen aufgrund der Nutzung des Pferdes durch den Menschen,*
- *Vermeidung von Luxuskonsum vor allem aus energetischer Sicht (besonders bedeutsam für Robustpferde) und*
- *futtermittelspezifische Restriktionen.*

Die Vermeidung des Luxuskonsums stellt sicherlich eine der größten Herausforderungen dar. Um Pferde mit der Futtersuche zu beschäftigen und dennoch den Futterverzehr einzuschränken, existieren eine Vielzahl von Möglichkeiten. Dazu gehören unter anderem eine Energieverdünnung des Futters durch die Einbeziehung von Stroh ebenso wie die Verlangsamung der Futteraufnahme durch die Beigabe von Häcksel zum Krippenfutter (Meyer et al. 1975, Ellis et al. 2005, Harris et al. 2005), die Verwendung spezieller Gitterroste über der Futterkrippe bzw. an der Heu-Vorratsraufe (Pirkelmann et al. 2008), das Futterangebot aus entsprechend engmaschigen Heunetzen (Zeitler-Feicht und Walker 2005) oder von sog. Futterbällen mit Öffnungen, aus denen das Futter herausgezogen wird (Winskyll et al. 1996: modifizierter „Edinburgh Foodball“), die Verwendung von Maulkörben, welche die Erfassung des Futters mit den Lippen erschweren (Longland et al. 2011b), oder hochfrequent aber in der Dosierung sehr sparsam eingestellte Futterautomaten und die Haltung der Pferde in sog. Bewegungsställen mit dem Freßplatz vorgelagerten Wegstrecken (Rose-Meierhöfer et al. 2010).

Die beschriebenen Möglichkeiten sind in unterschiedlichem Maße hilfreich, eine vollständig befriedigende Lösung liegt jedoch noch nicht vor. Die Begrenzung der TM-Aufnahme durch ein zeitlich eingeschränktes Futterangebot scheint – anders als die Verwendung von den Verzehr einschränkenden Maulkörben - zumindest bei Ponys auf der Weide keine zielführende Maßnahme darzustellen. So lernten normalgewichtige Ponys, welche täglich nur 3 Stunden lang auf die Weide gebracht wurden und ansonsten eine energiearme Heulage ad libitum erhielten, innerhalb von 6 Wochen ihren TM-Verzehr in den 3 Stunden Grasungszeit auf 50 % der täglich spontan verzehrten Menge (2 % der LM) zu steigern (Longland et al. 2011b; Abb. 9.3).

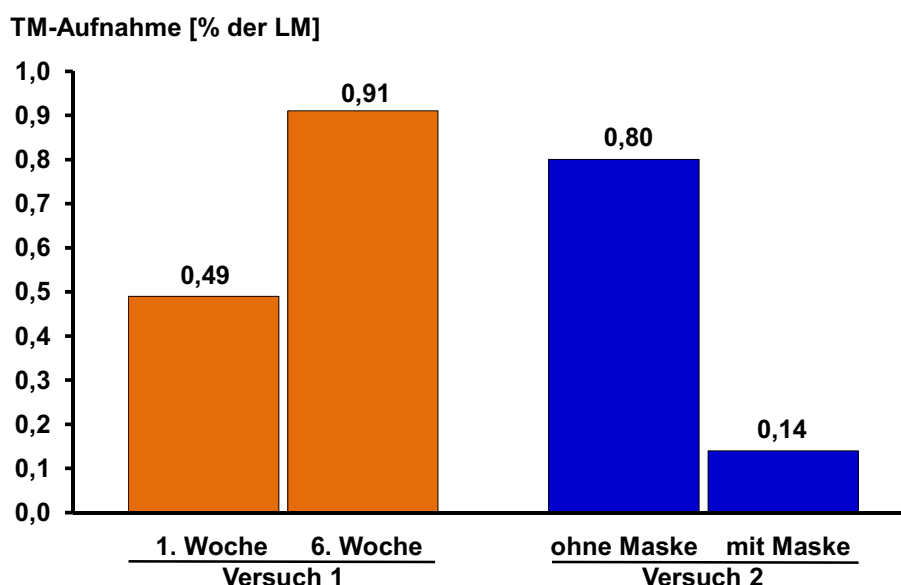


Abb. 9.3: Lebendmassebezogene Trockenmasseaufnahme aus Weidegras von normal-gewichtigen Ponys bei einer Grasungszeit von drei Stunden täglich.

Die Tiere erhielten weiterhin eine energiearme Heulage ad libitum. In Versuch 1 steigerten die Ponys als Reaktion auf den zeitlich begrenzten Zugang zur Weide die Aufnahme von Weidegras innerhalb von 6 Wochen erheblich. In Versuch 2 resultierte der Einsatz einer maukorbähnlichen Maske, welche die Futteraufnahme erschwerte, die Trockenmasseaufnahme aus Weidegras sehr effektiv. Die dargestellten Ergebnisse entstammen Untersuchungen von Longland et al. (2011a).

Aus ernährungsphysiologischer Sicht wäre es begrüßenswert, den Energiebedarf von Pferden aller Nutzungsrichtungen allein aus Grobfuttermitteln zu decken, und Krippenfutter allenfalls für eine nach spontaner Grobfutteraufnahme noch bestehende energetische Deckungslücke bzw. eine ergänzend notwendige Zufuhr von Mineralstoffen, Vitaminen und ggf. hochwertigem Protein sowie in begründeten Ausnahmefällen für diätetisch notwendige Maßnahmen zu nutzen. Unter praktischen Bedingungen ist dies jedoch nicht in allen Fällen durchsetzbar.

Zu fordern ist, dass zumindest der Energieerhaltungsbedarf allein über Grobfuttermittel, und hier vornehmlich Grünfutter und Grünfutterkonserven, gedeckt wird. Bei aufgestallten Pferden sollte zusätzlich ausreichend Stroh hoher hygienischer Qualität als fressbare Einstreu zur Verfügung stehen um das arttypische Futteraufnahmeverhalten zu unterstützen. Ausnahmen können nur mit gesundheitlichen Bedenken (z.B. chronischer Husten) begründet werden.

Bei der hier favorisierten Fokussierung auf die Dauer des Grobfutterverzehr dar die Frage nicht außer Acht gelassen werden, ob dadurch auch gewährleistet wird, dass den Mikroorganismen im Dickdarmbereich ausreichend hohe Mengen an fermentierbaren Kohlenhydraten zur Verfügung gestellt werden. Die Beispielrechnungen in Tabelle 9.2 zeigen, dass allein für die Deckung des Energieerhaltungsbedarfes bei mittelgroßen Pferden die Verabfolgung von TM aus Heu in Höhe von wenigstens 1,5 % der LM notwendig sind, was unter Bezugnahme auf die zur Aufrechterhaltung einer ungestörten Dickdarmfermentation geforderten Heumenge von 1 % der LM (Zeyner et al. 2004) eindeutig ausreichend sein sollte.

Spezifische Eigenschaften von Grobfuttermitteln können jedoch *futtermittelspezifische Restriktionen* erfordern.

So sollte zur Vermeidung von Obstipationskoliken täglich nicht mehr als 1 kg Stroh pro 100 kg LM gegeben werden, und dies auch nur an Pferde, die regelmäßig und ausreichend bewegt werden. Für Pferde mit Störungen der Insulinsensitivität (herabgesetzte Insulinsensitivität bei Pferden mit Equinem Metabolischen Syndrom, Morbus Cushing und vermutlich auch erhöhter Neigung zu Hufrehe mit bis dato unbekannter Ursache; erhöhte Insulinsensitivität bei Pferden mit Polysaccharidspeichermyopathie) könnten nach neueren Untersuchungen Nicht-Struktur-Kohlenhydraten (NSC: mono- und dimere Zucker, Fruktane) aus Grünfutter und -konserven ein kritisches Potential bergen. Diese vermögen bei disponierten Tieren ähnlich wie Stärke (siehe Kapitel 9.3.3) eine gesteigerte postprandiale Insulinreaktion zu verursachen (Bailey et al. 2007, Borgia et al. 2010).

In Silagen (Ott et al. 2008) und Heulagen sowie mit Warmluft (40 °C) getrocknetem, in diesem Umfang jedoch nicht zwangsläufig auch in bodengetrocknetem Heu (Hoedtke et al. 2010a) findet durch den Konservierungsprozess offenbar ein beachtlicher Abbau von NSC statt. Zu beachten ist jedoch, dass infolge proteolytischer und desmolitischer Prozesse bei der Silierung (Hoedtke et al. 2010) der Gehalt an biogenen Aminen erheblich ansteigen kann (Hoedtke et al. 2011). Biogenen Aminen wird ein eigenständig kritisches Potential u.a. für die Entstehung von Hufrehe beigemessen (Bailey et al. 2002).

Auch das Wässern von Heu vermag potentiell den Gehalt an mono- und dimeren Zuckern sowie Fruktanen zu reduzieren, das Ausmaß dieser Reduktion und die Auswirkungen des Wässerns auf den Futterverzehr sind jedoch schwer vorhersehbar (Longland et al. 2011a). Denkbar ist auch eine negative Beeinflussung des Gehaltes an einzelnen Mineralstoffen. Zudem weist gewässertes Heu unter bestimmten Umständen einen beschleunigten mikrobiellen Verderb auf (Poppe 2009).

Im Hinblick auf die Häufigkeit des Grobfutterangebotes erfordert bereits die wünschenswert lang andauernde Beschäftigung von Pferden mit Futtersuche und -aufnahme eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der angebotenen Menge über den Tag. Anzustreben ist eine annähernd homogene Verteilung der Zyklen aus Futtersuche und -verzehr, unter praktischen Bedingungen jedoch zumindest die Vorlage des Grobfutters zu wenigstens zwei in ungefähr gleichem Abstand voneinander liegenden Zeiten. Bei Verabfolgung von Grünfutterkonserven und Konzentraten zu einer Mahlzeit erweist sich aus ernährungsphysiologischer Sicht die Gabe der zuerst genannten Futterkomponente als die eindeutig zu bevorzugende Variante (Schwabenbauer 1997, Meyer et al. 1993, Zeyner et al. 2004). Bei der nur noch selten anzutreffenden Gabe von Konzentraten zu Stroh als alleinigem Grobfuttermittel ist zwar grundsätzlich eine Umkehr der Futterreihenfolge zu empfehlen (Schwabenbauer 1997), nach den neueren Erkenntnissen zur Pferdeernährung erweist sich dieser Rationstyp jedoch als obsolet.

9.3.3 Futtermittel- und nährstoffspezifische Begrenzung der Konzentratmenge

Praxisübliche Rationen für Pferde sind häufig energiereich, entweder um die gewünschte Leistung zu ermöglichen oder aufgrund einer Fehleinschätzung des tatsächlichen Bedarfs durch den Pferdehalter. Getreidestärke ist der traditionelle Hauptenergieträger in der Pferdefütterung. Es werden aber auch Futterfette als energiereiche Komponenten in die Rationsgestaltung einbezogen. Der Verdauungstrakt von Pferden ist weder an die Zufuhr hoher Mengen an Stärke noch an Fett adaptiert. Daher sollte die Aufnahme stärke- und fettreichen Futters limitiert werden.

Stärke

Die Aktivität der stärke-spaltenden Amylase ist im Dünndarm des Pferdes mit 5 bis 40 Einheiten (Units, U) pro g Dünndarminhalt (Radicke 1990, Landes 1992, Kleffken 1993, Illenseer 1994, Rottmann 1994, Heintzsch 1995, Landes und Meyer 1998) wesentlich niedriger als beim Schwein (Kamphues 1987: 400 bis 600 U/g) und unterschreitet teilweise sogar die bei carnivor-omnivoren bzw. carnivoren Spezies gemessenen Aktivitäten (Kienzle 1988 bzw. 1993: Hund 50 bis 600 U/g bzw. Katze 20 bis 40 U/g). Das Enzym weist tierindividuell teils erhebliche Aktivitätsunterschiede auf und ist offenbar nur in begrenztem Umfang substratabhängig induzierbar (Radicke et al. 1992, Heintzsch 1995).

Aufgrund der niedrigen Amylaseaktivität besteht bei der Zufuhr hoher Stärkemengen das Risiko, dass unerwünscht hohe Anteile des Polysaccharids den Dünndarm unverdaut passieren und im Dickdarm Verdauungsstörungen auslösen. Dies kann zu Koliken und Hufrehe führen, letztere im Gefolge einer caecalen Acidose (Garner et al. 1975). Ergebnisse zur Verdaulichkeit von Stärken unterschiedlicher Herkunft und Futteraufbereitung bis zum Ende des Dünndarmes von Pferden sind in Tabelle 9.3 zusammengefasst.

Demnach variiert die praecaecale Verdaulichkeit von Stärke aus Getreidekörnern und stärkereichem Mischfutter bei unterschiedlicher Menge und Aufbereitung zwischen 20 und nahezu 100 %. Einerseits mag diese Spanne tatsächliche Unterschiede in der praecaecalen Verdaulichkeit der Stärke unterschiedlicher Provenienz widerzuspiegeln, andererseits wurden die in Tabelle 9.3 zusammengestellten Ergebnisse unter teils deutlich verschiedenen Versuchsbedingungen gewonnen, weswegen der Einfluss des Futters nicht sicher von dem der Methode getrennt werden kann. Festzuhalten bleibt dennoch, dass Haferstärke im Mittel offenbar am besten, (hydro-)thermisch unbehandelte Gersten- und Maisstärke dagegen weniger gut praecaecal verdaulich ist. Mit der mobilen Beuteltechnik an caecal fistulierten Tieren gewonnene Ergebnisse wurden in die vorgestellte Auswertung nicht einbezogen, da mit dieser Methode offenbar systematisch höhere Verdaulichkeiten gemessen werden als mittels Chymussammlung. Ein direkter Vergleich von mit mobiler Beuteltechnik gewonnenen Ergebnissen erscheint jedoch legitim. Mit dieser Nylonbeuteltechnik gemessene Dünndarmverdaulichkeiten bestätigen die beschriebene Überlegenheit von Hafer- gegenüber Gersten- und Maisstärke (Rosenfeld und Austbø 2009). Sehr feines Schrotens des Getreidekorns und Amylasezusatz scheinen die praecaecale Verdaulichkeit zu erhöhen (Meyer et al. 1995). In der praktischen Fütterung sollte mehlartiges und fein geschrotenes Getreide aufgrund der möglichen Begünstigung von Magenschleimhautschäden jedoch nicht eingesetzt werden. Auch kann es zur unerwünschten Aspiration feiner Futterpartikel während der Futteraufnahme kommen. Als Bestandteil pelletierter Mischfuttermittel könnten fein zerkleinerte Komponenten die Verdaulichkeit der Stärke bis zum Ende des Dünndarmes verbessern. In Untersuchungen mit mobiler Nylonbeuteltechnik war die praecaecale Stärkeverdaulichkeit aus entweder nur gemahlenen oder nach dem Vermahlen zusätzlich pelletierten Hafer-, Gersten- und Maiskörnern nicht signifikant voneinander verschieden (Rosenfeld und Austbø 2009). Ein Vergleich mit heilen Getreidekörnern wurde in dieser Studie nicht durchgeführt. Aus Experimenten mit Masthühnerküken existieren Hinweise darauf, dass eine sehr feine Vermahlung von Getreide über die dann höhere Viskosität des Darminhaltes die Dünndarmverdaulichkeit zu reduzieren vermag (Yasar 2003). Die praxisüblich gröbere Zerkleinerung von Getreidekörnern durch Quetschen, Brechen oder grobes Schrotens beeinflusst die praecaecale Verdaulichkeit der Stärke nicht signifikant. Ein wesentlicher Teil der bestehenden Unterschiede hinsichtlich der Verdaulichkeit von Stärke bis zum Ende des Dünndarmes kann auf die Morphologie der Stärkegranula zurückgeführt werden (Kienzle et al. 1997). Diese ist durch Temperatur, Druck, Dampf- oder Mikrowellenbehandlung modifizierbar. Bei einem direkten Vergleich war Stärke aus expandiertem Mais deutlich höher praecaecal verdaulich als solche aus unbehandelten oder zerkleinerten Körnern (Meyer et al. 1995).

Tab. 9.3: Verdaulichkeit von Stärke unterschiedlicher Herkunft und Aufbereitung bis zum Dünndarmende des Pferdes

Futter- mittel	Aufbereitung, Produkt	Stärke [g/kg LM u. MZ]	pcVQ [%]	n ¹⁾	Methode	Referenz
Hafer	geschrotet	1,04	91,1	3	IF	Arnold et al. (1981)
	gequetscht	1,21	81,0	4	IF	Arnold (1982)
	gequetscht	1,77	85,2	5	JF	Wilke (1992)
	grob gemahlen	1,80	98,0	2	JF	Radicke (1990)
	heil	2,00	83,5	5	JF	Wilke (1992)
	mikronisiert	2,40	62,4	4	IF	Householder et al. (1977)
	gequetscht	1,21	81,0	4	IF	Arnold (1982)
	heil	m1,9 / a1,2	87,4	6	JF	Illenseer (1994)
	heil	m3,9 / a1,0	97,7	6	JF	Illenseer (1994)
Mais	Silage	1,00	79,7	4	JF	Rottmann (1994)
	geschrotet	1,05	78,2	3	IF	Arnold et al. (1981)
	grob gemahlen	1,13	63,4	4	IF	Hinkle et al. (1983)
	gequetscht	1,34	80,9	4	IF	Arnold (1982)
	expandiert	1,40	90,1	4	JF	Meyer et al. (1995)
	grob gemahlen	1,80	70,8	2	JF	Radicke (1990)
	grob gemahlen	1,85	20,0	4	JF	Meyer et al. (1995)
	Corn Cob Mix	1,90	65,4	4	JF	Rottmann (1994)
	heil	2,06	28,9	5	JF	Wilke (1992)
	grob gem. + A	2,12	57,5	4	JF	Meyer et al. (1995)
	grob gemahlen	2,15	47,3	4	JF	Meyer et al. (1995)
	geschrotet	2,18	29,9	5	JF	Wilke (1992)
	grob gem.	2,23	59,6	4	IF	Hinkle et al. (1983)
	grob gem.	3,16	54,3	4	IF	Hinkle et al. (1983)
	grob gem.	3,43	65,8	4	IF	Hinkle et al. (1983)
Gerste	gequetscht + E	0,71	88,4	3	JF	Heintzsch (1995)
	gequetscht + E	1,26	74,0	3	JF	Heintzsch (1995)
	gequetscht	1,31	75,3	3	JF	Heintzsch (1995)
	gequetscht	1,35	78,1	3	JF	Heintzsch (1995)
	gequetscht	1,50	(95,5) ²⁾	4	IF	Arnold (1982)
	gequetscht	1,97	21,5	4	JF	Kleffken (1993)
Hirse	gequetscht	1,19	80,3	4	IF	Arnold (1982)
	geschrotet	1,30	94,3	3	IF	Arnold et al. (1981)
	mikronisiert	2,80	56,4	4	IF	Householder et al. (1977)
	gequetscht	3,00	36,2	4	IF	Householder et al. (1977)
Tapioka	grob gem.	m2,0 / a1,7	9,0	6	JF	Illenseer (1994)
Kartoffel	heil	m2,0 / a1,2	6,5	6	JF	Illenseer (1994)
MF	fettreich	0,76	74,6	3	JF	Heintzsch (1995)
	fettreich + A	0,76	75,7	3	JF	Heintzsch (1995)
	gemahlen	0,90	91,4	4	p.m.	Wolter und Gouy (1976)
	gemahlen + L	1,10	88,9	2	CF	Lindemann et al. (1983)
	gem. und pell.	1,30	91,3	8	p.m.	Wolter und Gouy (1976)
	M+LGM, pell.	1,94	54,0	4	p.m.	Hintz et al. (1971b)
	gemahlen + S	2,10	95,5	2	CF	Lindemann et al. (1983)
	pelletiert	2,32	93,6	8	p.m.	Wolter und Gouy (1976)
	Getreide, hb	2,38	89,8	8	p.m.	Wolter und Chaabouni (1979)
	M+LGM, pell.	3,23	71,4	4	p.m.	Hintz et al. (1971)

a, abends; A, α -Amylase; CF, Caecumfistel; E, Enzyme (α -Amylase, Xylanase, β -Glucanase, Pectinase); gem., gemahlen; hb, hydrothermisch behandelt; IF, Ileumfistel; JF, Jejunumfistel; L, Lactose; m, morgens; MF, Mischfutter; MZ, Mahlzeit; M+LGM, Mais und Luzernegrün-mehl; pell., pelletiert; p.m., post mortem; pcVQ, praecaecale Verdaulichkeit; S, Stärke; ¹⁾ Anzahl der im Versuch verwendeten Tiere; ²⁾ extrem hohe Verdaulichkeit bei nur einem Tier

Mittels mobiler Beuteltechnik ermittelten Rosenfeld und Austbø (2009) die folgende Abstufung hinsichtlich der Dünndarmverdaulichkeit der Stärke in Abhängigkeit von der Aufbereitung der Getreidekörner: extrudiert < gemahlen = pelletiert < mikronisiert. Diese Ergebnisse waren unabhängig von der eingesetzten Getreideart (Hafer, Gerste, Mais). Experimente an Pferden unter Nutzung von Methoden, die Rückschlüsse auf eine Stärkewirkung in verschiedenen Segmenten des Verdauungstraktes erlauben (postprandiale glycaemische und insulinaemische Antwort, Wasserstoff- und Methanekonzentration im Exhalat, Milieuparameter und Metaboliten des mikrobiellen Stoffwechsels im Kotwasser, Gasbildung inkubierter Faeces; siehe Zeyner 2002, Jullian et al. 2006, Vervuert et al. 2007, 2008) geben Hinweise darauf, dass verschiedene Aufschlussverfahren die Dünndarmverdaulichkeit von Getreidestärke in unterschiedlichem Maße zu verbessern vermögen, ggf. aber auch durch diesbezüglich unerwünschte, unmittelbar nach dem eigentlichen Aufschluss auftretende, strukturelle Rekonstruktionsprozesse verschlechtern können. Mit hinreichender Sicherheit verallgemeinerbare Aussagen zur Wirkung unterschiedlicher Aufschlussverfahren auf die praecaecale Verdaulichkeit der Stärke beim Pferd können zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht getroffen werden.

Ein Effekt der pro Zeiteinheit aufgenommenen Stärkemenge auf die praecaecale Verdaulichkeit der Stärke ist nach theoretischen Überlegungen zu erwarten, experimentell aber bei direktem Vergleich unterschiedlicher Mahlzeitenhäufigkeiten nicht belegt. So erbrachte die Verteilung von 5,1 g Maisstärke pro kg LM und Tag auf 2, 3 oder 4 Mahlzeiten keine Verbesserung der praecaecalen Stärkeverdaulichkeit (Massey et al. 1985). Die Aufnahme von 0,2 bis 5,5 g Maisstärke pro kg LM und Mahlzeit führte erst ab etwa 4 g zu einer Reduktion des im vorderen Verdauungstrakt verdauten Anteils (Potter et al. 1992).

Aus der Gegenüberstellung der in Tabelle 9.3 aufgeführten Ergebnisse zur Dünndarmverdaulichkeit der Stärke geht hervor, dass bis zur Aufnahme von etwa 2 g Stärke/kg LM und Mahlzeit die praecaecale Verdaulichkeit 60 % nicht unterschreitet. Erst bei einer Überschreitung dieser Menge muss für Gerste und Mais mit einer erheblichen Verminderung der Dünndarmverdaulichkeit der Stärke gerechnet werden. Für Hafer liegen nur zwei Messwerte in diesem Bereich vor. Ein Wert weist auf eine reduzierte Dünndarmverdaulichkeit bei der Aufnahme von etwa 2,3 g Stärke/kg LM und Mahlzeit hin, ein weiterer befindet sich trotz hoher Stärkeaufnahme von nahezu 4 g/kg LM und Mahlzeit auf einem sehr hohen Niveau. Um die Aufnahme von 2 g Stärke pro kg LM und Mahlzeit nicht zu überschreiten, könnten bei einem mittleren Stärkegehalt von 45, 55 und 70 % in der TM von Hafer, Gerste und Mais 0,5, 0,4 und 0,3 kg Hafer, Gerste und Mais pro 100 kg LM und Mahlzeit eingesetzt werden (Stärkegehalte aus DLG 1997).

Da in einer Untersuchung für Gerste trotz der Gabe von nur knapp 2 g Stärke/kg LM und Mahlzeit eine mit etwa 20 % außerordentlich niedrige Dünndarmverdaulichkeit gemessen wurde (Kleffken 1993) ist zu empfehlen, den Einsatz dieser Getreideart ebenso stark zu limitieren wie den von Mais. Die Notwendigkeit der Einhaltung von Höchstmengen wird dadurch unterstrichen, dass sowohl der Gehalt als auch die Qualität der Stärke (Verhältnis Amylose zu Amylopektin, Morphologie der Stärkegranula; siehe Kienzle et al. 1997) bei verschiedenen Sorten innerhalb einer Getreideart erheblich variieren und damit das gesundheitliche Risiko bei der Aufnahme hoher Stärkemengen erhöhen können.

Bis zum Ende des Dünndarms gut verdauliche Stärken verursachen beim Pferd nach der Nahrungsaufnahme einen ausgeprägten Anstieg der Konzentration an Glucose und Insulin im Blutserum. Bei der Verwendung eines kommerziellen Mischfutters mit 36 % Stärke in der Trockensubstanz mit Hafer, Weizen, Mais und Gerste als wesentliche Stärkequellen bewirkte die Gabe von $\geq 1,1$ (1,4, 2,0) g Stärke/kg LM eine deutlich höhere glycaemische und insulinaemische Antwort als $\leq 0,8$ (0,6, 0,3) g Stärke/kg LM (Vervuert et al. 2009). An klinisch unauffälligen Ponys, welche bis zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht an Hufrehe erkrankt waren, wurde mittels euglycaemischer hyperinsulinaemischer Clamp-Technik (bei Infusion von 6 mU Insulin/min über 72 Stunden) gezeigt, dass supraphysiologische Insulinkonzentrationen im Blutserum einen von der Blutglucosekonzentration und der Darmgesundheit unabhängigen Risikofaktor für die Entstehung von Hufrehe darstellen (Asplin et al. 2007). Während jedoch in der Untersuchung von Vervuert et al. (2009) infolge einmaliger Gabe von immerhin 2 g Stärke/kg LM die Insulinkonzentration nicht über 202 $\mu\text{U/ml}$ anstieg, wiesen die an Hufrehe erkrankten Ponys in der Studie von Asplin et al. (2007) Konzentrationen von im Mittel 1.036 $\mu\text{U/ml}$ und höchstens 1.500 $\mu\text{U/ml}$ Blutserum auf. Die durch die Fütterung von 2 g Stärke/kg LM maximal indizierte Insulinkonzentration (Vervuert et al. 2009) betrug damit nur etwa 20 % der mittleren und 14 % der höchsten Insulinkonzentration im Blutserum der in dem Experiment von Asplin et al. (2007) an Hufrehe erkrankten Ponys. Die Extrapolierbarkeit der mittels Clamp-Technik gewonnenen Ergebnisse auf praktische Fütterungsbedingungen bedarf daher einer weiteren Klärung. Da jedoch zu Hufrehe neigende Pferde auf eine definierte stärke- und zuckerreiche Mahlzeit mit einer besonders ausgeprägten glycaemischen und insulinaemischen Antwort zu reagieren scheinen (Bailey et al. 2007; nach Insulingabe) und da die für solche Pferde bedenkliche Insulinkonzentration zur Zeit nicht bekannt ist, sollte bei diesbezüglich disponierten Tieren die Gabe von im Dünndarm hochverdaulichen Stärken besonders kritisch gewertet und deutlich stärker limitiert werden.

Zu der genannten Risikogruppe gehören im wesentlichen Pferde mit eingeschränkter Insulinsensitivität (Equines Metabolisches Syndrom, Morbus Cushing) aber auch solche mit Polysaccharidspeichermiopathie, einer Störung des Muskelstoffwechsels, die mit gesteigerter Insulinsensitivität einhergeht. Bei Pferden mit den genannten Störungen gehört der weitgehende Verzicht auf stärke- und zuckerreiches Futter bereits jetzt zu den üblichen Diättempfehlungen. Chronische Hyperglycaemie / Hyperinsulinaemie wird bei veranlagten Pferden auch im Zusammenhang mit orthopädischen Entwicklungsstörungen wie OCD gesehen (Glade et al. 1984ab, Ralston 1996, 1997, Ralston et al. 1998, 2007). Dies hat im angloamerikanischen Sprachraum die Entwicklung fett- und faserreicher Fohlenaufzuchtfutter als Ersatz stärke- und zuckerreicher Ergänzungsfuttermittel begünstigt (Stanjar 2002).

Die Fütterung praecaecal hochverdaulicher Stärke birgt jedoch noch ein weiteres gesundheitliches Risiko für das Pferd. Im drüsenlosen Anfangsteil des Magens findet durch die dort etablierte Mikrobengemeinschaft eine von der Zusammensetzung des Nahrungsbreis beeinflusste Bildung organischer Säuren statt. Hohe Konzentrationen an kurzkettigen Fettsäuren und Lactat aus der mikrobiellen Fermentation können wie die sezernierte Salzsäure und evtl. rückgestaute Gallensalze die Magenschleimhaut schädigen und so zur Ulkusbildung beitragen (Ethell et al. 2000, Nadeau et al. 2003ab). Diesbezüglich besonders kritisch ist die Fütterung hoher Mengen an Zucker und Stärke. Nach einer retrospektiven Studie von Luthersson et al. (2009) über 201 Pferde ist die Fütterung von ≥ 1 g Stärke/kg LM und Mahlzeit im Hinblick auf die Entstehung von Magenschleimhautschäden kritisch zu werten. So stieg in der zitierten Studie das Risiko für die Entwicklung von Magenulzera eines Schweregrades von ≥ 2 (auf einer Skala von 0 bis 5; MacAllister et al. 1997) bei der Aufnahme von 1 - 2 bzw. ≥ 2 g Stärke pro kg LM und Mahlzeit gegenüber 1 g/kg LM und Mahlzeit um das 2,6- bzw. 3,2-fache an. Eine

Differenzierung hinsichtlich der Stärkeherkunft ist nach den Ergebnissen dieser Studie nicht möglich.

Die Ausführungen zur Getreidestärke in der Fütterung von Pferden lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass auf der Grundlage der bisher experimentell gewonnenen Ergebnisse keine ausreichend sichere Differenzierung von Stärken unterschiedlicher Aufbereitung hinsichtlich ihrer Dünndarmverdaulichkeit vorgenommen werden kann. Allenfalls aus den für Hafer vorliegenden Ergebnissen kann weitgehend unabhängig von der Aufbereitung der Körner auf eine regelmäßig hohe praecaecale Stärkeverdaulichkeit (80 bis ~ 100 %) geschlossen werden. Praecaecal hoch verdauliche Stärken können zu einer unerwünscht hohen postprandialen glycaemischen und insulinaemischen Antwort führen, welche möglicherweise bei disponierten Pferden ein noch nicht abschließend bewertbares gesundheitliches Risiko (Hufrehe, orthopädische Entwicklungsstörungen) darstellt. Durch stärkereiche Fütterung eindeutig begünstigt wird die Entwicklung auch schwerwiegender Magenschleimhautschäden. Aus den genannten Gründen sollte die an Pferde verabfolgte Stärkemenge limitiert werden.

Je nach vorliegender Ausgangssituation und dem zu vermeidenden Schaden ist die folgende gestufte *Stärkerestriktion* zu empfehlen:

1. zur Vermeidung einer Fermentationsstörung im Dickdarmbereich
 $\leq 2 \text{ g Stärke/kg LM und Mahlzeit}$
2. zur Vermeidung von Magenschleimhautschäden
 $\leq 1 \text{ g Stärke/kg LM und Mahlzeit}$
3. bei Pferden mit gestörter Insulinsensitivität (Pferde mit Equinem Metabolischem Syndrom, Morbus Cushing und Polysaccharidspeichermiopathie; allgemein Pferde mit besonderer Neigung zu Hufrehe aus noch ungeklärter Ursache)
nach Möglichkeit vollständiger Verzicht auf Stärke (sowie Zucker).

Die erforderliche Mahlzeitenhäufigkeit ergibt sich aus der aus energetischer Sicht für die jeweilige Leistung notwendigen Konzentratmenge sowie dem Stärkegehalt des Konzentrats und den o.g. mahlzeitbezogenen Restriktionen.

Fette

Futterfetten in der Pferdeernährung werden vielfältige Wirkungen zugesprochen. Neben der im Vordergrund stehenden energetischen Aufwertung des Futters kann durch den Austausch von Stärke gegen Fett vor allem auch stärkebedingten gesundheitlichen Störungen vorgebeugt werden. Im angelsächsischen Raum gibt es Tendenzen zu fett- und faserreichen Fohlenaufzuchtfuttermitteln, von welchem man sich eine allenfalls moderate postprandiale Insulinreaktion und damit, bei Tieren mit Disposition zu orthopädischen Entwicklungsstörungen, weniger nachteilige Effekte auf die Knochenreifung als bei stärke- und zuckerreicher Ernährung erhofft. Weiterhin scheint eine fettreiche Fütterung (zumindest im Vergleich zu stärkereicher Rationsgestaltung) nervöse Pferde zu beruhigen (Pagan et al. 1987, Zeyner 2002) und auch den Absetzstress bei Fohlen zu reduzieren (Holland et al. 1996a). Das Fettsäurenprofil der Milchlipide ist bei Stuten gut durch die Art der gefütterten Fette beeinflussbar (Doreau und Boulet 1989, Doreau et al. 1992, Zeyner et al. 1996), mit möglichen Effekten auf die Integrität der Magenschleimhaut des Fohlens. Eine Steigerung der Bioverfügbarkeit fettlöslicher (Pro-)Vitamine scheint unter bestimmten Bedingungen gegeben zu sein, ohne jedoch praktische Bedeutung zu erlangen (Siciliano und Wood 1993, Zeyner et al. 1995, 1999, Kienzle et al. 2003). Daneben werden bestimmte metabolische (Stoffwechselmodulation unter sportlicher Belastung; Verbesserung der Triglyceridclearance; Übersicht s. Zeyner 2002) und immunologische Sonderwirkungen (Reduzierung der Entzündungsneigung: Übersicht siehe Zeyner 2006) erhofft, welche

noch nicht zur Praxisreife gelangt sind oder aus anderen Gründen auf Vorbehalte stoßen. Lose Pflanzenöle erlauben schon in geringer Konzentration die Bindung feiner Futterpartikel und so eine Entlastung des Atmungstraktes. Es gibt weiterhin Hinweise darauf, dass die Einbeziehung von Futterfetten in lose Futtermischungen (sog. Müslifutter) bzw. das Benetzen von Getreide mit Pflanzenölen deren mikrobiellen Verderb reduziert bzw. verzögert (Zeyner et al. 2007). In diesem Fall muss jedoch für einen ausreichenden Schutz des Futters vor oxidativem Verderb gesorgt werden. Trotz aller erkennbarer Vorteile wirft der Einsatz von Fetten und Ölen aus anatomischer und physiologischer Sicht Fragen zur prinzipiellen Eignung als Rationsbestandteil für Equiden auf.

Pferde besitzen keine Gallenblase. Außer bei Saugfohlen wurden Chylomikronen bisher nicht oder nur in Spuren nachgewiesen (van Dijk und Wensing 1989, Kurcz et al. 1991, Watson 1991) und das Cholesterinester-transferierende Protein, welches beim Menschen für die Übertragung von Cholesterinestern auf lebergängige Strukturen verantwortlich ist, fehlt offenbar (van Dijk und Wensing 1989, Kurcz et al. 1991, Watson 1991). Daher sind Fragen zur Regulation der Fettverdauung, zum postprandialen Lipidtransport über den Blutstrom und zur Aufnahme von Cholesterin aus der Peripherie in die Leber noch nicht vollständig beantwortet. Das Pankreassekret wird beim Pferd kontinuierlich in Mengen von täglich 5 bis 10 % der LM in das Lumen des proximalen Dünndarmes sezerniert (Alexander und Hickson 1970). Die Aktivierung der Pankreaslipase erfolgt bei einem pH-Optimum von 7 bis 8 (Flaschenträger und Lehnartz 1951). Die bisher gemessenen Lipaseaktivitäten variieren zwischen 35 und 79 U/g Ileumchymus (Heintzsch 1995, Landes und Meyer 1998). Die Frage, ob das Enzym nahrungsabhängig postprandial induzierbar ist, kann auf der Basis der wenigen vorliegenden Versuchsergebnisse nicht abschließend beantwortet werden.

Futterfette werden in den meisten Fällen problemlos verzehrt. In einem Versuch mit ansteigenden Fettmengen lehnte eines von sechs Warmblutpferden die Aufnahme von 1,33 g Sojaöl pro kg LM und Tag über ein auf drei Mahlzeiten verteiltes Mischfuttermittel (mit 32 % Rohfett in der TM) ab (Zeyner 2002). Dagegen wurde 1,00 g Sojaöl pro kg LM und Tag (22 % Rohfett in der TM des Mischfutters) noch akzeptiert. In einem weiteren Versuch verweigerten einige wenige Pferde (2 von 15 Tieren) den Verzehr fischöhlhaltigen Futters vollständig, während die überwiegende Anzahl Pferde dieses ohne erkennbares Zögern konsumierten (Zeyner et al. 1997).

Die Einbeziehung von Futterfetten verlangsamt offenbar die Futteraufnahme. Dies war bereits ab der Beigabe von 5,5 % Sonnenblumenöl als Topdressing auf ein loses, müsliartige Mischfuttermittel deutlich erkennbar (niedrigere Mengenanteile waren nicht getestet worden), wobei die weitere Steigerung des Gehaltes an Sojaöl bis auf 31 % die Futteraufnahme überproportional weiter verzögerte (Zeyner 2002). Die zuletzt genannte, sehr hohe Fettkonzentration dürfte jedoch keine praktische Entsprechung finden. Die zitierte Studie erlaubt keine Aussage über die Qualität des Kauprozesses und darüber, ob Pflanzenöl als bereits in das Futter eingemischter Bestandteil anders als Topdressing wirkt.

Bei etwa 18 % (über Sojaöl) vs. 5 % Rohfett in der TM eines haferbetonten Mischfutters erhöhte das Pflanzenöl als inerte Mischfutterbestandteil die Futteraufnahmedauer (min/kg TM) deutlicher und reduzierte die Kaufrequenz (Kauschläge/sec) stärker als das Topdressing (Zeyner et al. 2010b). In der Konsequenz wurden das ohne Fettzusatz hergestellte Futtermittel und die beiden fettreichen Varianten mit vergleichbarer Intensität (Kauschläge/kg TM) gekaut. Diese Ergebnisse sollten jedoch nicht unkritisch auf teilgehärtete oder feste Fette als Mischfutterbestandteil übertragen werden. Diesbezügliche Untersuchungen stehen noch aus.

Die Verdaulichkeit von Rohfett ist beim Pferd trotz fehlender Gallenblase hoch. Wie die Auswertung von 258 Verdauungsversuchen an Pferden zeigt, steigt die Verdaulichkeit

des Rohfettes mit zunehmendem Fettgehalt im Futter zunächst linear an und bildet zwischen etwa 5 und 8 % Rohfett in der Trockenmasse mit 76 % ein Plateau (Zeyner 2008, Abbildung 9.4). Die Dünndarmverdaulichkeit der Rohfettfraktion variierte in Rationen ohne Einsatz von Futterfetten zwischen 27 und 89 % (Muuß 1980, Meyer et al. 1982, Krull 1984, Teleb 1984, Lindemann et al. 1983, Radicke 1990, Fuchs et al. 1992, Wilke 1992, Zeyner 1992, Illenseer 1994, Rottmann 1994, Zeyner et al. 1997, Zeyner 2000, 2002, Zeyner et al. 2002, 2003, 2005). Bei Verwendung von Futterfetten lag sie regelmäßig in einem vergleichsweise hohen Bereich zwischen 61 bis 74 % (Eilmans 1991, Flothow 1994). Mögliche Effekte von Art und Menge des verabfolgten Fettes sind denkbar, aber auf der Basis der derzeit aus Untersuchungen an Pferden vorliegenden Daten nicht sicher quantifizierbar. Der endogene Fettverlust bis zum Übergang vom Dünn- zum Dickdarm bzw. bis zum Ende des Verdauungstraktes wird mit 130 bzw. 60 mg/kg LM und Tag angegeben (Meyer und Sallmann 1996).

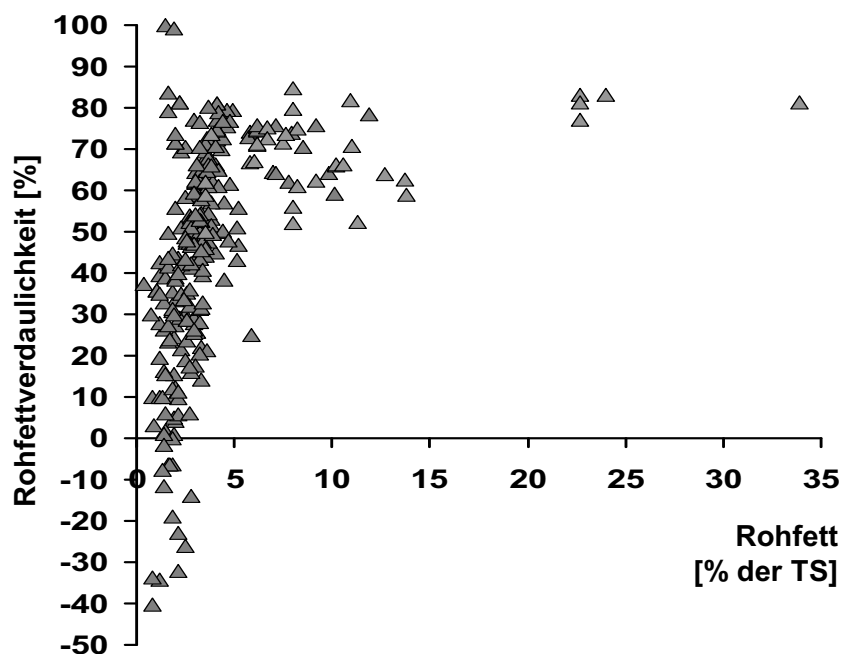


Abb. 9.4: Verdaulichkeit von Rohfett aus Rationen mit unterschiedlich hohem Rohfettgehalt beim Pferd (n = 258: Rationen mit nativen Rohfettgehalt und mit Zusatz von Futterfetten; Datenbasis siehe Zeyner 2008)

Mit ansteigendem Fettgehalt im Futter nimmt der Rohfettgehalt der Faeces zu (Zeyner et al. 1997, Zeyner 2002). Dabei wird das Fettsäurenmuster des Kotfettes deutlich durch die im Futterfett vorhandenen Fettsäuren beeinflusst (Zeyner et al. 2003). Deshalb kann angenommen werden, dass ein signifikanter Teil des rektal ausgeschiedenen Fettes der Nahrung entstammt. In der zitierten Studie wurden n3-Fettsäuren, die nur aus dem gefütterten Fischöl stammen konnten, in der Fettfraktion der Faeces nachgewiesen. Eine fettreiche Fütterung erhöht also auch den Fettgehalt des Dickdarminhalts und kann ab einem bestimmten Niveau die Aktivität der dort etablierten Mikroorganismen reduzieren. Davon ist vor allem die cellulosespaltende, methanbildende Flora betroffen. So ist zu erklären, dass bei Fütterung von Fetten an Pferde die Methankonzentration im Exhalat abnimmt (Zentek et al. 1992, Zeyner 2002).

Tatsächlich scheinen hohe Fettgehalte im Futter von Pferden die Verdaulichkeit von Faserfraktionen (Rohfaser, NDF) zu reduzieren (Zeyner et al. 2000, Jansen et al. 2002, Zeyner 2002, Jansen et al. 2007, Zeyner 2008). Einschränkend sei angemerkt, dass die beschriebene Depression der Faserverdaulichkeit erst ab einer bestimmten Fettmenge eintritt. Unter der Bedingung, dass bei isoenergetischem Austausch von Stärke gegen Fett einer Acidose im Dickdarmbereich entgegengewirkt wird, bewirkt der Austausch der Substrate zunächst sogar einen Anstieg der Verdaulichkeit von Faserfraktionen (Zeyner 2002). Es kann erwartet werden, dass die fettbedingte Verdauungsdepression von einer verzögerten Dickdarmpassage des Chymus begleitet wird.

Da eine fettbedingte Depression der Verdaulichkeit von Gerüstkohlenhydraten ein eindeutiges Signal dafür ist, dass eine zu hohe Menge des gefütterten Fettes den Dünndarm unverdaut und daher ungenützt passiert und zudem das fermentative Potential cellulosespaltender Mikroorganismen im Dickdarm erheblich stört, wird diese Kenngröße als Beurteilungskriterium für die zu empfehlende Höchstmenge an Futterfetten herangezogen. Nach diesbezüglichen Ergebnissen aus dem Schrifttum (Zeyner et al. 2000, Zeyner 2002) kann die folgende *Restriktion von Futterfetten* für Pferde angegeben werden:

≤ 1 g Pflanzenöl pro kg LM und Tag

bei langsamer Gewöhnung an fettreiches Futter und Verteilung des Futterfettes auf wenigstens drei Mahlzeiten pro Tag.

Unter den hiesigen Bedingungen handelt es sich dabei vor allem um Pflanzenöle, welche entweder in unverändertem oder teilgehärtetem Zustand anderen Kraftfutterbestandteilen beigemischt werden. Öle als Bestandteil kompakter Mischfuttermittel sind möglicherweise besser verträglich (Zeyner et al. 2002, Zeyner 2008), dies kann jedoch noch nicht abschließend beurteilt werden. Um kritische metabolische Reaktionen zu vermeiden ist auch bei der Gabe von Futterfetten darauf zu achten, dass die Pferde nicht verfetten (Zeyner 2002).

9.4 Zusammenfassung

Einer den artspezifischen Bedürfnissen angepassten Ernährung kommt eine übertragende Bedeutung für das Wohlbefinden von Pferden zu. Dabei muss dem Tätigkeitskomplex aus Futtersuche, Futterauswahl und Futteraufnahme offenbar eine hohe Priorität in der Skala der zu befriedigenden Grundbedürfnisse eingeräumt werden. So sollten auch domestizierte Hauspferde die Möglichkeit erhalten, wenigstens 12 Stunden am Tag mit diesen Tätigkeiten zu verbringen.

Aus gesundheitlicher Sicht kann dies weitgehend nur über Grobfutter erfolgen, wobei spezifische diätetische Eigenschaften der Futtermittel und futtermittelspezifische Restriktionen zu beachten sind. Unter praktischen Bedingungen ist es jedoch nicht immer möglich, Pferde tatsächlich 50 % des 24-Stunden-Tages fressen zu lassen (z.B. bei zur Verfettung neigenden Individuen oder Pferden mit hoher Leistungsabforderung). Es kann jedoch zur Forderung erhoben werden, dass wenigstens der Energieerhaltungsbedarf allein aus Grobfuttermitteln - und hierunter vor allem aus Grünfutter und Grünfutterkonserven - gedeckt wird. Bezogen auf Wiesenheu mittlerer Qualität und mittelgroße Pferde (rd. 600 kg LM) entspräche dies einer täglichen TM-Aufnahme von etwa 1,5 % der Lebendmasse, was die erforderliche Zufuhr für die Aufrechterhaltung einer physiologischen Dickdarm-fermentation (zum Vgl.: Heumenge täglich 1 % der LM) deutlich überschreitet.

Zusätzlich sollte die Einstreu aus ausreichend Stroh hoher Qualität bestehen (außer bei gesundheitlicher Kontraindikation, wie z.B. chronischem Husten).

Energiereiche Konzentrate sollten so in so geringen Mengen wie möglich eingesetzt werden und dies vornehmlich um eine unvermeidliche energetische Deckungslücke zu schließen.

Für stärkereiche Futtermittel ist eine wie folgt abgestufte Einsatzbegrenzung ratsam:

- (1.) < 2 g Stärke/kg LM und Mahlzeit (MZ) zur Vermeidung von Störungen der Dickdarmfermentation,
- (2.) < 1 g Stärke/kg LM und MZ zur Prophylaxe von Magenschleimhautschäden sowie
- (3.) bei Equiden mit herabgesetzter Insulinsensitivität (Equines Metabolisches Syndrom, Morbus Cushing, allgemein Hufrehe neigung) bzw. krankhaft erhöhter Ansprechbarkeit auf Insulin (Polysaccharidspeichermyopathie) weitgehender Verzicht auf Stärke sowie mono- und dimere Zucker.

Futterfette (meist native sowie teilgehärtete Pflanzenöle als Topdressing oder Mischfutterbestandteil) sollten limitiert werden um einen erhöhten Übertritt in den Dickdarmbereich und eine Störung der mikrobiellen Fermentation in diesem Darmsegment zu vermeiden. So ist es empfehlenswert nicht mehr als 1 g Fett pro kg LM und Tag zu geben und dies erst nach langsamer Adaptation und verteilt auf mindestens drei Mahlzeiten. Grobfutter und Konzentrate sollten möglichst homogen auf den Tag verteilt verabfolgt werden.

Literatur

- Alexander F., Hickson J.C.D. (1970): The salivary and pancreatic secretions of the horse. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant (Ed.: Phillison AT). Newcastle upon Tyne: Oriel Press.
- Argo C.M., Cox J.E., Lockyer C., Fuller Z. (2002): Adaptive changes in the appetite, growth and feeding behavior of pony mares offered ad libitum access to a complete diet in either a pelleted or chaff-based form. Anim. Sci. 74, 517-528.
- Arnold F.F. (1982): Prececal, postileal and total tract starch digestion in ponies fed corn, oats, barley or sorghum grain. (zit. nach Potter et al. 1992)
- Arnold F.F., Potter G.D., Kreider J.L. (1981): Carbohydrate digestion in the small and large intestine of the equine. Proc 7th Equine Nutr Physiol Symp, 19-22.
- Arnold W., Ruf T., Kuntz R. (2006): Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*). II. Energy expenditure. J. Exp. Biol. 209, 4566-4573.
- Asplin K.E., Sillence M.N., Pollitt C.C., McGowan C.M. (2007): Induction of laminitis by prolonged hyperinsulinaemia in clinically normal ponies. Vet. J. 174, 530-535.
- Bailey S.R., Menzies-Gow N.J., Harris P.A., Habershon-Butcher J.L., Crawford C., Berhane Y., Boston R.C., Elliott J. (2007): Effect of dietary fructans and dexamethasone administration on the insulin response of ponies predisposed to laminitis. J. Am. Vet. Med. Assoc. 231, 1365-1373.
- Bailey S.R., Rycroft A., Elliott J. (2002): Production of amines in equine cecal contents in an in vitro model of carbohydrate overload. A. Anim. Sci. 80, 2656-2662.
- Becker A. (2011): Untersuchungen zum Weideverhalten von Pferden. Univ. Rostock: Bachelorarbeit (in Vorbereitung).
- Berger A., Scheibe K., Eichhorn K., Scheibe A., Streich J. (1999): Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions. Appl. Anim. Behaviour Sci. 64, 1-17.
- Bergero D., Peiretti P.G., Cola E. (2002): Intake and apparent digestibility of perennial ryegrass haylages fed to ponies either at maintenance or at work. Livestock Prod. Sci. 77, 325-329.
- Bochnia M. (2009): Einfluss der Fütterungsreihenfolge von Heu, Heuhäcksel und Mais auf die Futteraufnahme und Kauaktivität von Mais beim Pferd. Univ. Leipzig: Diss.
- Bogner H., Grauvogel A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Bonin S. (2007): Comparison of mandibular motion in horses chewing hay and pellets. Equine Vet. J. 39, 258-262.
- Borgia L., Valberg S., McCue M., Watts K., Pagan J. (2010): Glycaemic and insulinaemic responses to feeding hay with different non-structural carbohydrate content in control and polysaccharide

- storage myopathy-affected horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 10 pp. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2010.01116.x.
- Boyd L.E. (1988): Time budgets of adult Przewalski horses: Effects of sex, reproductive status and enclosure. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 21, 19-39.
- Brøkner C., Noergaard P., Soland T.M. (2006): The effect of grain type and processing on equine chewing time *Pferdeheilkunde* 22 (4), 453-460.
- Brüssow N.A.S. (2006): Effekte verschiedener Futtermittel und -bearbeitungsformen auf die Futteraufnahmedauer, die Kaufrequenz und die Kauintensität beim Pferd. *Tierärztl. Hochschule Hannover: Diss.*
- Chenost M., Martin-Rosset W. (1985): Comparaison entre especes (mouton, cheval, bovin) de la digestibilité et des quantités des fourrages verts. *Ann. Zootechn.* 34 (3), 291-312.
- Coenen M. (1990): Beobachtungen zum Vorkommen fütterungsbedingter Magenulcera beim Pferd. *Schweizer Arch. Tierheilkd.* 132, 121-126.
- Coenen M. (2008): The suitability of heart rate in the prediction of oxygen consumption, energy expenditure and energy requirement for the exercising horse. In: *Nutrition of the exercising horse* (Eds.: M.T. Saastamoinen, W. Martin-Rosset). EAAP publication no. 125. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 139-146.
- Coenen M. (in Vorbereitung): Trace elements. In: *Equine applied and clinical nutrition* (Eds.: R. Geor, P. Harris, M. Coenen). Elsevier, Philadelphia.
- Coenen, M., Kirchhof S., Kienzle E., Zeyner A. (2010): Revision of the energy and nutrient requirements of mares; II. Lactation. In: *The impact of nutrition on the health and welfare of horses* (Eds.: A.D. Ellis, A.C. Longland, M. Coenen, N. Miraglia). EAAP publication no. 128. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 35-36.
- Coenen M., Schmidt S., Zeyner A., Kienzle E. (2010): Revision of the energy and nutrient requirements of mares; I. Gestation. In: *The impact of nutrition on the health and welfare of horses* (Eds.: A.D. Ellis, A.C. Longland, M. Coenen, N. Miraglia). EAAP publication no. 128. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 32-34.
- Cuddeford D. (2002): Voluntary food intake by horses. In: *Nutrition of the performance horse* (Eds.: Jullian V., Martin-Rosset W.). EAAP publication no. 111, Dijon, France, pp. 89-100.
- Damke C. (2007): 24-stündige intragastrale pH-Metrie beim Pferd während der Fütterung verschiedener Rationen. *Univ. Leipzig: Diss.*
- Doreau M., Boulot S. (1989): Recent knowledge on mare milk production: a review. *Livestock Prod. Sci.* 22, 213-235.
- Doreau M., Boulot S., Bauchart D., Barlet J.P., Martin-Rosset W. (1992): Voluntary intake, milk production and plasma metabolites in nursing mares fed two different diets. *J. Nutr.* 122, 992-999.
- Dulphy J.P., Martin-Rosset W., Dubroeuq H., Jailler M. (1997a): Evaluation of voluntary intake of forage trough-fed to light horses. Comparison with sheep. Factors of variation and prediction. *Livestock Prod. Sci.* 52, 97-104.
- Dulphy J.P., Martin-Rosset W., Dubroeuq H., Ballet J.M., Detour A., Jailler M. (1997b): Compared feeding patterns in ad libitum intake of dry forages by horses and sheep. *Livestock Prod. Sci.* 52, 49-56.
- Duncan P. (1980): Time-budgets of Carmargue horses. *Behaviour* 72, 26-48.
- DLG-Futterwerttabelle (1995): Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft: DLG-Futterwerttabellen – Pferde (Hrsg.: Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle), 3. erw. und neu gestaltete Aufl.. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Dulphy, J.P., Martin-Rosset, W., Dubroeuq, H., Ballet, J.M., Detour, A., Jailler, M. (1997): Compared feeding patterns in ad libitum intake of dry forages by horses and sheep. *Livestock Prod. Sci.* 52, 49-56.
- Edouard N., Fleurance G., Dumont B., Baumont R., Duncan P. (2009): Does sward height affect feeding patch choice and voluntary intake in horses? *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 119, 219-228.
- Ehrenberg P. (1954): Die Fütterung des Pferdes. Radebeul und Berlin: Neumann Verlag.
- Eilmans I. (1991): Fettverdauung beim Pferd sowie die Folgen einer marginalen Fettversorgung. *Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.*
- Ellis A.D. (2010): Biological basis of behavior in relation to nutrition and feed intake in horses. In: *The impact of nutrition on the health and welfare of horses* (Eds.: Ellis A.D., Longland A.C., Coenen M., Miraglia N.). EAAP publication no. 128, 53-74.
- Ellis A.D., Hill J. (2005): *Nutritional physiology of the horse*. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK.
- Ellis A.D., Thomas S., Arkell K., Harris P. (2005): Adding chopped straw to concentrate feed: The effect of inclusion rate and particle length on intake behaviour of horses. *Pferdeheilkd.* 21, 35-37.

- Ellis A.D., Visser C.K., Van Reenen C.G. (2006): Effect of a high concentrate versus high fibre diet on behavior and welfare in horses. *Proc. 40th Int. Congr. ISAE*, Cranfield Univ. Press, Univ. of Bristol, UK, p. 42.
- Ethell M.T., Hodgson D.R., Hills B.A. (2000): Evidence for surfactant contributing to the gastric mucosal barrier of the horse. *Equine Vet. J.* 32, 470-474.
- Flaschenträger B., Lehnartz E. (1951): *Physiologische Chemie*, Bd. 1, Die Stoffe. Springer Verlag.
- Flores R.S., Byron C.R., Kline K.H. (2011): Effect of Feed Processing Method on Average Daily Gain and Gastric Ulcer Development in Weanling Horses. *J. Equine Vet. Sci.*, 31, 124-128.
- Flothow C. (1994): Einfluß von Kokosfett und Sojaöl auf praeileale Verdauungsvorgänge beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Fuchs R., Kaske H., Hoffmann M., Zeyner A. (1992): Untersuchungen zum Einfluß von Knaulgras und Maissilage als Rationskomponenten auf die Verdaulichkeit der Rohrnährstoffe beim Reitpferd. *Pferdeheilkunde (Sonderausgabe)*, 165-168.
- Fuller Z., Cox J.E., Argo C. McG. (2001): Photoperiodic entrainment of seasonal changes in the appetite, feeding behavior, growth rate and pelage of pony colts. *Animal Sci.* 72, 65-74.
- Garner H.E., Coffman J.R., Hahn A.W., Hutcheson D.P., Tumbleson M.E. (1975): Equine laminitis of alimentary origin: an experimental model. *Am J Vet Sci* 30, 441-444.
- GfE (1994): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 2. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. (Hrsg.: Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere). Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Gillham S.B., Dodman N.H., Shuster L., Cream R., Rand W. (1994): The effect of diet on cribbing behavior and plasma β -endorphin in horses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, 147-153.
- Glade, M.J., Belling Jr., T.H. (1984a): Growth plate cartilage metabolism, morphology and biochemical composition in over- and underfed horses. *Growth* 48, 473-482.
- Glade M.J., Gupta S., Reimers T.J. (1984b): Hormonal responses to high and low planes of nutrition in weanling thoroughbreds. *J. Anim. Sci.* 59, 658-665.
- Goren, G.: Ludwig-Maximilians-Universität München: Diss., in Vorbereitung.
- Harris P., Sillence M., Inglis R., Siever-Kelly C., Friend M., Mumm K., Davison H. (2005): Effect of short lucerne chaff on the rate of intake and glycaemic response to an oat meal. 19th Symp. Proc. Equine Sci. Soc., Tucson, Arizona, pp. 151-152.
- Heintzsch A. (1995): Effekte einer Enzymmischung (α -Amylase, Xylanase, β -Glucanase, Pectinase) als Futteradditiv auf die praeileale Verdaulichkeit stärkereicher Rationen beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Henneke D.R., Callahan J.W. (2009): Ad libitum concentrate intake in horses. *J. Equine Vet. Sci.* 29, 425-427.
- Hinkle D.K., Potter G.D., Kreider J.L. (1983): Starch digestion in different segments of the digestive tract of ponies fed varying levels of corn. *Proc 8th Equine Nutr Physiol Symp*, 227-230.
- Hintz H.F., Hogue D.E., Walker E.F., Lowe J.E., Schryver H.F. (1971): Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage – grain ratios. *J. Anim. Sci.* 32, 245-248.
- Hoedtke S., Gabel M., Zeyner A. (2010a): Protein degradation in feedstuffs during ensilage and changes in the composition of the crude protein fraction. *Übers. Tierernährg.* 38, 159-181.
- Hoedtke S., Hausbrandt K., Sommer M., Hillegeist D., Zeyner A. (2010b): Effects of preparing hay (technically dried vs. air dried) and haylage on fructans and of producing haylage on selected nitrogenous ingredients. 14th Conf. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN). Zurich (Switzerland): 06. – 08. September 2010, 111.
- Hoedtke S., Söffing R., Pieper B., Zeyner A. (2011): Bildung biogener Amine in Grassilagen bei alleiniger oder kombinierter Applikation eines biochemischen und chemischen Siliermittels. Internationale Konferenz Prophylaxe von Herden- und Produktionskrankheiten (Tagungsband). Leipzig: 07./08. Oktober 2011.
- Houbiers H.J., Smolders E.A. (1990): Opname van vers gras van verschillende opbrengsten. In: *Praktijkonderzoek Paardenonderzoek. Proefstation voor de Rundveehouderij and Paardenhouderij (PR)*, Lelystad, The Netherlands.
- Housholder D.D., Potter G.D., Lichtenwalner R.E. (1977): Nutrient utilization in different segments of the equine digestive tract. *Proc 5th Equine Nutr Physiol Symp*, 44-45.
- Illenseer M. (1994): Praeileale Verdaulichkeit von Hafer-, Kartoffel- und Maniokrationen beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Janis C.M., Constable E.C., Houpt K.A., Streich W.J., Clauss, M. (2010): Comparative ingestive mastication in domestic horses and cattle: A pilot investigation. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94, e402-e409.

- Jansen W.L., Geelen S.N., van der Kuilen J., Beynen A.C. (2002): Dietary soybean oil depresses the apparent digestibility of fibre in trotters when substituted for an iso-energetic amount of corn starch or glucose. *Equine Vet. J.* 34, 302-305.
- Jansen W.L., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M., Cone J.W., De Vries H.T., Hallebeek J.M., Hovenier R., Van der Kuilen J., Huurdeman C.M., Verstappen D.C.G.M., Gresnigt M.C., Beynen A.C. (2007): Studies on the mechanism by which a high intake of soybean oil depresses the apparent digestibility of fibre in horses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 138, 298-308.
- Julliand V., De Fombelle A., Varloud M. (2006): Starch digestion in horses: The impact of feed processing. *Livestock Sci.* 100, 44-52.
- Kamphues J. (1987): Untersuchungen zu Verdauungsvorgängen bei Absatzferkeln in Abhängigkeit von Futtermenge und -zubereitung sowie von Futterinhaltsstoffen. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Habilitationsschrift.
- Keenan, D.M. (1986): Bark chewing by horses grazed on irrigated pasture. *Austr. Vet. J.* 63, 234-235.
- Kienzle E. (1988): Eine in-vitro Methode zum Vergleich der Abbaubarkeit verschiedener Stärkevarianten durch Pankreasamylase. *Z. Tierphysiol. Tierernährg. Futtermittelkd.* 60, 12-13.
- Kienzle E. (1993): Carbohydrate metabolism of the cat: 1. Activity of amylase in the gastrointestinal tract. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 69, 92-101.
- Kienzle E., Berchtold L., Zorn N. (2009): Influence of roughage/concentrate ratio on the effect of urinary acidifiers in ponies is independent of dietary Ca/P ratio. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 41.
- Kienzle E., Coenen M., Zeyner A. (2010): Maintenance metabolisable energy requirements in horses. *Übers. Tierernährg.* 38, 33-54.
- Kienzle E., Kaden C., Hoppe P.P., Opitz B. (2003): Serum beta-carotene and alpha-tocopherol in horses fed beta-carotene via grass-meal or a synthetic beadlet preparation with and without added dietary fat. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 87, 174-180.
- Kienzle E., Pohlenz J., Radicke S. (1997): Morphology of starch digestion in the horse. *J. Vet. Med. A* 44, 207-221.
- Kienzle E., Stürmer K., Ranz D., Clauss M. (2006): A high roughage/concentrate ratio decreases the effect of ammonium chloride on acid-base balance in horses. *J. Nutr.* 136, 2048S-2049S.
- Kienzle E., Zeyner A. (2010): The development of a metabolisable energy system for horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94, e231-e240.
- Kleffken D. (1993): Praeileale Verdauung von Getreidestärke (Gerste / Mais) in Abhängigkeit von Zubereitung, Rauhfutterangebot und Amylasezusatz beim Pferd. Tierärztl. Hochschule, Hann. Diss.
- Krull H.D. (1984): Untersuchungen über die Aufnahme und Verdaulichkeit von Grünfutter beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Kuntz R., Kubalek C., Ruf T., Tataruch F., Arnold W. (2006): Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*). I. Energy intake. *J. Exp. Biol.* 209, 4557-4565.
- Kurcz E.V., Schurg W.A., Marchello J.A., Cuneo S.P. (1991): Dietary fat supplementation changed lipoprotein composition in horses. *Proc 12th Equine Nutr Physiol Symp.* 253-254.
- LaCasha P.A., Brady H.A., Allen V.G., Richardson C.R., Pond K. R. (1999) Voluntary intake, digestibility, and subsequent selection of mature brome grass, coastal bermudagrass, and alfalfa hays by yearling horses. *J. Anim. Sci.* 77, 2766-2773.
- Landes E. (1992): Amylaseaktivität sowie Konzentration organischer Säuren im jejunal- und Caecumchymus des Pferdes nach Hafer- und Maisfütterung. Tierärztl. Hochschule, Hann., Diss.
- Landes E., Meyer H. (1998): Einfluß von Fetten auf die Futteraufnahme sowie mikrobielle Umsetzungen im Magen und Dünndarm des Pferdes. *Pferdeheilkd* 14, 51-58.
- Lengwenat O., Bartels U., Fawick P., Zeyner A. (1999): Heu, Heulage, Briketts, Cobs. Das Verzehrverhalten des Pferdes im Vergleich. In: Zucht und Haltung von Sportpferden (Hrsg.: Bruns E). Warendorf: FN-Verlag, 169-176.
- Lindemann G., Schmidt M., Meyer H. (1983): Untersuchungen über die praecaecale Verdaulichkeit von Stärke und Lactose sowie ihren Einfluß auf den caecalen Stoffwechsel. *Z. Tierphysiol. Tierernährg. Futtermittelkd* 50, 157-169.
- Longland A.C., Barfoot C., Harris P. (2011a): Effects of soaking on the water-soluble carbohydrates and crude protein content of hay. *Vet. Rec.* 168, 618-622.
- Longland A.C., Ince J., Newbold J.C., Barfoot C., Harris P.A. (2011b): Pasture intake in ponies with and without a grazing muzzle and over time. *Proc. 15th Congr. ESVCN, Zaragoza (Spain): Sep.* 14-16, 2011, 149.
- Luthersson N., Hou Nielsen K., Harris P., Parkin T.D.H. (2009): Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Vet. J.* 41, 625-630.

- Magnusson J., Thorhallsdottir A.G. (1994): Horse grazing in northern Iceland – behavior and habitat selection. *Livestock Prod. Sci.* 40, 77-86.
- Marlow C.H., van Tonder E.M., Hayward F.C., van der Merwe S.S., Price L.E. (1983): A report on the consumption, composition and nutritional adequacy of a mixture of lush green perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and cocksfoot (*Dactylis glomerata*) fed ad libitum to Thoroughbred mares. *J. South African Vet. Assoc.* 54, 155-157.
- Martin-Rosset W., Doreau M., Cloix J. (1978): Etude des activités d'un troupeau de poulainières de trait et de leurs poulains au pâturage. *Ann. Zootech.* 27, 33-45.
- Martin-Rosset W., Dulphy J.P. (1987): Digestibility interactions between forages and concentrates in horses: Influence of feeding level – comparison with sheep. *Livestock Prod. Sci.* 17, 263-276.
- Massey K.J., Potter G.D., Schelling G.T., Jenkins W.L. (1985): Prececal, postileal and total tract starch digestion in ponies fed varying intervals. *Proc 9th Equine Nutr Physiol Symp*, 42-43.
- MacAllister C.G., Andrews F.M., Deegan E., Ruoff W., Olovson S.-G. (1997): A scoring system for gastric ulcers in the horse. *Equine Vet. J.* 29, 430-433.
- McGreevy P.D., Cripps P.J., French N.P., Green L.E., Nicol C.J. (1995): Management factors associated with stereotypic and redirected behavior in the Thoroughbred horse. *Equine Vet. J.* 27, 86-91.
- Medina B., Girard I.D., Jacotot E., Julliard V. (2002): Effect of preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *J. Anim. Sci.* 80, 2600-2609.
- Meyer H., Ahlswede L., Reinhardt H.J. (1975): Untersuchungen über Freßdauer, Kaufrequenz und Futterzerkleinerung beim Pferd. *Dtsch Tierärztl Wschr* 82, 49-96.
- Meyer H., Heckötter H., Merkt M., Bernoth E.-M., Kienzle E., Kamphues J. (1986): Aktuelle Probleme aus der tierärztlichen Fütterungsberatung. 6. Mitteilung: Schadensfälle beim Pferd durch Futtermittel. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 93, 486-490.
- Meyer H., Lindemann G., Schmidt M. (1982): Einfluß unterschiedlicher Mischfuttermengen pro Mahlzeit auf präcaecale und postileale Verdauungsvorgänge beim Pferd. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernährg.* 13, 32-39.
- Meyer H., Radicke S., Kienzle E., Wilke S., Kleffken D., Illenseer M. (1995): Investigations on preileal digestion of starch from grain, potato and manioc in horses. *J. Vet. Med. A* 42, 371-381.
- Meyer H., Stadermann B., Radicke S., Kienzle E., Nyari A. (1993): Untersuchungen zum Einfluß der Futterart auf Füllung und Zusammensetzung des Verdauungskanal sowie postprandiale Blut- und Harnparameter. *Pferdeheilkunde* 9, 15-25.
- Meyer H., Sallmann H.-P. (1996): Fettfütterung beim Pferd. *Übers. Tierernährg.* 24, 199-227.
- Murray, M.J., Schusser, G.F. (1993): Measurement of 24-h gastric pH using an indwelling pH electrode in horses unfed, fed and treated with ranitidine. *Equine Vet. J.* 25, 417-421.
- Muuß H. (1980): Untersuchungen über Entleerung sowie Zusammensetzung des Ileumchymus beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Nadeau J.A., Andrews F.M., Patton C.S., Argenzio R.A., Mathew A.G., Saxton A.M. (2003a): Effects of hydrochloric, acetic, butyric, and propionic acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *Am. J. Vet. Res.* 64, 404-412.
- Nadeau J.A., Andrews F.M., Patton C.S., Argenzio R.A., Mathew A.G., Saxton A.M. (2003a): Effects of hydrochloric, valeric, and other volatile fatty acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *Am. J. Vet. Res.* 64, 413-417.
- Noergard P., Raff L., Poulsen U., Eriksen L., Soelund T.M. (2003): Mean chewing time in horses fed different forages supplemented with concentrates. 6th Int. Symp. Nutr. Herb., Merida, Mexico.
- Ordakowski-Burk A.L., Weaver-Quinn R., Shellem T., Vough L. (2005): Voluntary intake and apparent digestibility of reed canarygrass and timothy hay fed to horses. 19th Symp. Proc. Equine Sci. Soc., Tucson, Arizona, p. 150.
- Orgis A. (2011): Untersuchungen zum Verzehrverhalten von Pferden im Stall und auf der Weide. Univ. Rostock: Bachelorarbeit (in Vorbereitung).
- Ott E.M., Loeseken M., Bremer S., Zeyner A. (2008): Degradation of fructans in silages of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Proc. 12th Congr. ESVCN. Vienna (Austria): Sep. 25-27, 2008*, 118.
- Pagan J.D., Essén-Gustavsson B., Lindholm A., Thornton J. (1987): The effect of dietary energy source on blood metabolites in standardbred horses. In: *Equine Exercise Physiology 2* (Eds.: Gillespie JR, Robinson NE). Davis (California, USA): ICEEP Publications, 686-700.
- Pearson R.A., Archibald R.F., Murihead R.H. (2006): A comparison of the effect of forage type and level of feeding on the digestibility and gastrointestinal mean retention time of dry forages given to cattle, sheep, ponies and donkeys. *Brit. J. Nutr.* 95, 88-98.
- Pirkelmann H., Ahlswede L., Zeitler-Feicht M. (2008): *Pferdehaltung*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

- Poppe S. (2009): Optimierung der Heufütterung auf Gut Scheurenhof. Landwirtschaftskammer Hannover. Meisterarbeit Pferdewirt Zucht und Haltung.
- Potter G.D., Arnold F.F., Housholder D.D., Hansen D.H., Brown K.M. (1992): Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdeheilkunde (Sonderausgabe)*, 107-111.
- Radicke S. (1990): Untersuchungen zur Verdauung von Mais- und Haferstärke beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Radicke S., Landes E., Kienzle E., Meyer H. (1992): Aktivität der Amylase im Darmkanal des Pferdes in Abhängigkeit von der Futterart. *Pferdeheilkd (Sonderausgabe)*, 99-102.
- Ralston S.L. (1996): Hyperglycemia/hyperinsulinemia after feeding a meal of grain to young horses with osteochondritis dissecans (OCD) lesions. *Pferdeheilkunde* 12.
- Ralston S.L. (1997): Diagnosing a predisposition for equine osteochondritis dissecans. US Patent #5,888, 756.
- Ralston S., Anderson H., Johnson R. (2007): Growth and glucose/insulin responses of draft cross weanlings fed Total Mixed ration cubes versus hay/concentrate rations. In: *Applied equine nutrition and training* (Ed.: Lindner A.). *Equine Nutr. Conf. (ENUCO)*, pp. 233-237.
- Ralston S.L., Black A., Suslak-Brown L., Schoknecht P.A. (1998): Postprandial insulin resistance associated with osteochondrosis in weanling fillies. *J. Anim. Sci.* 76, Supplement 1, 176.
- Redbo I., Redbo-Torstensson P., Ödberg F.O., Hedendahl A., Holm J. (1998): Factors affecting behavioural disturbances in race-horses. *Anim. Sci.* 66, 475-481.
- Romanowski K., Hacke S., Vernunft A., Kanitz W., Kienzle E., Fürll M., Zeyner A. (2011): Effects of different oral doses of sodium chloride on acid-base and mineral balance of exercised horses fed a hay-based diet. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 20, 71.
- Rose-Meierhöfer S., Klaer S., Ammon C., Brunsch R., Hoffmann G. (2010): Activity behavior of horses housed in different open barn systems. *J. Equine Vet. Sci.* 30, 624-634.
- Rosenfeld I., Austbø D. (2009): Effect of type of grain and feed processing on gastrointestinal retention times in horses. *J. Anim. Sci.* 87, 3991-3996.
- Rottmann J. (1994): Untersuchungen zur Verdaulichkeit (insgesamt und praeileal) von Maissilage und Maiskolbensilage beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Schwabenbauer K. (1979): Einfluß von Futterzusammensetzung und Fütterungstechnik auf mikrobielle Umsetzungen im Blinddarm des Pferdes. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Siciliano P.D., Wood C.H. (1993): The effect of added dietary soybean oil on vitamin E status of the horse. *Proc 13th Equine Nutr. Physiol. Symp.*, 3-4.
- Souris A., Kaczensky P., Julliard R., Walzer C. (2007): Time budget-, behavioral synchrony- and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B strictly protected area in SW Mongolia. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 107, 307-321.
- Stanier W.B. (2002): Growth and somatotrophic axis in young Thoroughbreds. Virginia Polytechnic and State Univ., Blacksburg: PhD Thesis.
- Teleb H. (1984): Untersuchungen über den intestinalen Ca-Stoffwechsel beim Pferd nach variierender Ca-Zufuhr und einer Oxalatzulage. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Tinker M.K., White N.A., Lessard P., Thatcher C.D., Pelzer K.D., Davis B., Carmel D.K. (1997a): Prospective study of equine colic risk factors. *Equine Vet. J.* 29, 454-458.
- Van Dierendonck M.C., Bandi N., Batdorj D., Dugerlham S., Munkhtsog B. (1996): Behavioural observations of reintroduced Takhi or Przewalski horses (*Equus ferus przewalskii*) in Mongolia. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 50, 95-114.
- van Dijk S., Wensing T. (1989): Comparison of the lipoprotein patterns of the horse, the pony and the lactating and non-lactating cow obtained by a combination of an ultracentrifugation and a precipitation technique. *Comp Biochem Physiol* 94B, 735-738.
- Vermorel M., Mormède P. (1991): Energie cost of eating in ponies. In: *Energy metabolism of farm animals* (Eds.: C. Wenk, M. Boessiger). EAAP publication no. 58. ETH Zentrum Zürich, pp. 437-440.
- Vermorel M., Vernet J., Martin-Rosset W. (1997): Digestive and energy utilisation of two diets by ponies and horses. *Livestock Prod. Sci.* 51, 13-19.
- Vervuert I., Bothe C., Coenen M. (2007): Glycaemic and insulinaemic responses to mechanical or thermal processed barley in horses, *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 91, 263-268.
- Vervuert I., Brüssow N., Bochnia M., Hollands T., Cuddeford D., Coenen M. (2010): Elektromyographische Untersuchungender equinen Kaumuskulatur bei Aufnahme unterschiedlicher Raufuttermittel. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 19, 123.
- Vervuert I., Voigt K., Hollands T., Cuddeford D., Coenen M. (2008): Effects of processing barley on its digestion by horses. *Vet. Record* 162, 684-688.

- Vervuert I., Voigt K., Hollands T., Cuddeford D., Coenen M. (2009): Effect of feeding increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses in healthy horses. *Vet. J.* 182, 67-72.
- Vulink J.T., Cornelissen H.J., Prins H.H.T. (2001): Hindgut fermentation is not an evolutionary dead end: comparative feeding ecology of cattle and horses. In: Hungary herds: management of temperate lowland wetlands by grazing (Ed.: Vulink J.T.). Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. PhD Thesis, Ministerie van Verkeer and Waterstaat, Lelystad, The Netherlands.
- Watson T.D.G., Burns L., Love S., Packard C.J., Shepherd J. (1991): The isolation, characterisation and quantification of the equine plasma lipoproteins. *Equine Vet. J.* 23, 353-359.
- Wickens C.L., Heleski C.R. (2010): Crib-biting behavior in horses: A review. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 128, 1-9.
- Wilke S. (1992): Zur praeilealen Verdaulichkeit von Hafer und Mais verschiedener Zubereitungen beim Pferd. Hannover: Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Willard J.G., Willard J.C., Wolfram S.A., Baker J.P. (1977): Effect of diet on cecal pH and feeding behavior of horses. *J. Anim. Sci.* 45, 87-93.
- Williamson A., Rogers C.W., Firth E.C. (2007): A survey of feeding, management and faecal pH of Thoroughbred racehorses in the North Island of New Zealand. *New Zealand Vet. J.* 55, 337-341.
- Winskill L.C., Waran N.K., Young R.J. (1996): The effect of a foraging device (a modified 'Edinburgh Football') on the behavior of the stabled horse. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 48, 25-35.
- Wolter R., Chaabouni A. (1979): Etude de la digestion de l'Amidon chez le cheval par analyse du contenu digestif après Abattage. *Rev. Med. Vet.* 130, 1345-1357.
- Wolter R., Gouy D. (1976): Etude expérimentale de la digestion chez les équidés par analyse du contenu intestinal après abattage. *Rev. Med. Vet.* 127, 1723-1736.
- Yasar S. (2003): Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with a whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *Int. J. Poultry Sci.* 2, 75-82.
- Zeitler-Feicht M.H. (2008): Handbuch Pferdeverhalten. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Zeitler-Feicht M.H., Streit S., Dempfle L. (2010): Tiergerechtigkeit von Futterabrufstationen in der Gruppenhaltung von Pferden. Teil 1: Fressstände versus Abrufautomaten. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 6/2010, 363-370.
- Zeitler-Feicht M.H., Walker S. (2005): Zum Einsatz eines speziellen Heunetzes in der Pferdefütterung aus ethologischer Sicht. *Pferdeheilkunde* 21 (3), 229-233.
- Zentek J., Nyari A., Meyer H. (1992): Untersuchungen zur postprandialen H₂- und CH₄-Exhalation beim Pferd. *Pferdeheilkd (Sonderausgabe)*, 64-66.
- Zeyner A. (1992): Untersuchungen an Sportpferden zur Schätzung des Gehaltes an verdaulicher Energie in Rationen. Univ. Leipzig; Diss.
- Zeyner A. (1995): Diätetik beim Pferd. Stuttgart: G. Fischer, 175 S.
- Zeyner A. (2002): Ernährungsphysiologische Wirkungen eines Austausches von stärkereichen Komponenten durch Sojaöl in der Reitpferdeernährung. Georg-August-Universität Göttingen: Habilitationsschrift.
- Zeyner A. (2003): Beurteilung des Fütterungserfolges und der Darmgesundheit beim Pferd über Parameter im Kotwasser. Wiss. Kolloquium an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig. 07. März 2003.
- Zeyner A. (2006): Immunmodulierende Wirkung von Fetten aus dem Futter und Besonderheiten beim Pferd. In: Immunkrankheiten beim Pferd (Hrsg.: Lindner A.). Dülmen: VaKo Druck, S. 27-40.
- Zeyner A. (2008): Energy providing nutrient sources. In: Nutrition of the exercising horse (Eds.: M.T. Saastamoinen, W. Martin-Rosset). EAAP publication no. 125. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 277-294.
- Zeyner A., Behnisch C., Gropp J. (1997): Untersuchungen zur fettreichen Fütterung (Sojaöl, Fischöl, Lecithin) von Pferden. *VDLUFA-Schriftenreihe* 46/1997, 323-326.
- Zeyner A., Behnisch C., Gropp J. (2003): Investigations on the palatability and digestibility of fish oil containing diets in adult riding horses. *Proc. 7th Congr. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN)*. Hannover: 03.-04. October 2003, 75.
- Zeyner A., Buchholz I., Schweigert F.J. (1995): Untersuchungen zum Einfluß von Fettgaben auf die Konzentration an β -Carotin, Vitamin A und Vitamin E im Blutserum von Pferden. In: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier (Hrsg.: Schubert R., Flachowsky G., Bitsch R.), 97-100.
- Zeyner A., Buchholz I., Schweigert F.J. (1999): Untersuchungen zum Einfluß von Fettgaben auf die Konzentration an β -Carotin, Vitamin A und Vitamin E im Blutserum von Pferden. 2. Mitteilung: Sojaöl und Sojalecithin. In: Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier (Hrsg.: Schubert R., Flachowsky G., Bitsch R., Jahreis G.), 358-361.

- Zeyner A., Harris P. (in Vorbereitung): Vitamins. In: Equine applied and clinical nutrition (Eds.: R. Geor, P. Harris, M. Coenen). Elsevier, Philadelphia.
- Zeyner A., Geißler C., Dittrich A. (2004): Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 88, 7-19.
- Zeyner A., Geissler C., Kaske H., Fuchs R. (1992): Untersuchungen zur Beurteilung der Futterration mittels Kotwasseranalyse (Wasser, pH, organische Säuren). *Pferdeheil-kunde (Sonderausgabe)*, 88-91.
- Zeyner A., Geissler C., Peschke I., Kny G., Jope R. (1996): Beitrag zum Fettsäurenmuster in der Stutenmilch. *Pferdeheilkunde* 12, 213-219.
- Zeyner A., Hoffmeister C., Einspanier A., Lengwenat O., Illies M. (2006): Glycemic and insulinemic response of Quarter Horses to concentrates high in fat and low in soluble carbohydrates. *Equine vet. J., Suppl.* 36, 643-647.
- Zeyner A., Kirchhof S., Susenbeth A., Südekum K.-H., Kienzle E. (2010a): Protein evaluation in horse feed: a novel concept. In: The impact of nutrition on the health and welfare of horses (Eds.: A.D. Ellis, A.C. Longland, M. Coenen, N. Miraglia). EAAP publication no. 128. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 40-42. (ISBN: 978-90-8686-155-2).
- Zeyner A., Quellmalz S., Dill J., Lengwenat O. (2009): Reproducibility of data on the chewing activity of horses measured by CARA. *Proc. 13th Congr. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN)*. Oristano, Sardinia (Italy): 15.-17. October 2009, 116.
- Zeyner A., Romanowski K., Mietke-Hofmann H., Will-Macamo C., Wagner A., Büsing K., Westphal K. (2007): Storage induced alterations in the hygienic quality of differently treated oats grown under atypically hot and dry conditions in Germany. *Proc. 11th Congr. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN)*. Leipzig: 01.-03. November 2007, 102.
- Zeyner A., Schindler A., Dittrich A., Gropp J. (2000): Untersuchungen zur Akzeptanz und Verdaulichkeit von fettreichem Futter beim Pferd. 54. Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Göttingen: 07.-09. März 2000.
- Zeyner A., Schindler A., Grass S., Dittrich A. (2002): Einfluss von Lecithin auf die Verdaulichkeit von Energie und Nährstoffen in Rationen mit einem unterschiedlichen Gehalt an Futterfett beim Pferd. 56. Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Göttingen: 06.-08. März 2002.
- Zeyner A., Waechter W., Quellmalz S., Lengwenat O. (2010b): Effects of soybean oil fed as component of a mixed feed or given on top on the concentrate on chewing activity of horses. 14th Conf. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN). Zurich (Switzerland): 06. – 08. September 2010, 32.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Annette Zeyner
Professur für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 8,
18059 Rostock (Email: annette.zeyner@uni-rostock.de)

Prof. Dr. Ellen Kienzle
Ludwig-Maximilians-Universität; Tierärztliche Fakultät
Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, Schönleutnerstraße 8
85764 Oberschleißheim (E-Mail: Kienzle@tiph.vetmed.uni-muenchen.de)

Prof. Dr. Manfred Coenen
Universität Leipzig, Veterinärmedizinische Fakultät
Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig (E-Mail: coenen@vetmed.uni-leipzig.de)

10. Betriebswirtschaftliche Aspekte der Pferdezucht und -haltung (H. Köhne)

Vordergründig wird ökonomischen Fragen im Pferdebereich wenig Aufmerksamkeit geschenkt ⁽¹⁾. Insbesondere in der Zucht werden häufig nur bunte Prospekte von Hand zu Hand weitergegeben. Offenbar hat man Geld und darüber wird nicht geredet.....Der folgende Beitrag versucht ein wenig Licht in das Dunkel ökonomischer Zusammenhänge zu bringen, kann aber aufgrund des begrenzten Raumes nur einige Aspekte beleuchten. Die hier aufgeführten Beispiele können aber als Anleitung für eigenes Handeln dienen.

10.1 Einführende Bemerkungen

Betriebswirtschaftliche Fragen können im Alltag von Pferdehaltungen, die über die reine Hobbyhaltung von ein oder zwei Pferden hinausgehen, eine erhebliche Bedeutung haben. Gemeinhin unterscheidet man in der Betriebswirtschaft des Pferdebereiches zwischen den Verfahren von Zucht (Zuchtsstuten-, Deckhengst-haltung) und Aufzucht (Aufzucht und Ausbildung junger Pferde) sowie den Haltungsverfahren (Pensionsreitpferdehaltung, Pension von Aufzuchtponies, Beritt etc.). Nach landläufiger Auffassung sind in Deutschland diese Bereiche der Zucht und Haltung von Pferden Tätigkeiten, die als Teilbereich der Landwirtschaft angesehen werden. Die Realität ist komplizierter und wird letztlich durch das Steuer- und Baurecht geregelt. Aus der häufig mit dem Halten von Pferden verbundenen Zahlung z.B. des Landwirtschaftskammerbeitrages oder von Beiträgen zur landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft kann nicht abgeleitet werden, dass ein landwirtschaftlicher Betrieb vorliegt. Die Klärung der vielfältigen Abgrenzungsfragen erfolgt durch zahlreiche steuerrechtliche Bestimmungen. Bei Bauvorhaben im Außenbereich ist dieser Punkt auch für die dann notwendige Entscheidung über eine Privilegierung gemäß § 35 BBauGB wichtig. Einige Beispiele:

Liebhabelei

Wesentliches grundlegendes Kriterium für die steuerrechtliche (und baurechtliche) Beurteilung von Pferdehaltungen jeglicher Art ist im Regelfall die Klärung der Frage, ob es sich bei der jeweiligen spezialisierten Pferdehaltung um Liebhabelei handelt. Liebhabelei liegt, unabhängig von der Betriebsgröße, dann vor, wenn, beispielsweise anhand von Jahresabschlüssen oder Betriebskonzepten, nicht erkennbar ist, dass der Betrieb darauf ausgerichtet ist, nachhaltig Gewinne zu erzielen.

Anlaufverluste werden im Steuerrecht nur für eine begrenzte Zeit hingenommen. In dem Fall wird spätestens nach 10 Jahren überprüft, ob bei Betriebsauflösung noch ein Totalgewinn entsteht.

Wenn ein Betrieb zur Liebhabelei erklärt wird, bleibt er im Privatvermögen. Dann können die betrieblichen Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft nicht mit anderen Einkunftsarten verrechnet werden. Während der Anlaufphase ergangene Steuerbescheide bleiben vorläufig und führen bei Einstufung in die Liebhabelei u.U. zu erheblichen Steuernachzahlungen. Ein als Liebhabelei deklarierte Betrieb kann im Außenbereich im Regelfall auch nicht bauen.

Landwirtschaftseigenschaft oder Gewerbe

In Deutschland werden Zucht und Aufzucht von Pferden der Landwirtschaft zugerechnet, weil sie üblicherweise an eine entsprechende Flächenausstattung gebunden sind. Die Haltung von Pensionspferden zählt, sofern sie auf überwiegend eigener Flächengrundlage (= Möglichkeit der Futterversorgung aus dem eigenen Betrieb) erfolgen, ebenfalls zur Landwirtschaft. Mit Einschränkungen (Abgrenzungskriterium im Steuerrecht: Dauer des Besitzes des Pferdes größer als etwa ein Jahr) gilt dies auch für die Ausbildung eigener Pferde in diesen Betrieben.

¹⁾ Als auf den Reitbetrieb bezogenes, sehr allgemein gehaltenes Lehrbuch steht nur zur Verfügung: Deutsche Reiterliche Vereinigung (FN), Hrsg.: Betriebswirtschaftslehre – Modernes Management für Reitbetriebe u. Verein, 3. Aufl., Warendorf 2008

Der Pferdehandel, der Beritt fremder Pferde, Reitunterricht, Kinderferienpension etc. zählen im Regelfall nicht zu den landwirtschaftlichen Tätigkeiten und werden steuerrechtlich als gewerbliche Tätigkeiten angesehen. Die Grundbedingung der notwendigen eigenen Futtergrundlage gilt in vielen Bundesländern als erfüllt, wenn 0,25 ha Futterfläche je Pferd vorhanden sind. In Bayern und NRW gelten 0,35 ha als Untergrenze ⁽²⁾. Die einzurechnenden Flächen müssen als ldw. Nutzflächen entweder im Eigentum des Betriebes stehen oder ihm über langfristige Pachtverträge (mindestens 10 Jahre Laufzeit) zur Verfügung stehen. Allerdings ist die gesamte Fragestellung der Abgrenzung Landwirtschaft – Gewerbe und Liebhaberei seit Jahrzehnten derart komplex, dass hier keine allgemein zutreffenden Definitionen möglich sind. Außerdem verändert die Rechtsprechung fortwährend die zu beachtenden Sachverhalte. Letztlich sind deshalb immer auf den Einzelfall bezogene betriebswirtschaftliche Analysen notwendig. Auch aus diesen Fragestellungen leitet sich die Notwendigkeit ab, sich intensiv mit ökonomischen Fragestellungen im Pferdebereich zu befassen.

10.2 Beurteilung von Produktionsverfahren an Beispielen ⁽³⁾

Im Folgenden soll die Ökonomie am Beispiel der Zuchtstutenhaltung mit Absatzfohlenverkauf und der Pensionsreitpferdehaltung dargestellt werden. Betrachtungsgegenstand ist jeweils das Großpferd. Wenn man die Ökonomie im Pferdebereich beurteilen will, benötigt man das entsprechende Handwerkszeug. Eine Bilanzanalyse auf der Basis der möglicherweise vorhandenen Buchabschlüsse kann nur den Gesamtbetrieb beurteilen. Im Regelfall besteht der Betrieb aber aus Untereinheiten, den Betriebszweigen, die sich wiederum aus Produktionsverfahren (PV) zusammensetzen. Den Beitrag dieser Teilbereiche zum Betriebsergebnis kann man nur über eine Betriebszweiganalyse erfassen und beurteilen.

Die Ableitung der Teilergebnisse erfolgt über die Festlegung von Produktionsverfahren (PV), bei denen nach einer Definitionsphase (Festlegung von Bezugseinheit und Betrachtungszeitraum und der zuzuordnenden Erträge und Leistungen) sog. Deckungsbeitragsrechnungen (DB-Rechnungen) aufgestellt werden. DB-Rechnungen werden sowohl zur Nachkontrolle und als Planungsrechnung aufgestellt ⁽⁴⁾.

Bezugsgröße einer DB-Rechnung ist immer die kleinste Produktionseinheit, beim Absatzfohlen also die zu dessen Erzeugung notwendige Zuchtstute.

Bei dem Rechenschema der Deckungsbeitragsrechnung werden einer Marktleistung (z.B. Absatzfohlenverkauf) die direkt mit der Erstellung dieses Endproduktes verbundenen sog. variablen Spezialkosten (steigen linear mit dem Umfang des PV) zugeordnet. Der Deckungsbeitrag ist die Differenz zwischen Marktleistung und variablen Spezialkosten. Er wird häufig auch noch als DB I bezeichnet (zum Unterschied zu den DB II etc. in sog. erweiterten DB-Rechnungen).

Ansprüche an Arbeit und fixe Faktoren (etwa den Stallplatz) werden per Definition nicht monetär bewertet, sondern als Faktoransprüche unter der eigentlichen Berechnung als „Merkposten“ aufgeführt. Als Besonderheit sind in der klassischen Definition der Deckungsbeitragsrechnung Nutzungskosten (i.d.R. Zinsansprüche für Vieh- und Umlaufkapital) enthalten. Grundlage der DB-Rechnung ist die exakte Definition des jeweiligen PV, anderenfalls können die Kosten nicht zugeordnet werden. Die Aufstellung von Deckungsbeiträgen setzt somit eine grundlegende Kenntnis von betrieblichen Abläufen im Verfahren im Jahreszyklus voraus.

²⁾ z.B. Außenbereichserlass Bauministerium NRW v. 27.10.06

³⁾ Hinweis: Alle nachfolgenden Tabellen und Abbildungen sind, sofern sich dort keine entsprechenden Verweise finden, das Ergebnis eigener Arbeiten.

⁴⁾ Eine Fachkommission der DLG hat hier 2000 definitorische Differenzierungen vorgenommen (Die neue Betriebszweigabrechnung, Arbeiten der DLG, Bd. 197, Frankfurt/M. 2004). Sie haben sich aber in der Beratungspraxis bisher nicht durchgesetzt bzw. zur Begriffsvermengung geführt (vgl. dazu: alljährliche herausgegebene Richtwert-DB der LWK Niedersachsen)

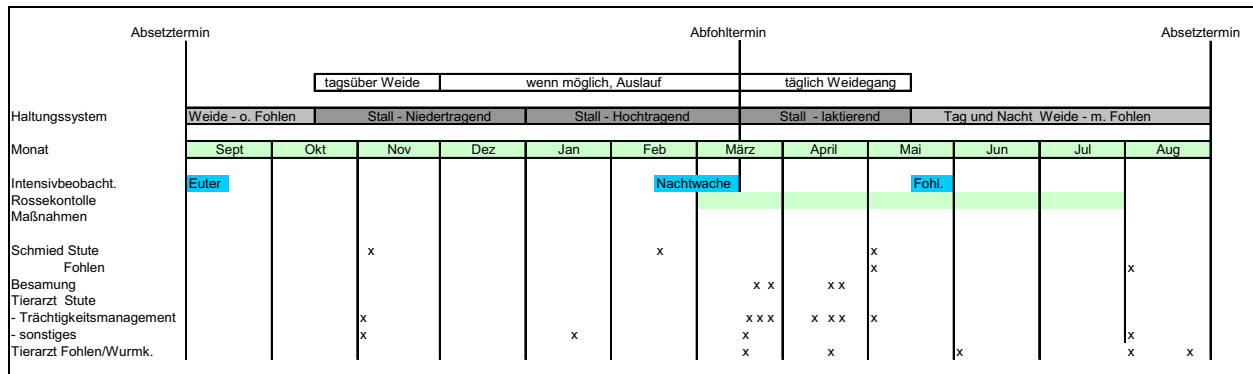


Abb. 10.1: Ablauf des PV Zuchtstutenhaltung (Beispiel)

Abbildung 10.1 zeigt eine graphische Aufstellung des PV Zuchtstutenhaltung mit der über ein Zuchtjahr dargestellten jahreszeitlichen Verteilung der Ansprüche an unterschiedliche Faktoren. Sie kann nur bei Kenntnis der betrieblichen Abläufe exakt aufgestellt werden und ist als Vorbereitung der Kostenaufstellung zu sehen (welche Maßnahme, wie häufig etc). Die einzutragenden Einzelpunkte variieren natürlich zwischen den Betrieben. Über diese Grafik kann bei der Verfahrensaufstellung vorab sehr gut vermieden werden, dass Kostenpositionen übersehen werden. Diese Vorgehensweise ermöglicht es aber beispielsweise auch, zeitlich begrenzte erhöhte Ansprüche an Stallkapazitäten oder an Arbeitszeiten zu erkennen. Als Beginn des Zuchtjahres ist hier der Tag nach dem üblichen Absetztermin des Fohlens gewählt. Im Beispiel soll dies der 1.9. sein, weil Ende August zahlreiche Fohlenauktionen stattfinden, dann Geld fließt und die Aufzuchtverfahren beginnen (Abb. 10.2).

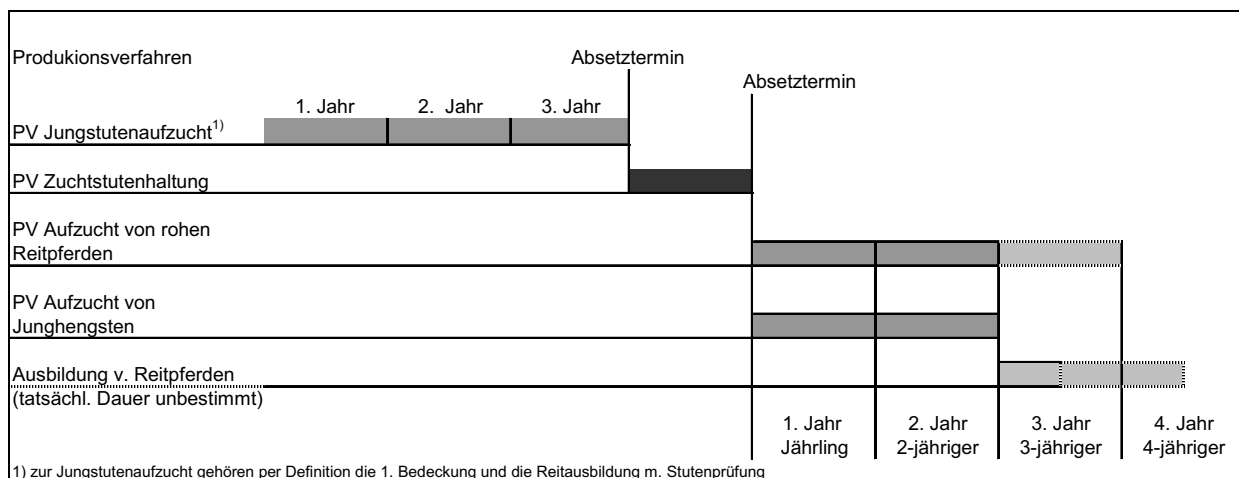


Abb. 10.2: PV der Aufzucht u. Ausbildung im zeitlichen Zusammenhang

In Abb. 10.2 sind verschiedene PV des Zucht- und Aufzuchtbereiches vereinfacht in ihrem zeitlichen Ablauf dargestellt. Es wird deutlich, dass es sich hier teilweise um mehrjährige Verfahren handelt. Für die Ausbildung kann kein fest definiertes Ende angegeben werden, zumal die Verkaufsfähigkeit sich tendenziell zum immer älteren Pferd (4-jährig) hin entwickelt. Auch für diese Verfahren kann in einer detaillierten Einzeldarstellung die zeitliche Zuordnung von Maßnahmen erfolgen. In der Abb. 10.2 wird auch die zentrale Stellung des PV Zuchtstutenhaltung deutlich.

Bei der Aufstellung von Deckungsbeiträgen ist zu beachten, dass keine zeitlich undefinierten Lücken entstehen. Da das normale PV der Zuchtstutenhaltung mit dem Absetztermin beginnt, ist der Jungstutenaufzucht die 1. Bedeckung und ggf. auch die Leistungsprüfung zuzurechnen.

10.2.1 Zuchtstutenhaltung und Absatzfohlenproduktion

Die Tabelle 10.1 ist auf der Basis von Erhebungen in Betrieben entstanden und wird u.a. über die Diskussion in den Meisterkursen für Pferdewirte Zucht u. Haltung der LWK Niedersachsen ständig aktualisiert. Insofern ist zu unterstellen, dass die allgemeine Situation im Zuchtbereich bei Reitpferden erfasst wird. Entscheidendes Ergebnis der Rechnung ist zunächst der negative DB I von – 1.735 €. d.h., dass die Zuchtstutenhaltung je eingesetzter eigener Stute den Betrieb mit – 1.735 € belastet, also nicht zum Betriebserfolg beiträgt. Um die Dimension von Erlösen, Kosten und dem negativen DB I aufzuzeigen, ist in Tabelle 10.1 das Ergebnis für einen Bestand mit 5 Zuchtstuten aufgeführt, dann müssen immerhin schon knapp 7.000 € zur Deckung des Defizits in anderen PV des Betriebes erwirtschaftet werden.

Für einen ausgeglichenen DB bedarf es unter diesen Bedingungen eines Fohlenpreises von rechnerisch 5.700 €. Im Durchschnitt eines Stutenbestandes wird sich ein derart hoher Verkaufserlös je Fohlen kaum erwirtschaften lassen, zumindest hat der Fohlenmarkt auch zu seinen besten Zeiten im Mittel nie dieses Niveau erreicht.

Ein solches Ergebnis führt immer dazu, dass Empfehlungen ausgesprochen werden, man möge doch an den „kleinen Schrauben“ drehen und insbesondere die Kosten senken.

Bewertet man solche Variantenrechnungen unter realistischen Annahmen, so zeigt sich, dass das Einsparpotenzial auf der Kostenseite eher begrenzt ist bzw. nur geringe Effekte bringt.

Die Decktaxen lassen sich kaum reduzieren, sie haben auch jetzt noch, trotz offenbar zurückgehender Bedeckungszahlen, eine stetige Tendenz, insbesondere was die Nutzung der gefragten jeweils aktuellen Hengste angeht. Die Kosten für die Dienstleistungen von Tierarzt, Hufschmied und Zuchtverband bilden ebenfalls seit Jahren einen stabilen Block, der kaum einen Ansatz für Preisreduktionen bietet.

Bei einem züchterisch bewährten Stutenbestand kann ggf. die Nutzungsdauer um zwei bis drei Jahre erhöhen, was betriebswirtschaftlich aber über sinkende Abschreibungen die Kosten nur um etwa 160 € senkt.

Eine wesentliche Verbesserung bringt, zusätzlich zur verlängerten Nutzung, nur die Erhöhung der Abfohlrate von 65 % auf sehr gute 80 %; was man erst einmal erreichen muss. Der negative DB verringert sich dann auf knapp - 1.200 €, d.h. er bleibt selbst bei sehr gutem Fruchtbarkeitsdaten deutlich negativ.

Zusammenfassend ist aus dieser an Durchschnittsdaten orientierten Analyse zu folgern, dass die Zuchtstutenhaltung mit dem Verkauf selbstgezogener Absatzfohlen in der Reitpferdezucht heute im Regelfall ein defizitäres PV darstellt. Ich schließe es dabei nicht aus, dass es Einzelbetriebe gibt, die für den Gesamtbestand beim Fohlenverkauf ein deutlich höheres durchschnittliches Preisniveau erreichen.

Tabelle 10.1: Deckungsbeitragsrechnung I PV Zuchtstutenhaltung

Vorgaben zu Tabelle Zuchtstutenhaltung:				Futterm. u. Mengen (Zukauf, incl. MwSt.)			
Nutzungsdauer (Jahre)	10			Menge	Preis	Summe	
Abfohrate (% ./ 100)	0,65			Fütterung	kg/Tg	€/dt	€
Zinsfuß kurzfristig (p1./100)	0,02			Hafer	4	23	193
Zinsfuß mittelfristig (p2./100)	0,06			Heu	5	12	126
Fohlenverluste	0,04			Kraftfutter	1	32	67
Stutenverluste	0,01			Stroh	5	6	63
Stutenzahl (Stück)	5			Summe/Jahr			449
Stalltage	210			je Stalltag			2,14

Deckungsbeitragsrechnung I PV Zuchtstutenhaltung und Absatzfohlenproduktion				je Stute	für 5 Stuten
				€	€
1 Marktleistung					
2 Fohlen	3.000	1.950			
3 Altpferd	500	50			
4 Sonstiges	-	-			
5 Summe Marktleistung				2.000	10.000
6 Variable Spezialkosten					
7 Bestandsergänzung (Zukaufspreis u. AfA)	6.000			600	
8 Futterkosten					
9 (siehe Nebenrechnung)					
10 Summe Futterkosten				449	2.247
11 Weidekosten (vgl. Tabelle 5; 0,5 ha Weide)	618			309	1.545
12 Hufpflege				120	600
13 Tierarzt/Medikamente				550	2.750
14 Deckgeld				1.000	5.000
15 Transportkosten					
16 Pferdepaß/Brenngeld		-		120	600
17 Verbandsbeiträge				40	200
18 Versicherungen (Halterhaftpflicht)				30	150
19 Risikoausgleich					
20 Z-Stute (Preis * Stutenverluste)				60	300
21 Fohlen				120	600
22 Vermarktungskosten					
23 Summe Direktkosten				3.398	16.992
24 Direktkostenfreie Leistung				-1.398	- 6.992
25 Var. Maschinenkosten				60	300
26 Energie				40	200
27 Zinsanspruch Viehkapital (Zukaufspreis * 0.5) * p _z	180			180	900
28 Zinsanspruch Umlaufkapital	56,77			57	284
29 Summe variable Spezialkosten				3.735	18.676
30 Deckungsbeitrag I (DB I)	-			-1.735	- 8.676
31 Faktoransprüche					
32 Arbeit				110	550
33 Faktorverwertung Arbeit				- 15,8	
34 Stallplätze				1	5

Diese ökonomische Lage der Zuchtstutenhaltung hat sich schon in den letzten 30 Jahren überwiegend in gleicher Weise dargestellt ⁽⁵⁾, diese Feststellungen sind also nicht neu. Zu erkennen ist allerdings, dass sich die Deckungsbeiträge tendenziell seit 10 Jahren immer negativer entwickeln. Die Ursache ist darin zu suchen, dass sowohl die Decktaxen als auch die o.g. Kosten des Dienstleistungsblocks gestiegen sind, während gleichzeitig das Preisniveau für durchschnittliche Fohlen bei Verkäufen Ab-Stall nach meinen Beobachtungen bestenfalls stabil geblieben ist.

Letztlich hat diese Gesamtsituation, auch ohne detaillierte betriebswirtschaftliche Analyse, dazu geführt, dass sich die Zucht mit eigenen Stuten sich als alleiniger Erwerbszweig in landwirtschaftlichen Betrieben nicht entwickelt hat.

⁵⁾ Köhne H.: Pferdezücht- und -haltung als Erwerbszweig im Idw. Betrieb, Diplomarbeit Göttingen 1977, S. 103 ff.

Eine Untersuchung in ausgewählten Regionen des Zuchtgebietes Hannover zeigt zwischen 1995 und 2005 im Mittel einen Rückgang des mittleren Stutenbestandes von 2,8 auf 2,6 Zuchtstuten (= 7,1 %), in der Zuchthochburg Land Kehdingen aber sogar von gut 20 % ⁽⁶⁾. Endpunkte dieser Entwicklung werden der weitgehende Rückzug der eigenständigen Zucht aus den landwirtschaftlichen Betrieben und der weitgehende Verlust der züchterischen Kontinuität, das Arbeiten mit einem Stutenstamm über mehrere Zuchtgenerationen in einem Betrieb, sein.

Negative DB lassen sich auch dann nicht vermeiden, wenn Stuten nach vergleichsweise kurzer Zuchtnutzung zu vergleichsweise hohen Preisen als Reitpferde verkauft werden. Die relativ kleinen Bestandsgrößen werden den damit in der Regel verbundenen Qualitätsverlust aus der höheren Remontierungsrate nicht ausgleichen können.

Positive DB sind in der Zuchtstutenhaltung nur dann sicher zu erzielen, wenn für den Stutenbestand zusätzliche Erlösquellen erschlossen werden können. Als wirtschaftlich besonders vorteilhaft hat sich diesbezüglich die Nutzung als Schulpferd herausgestellt. Diese Verfahrensergänzung ist aber an das Vorhandensein weiterer betrieblicher Einrichtungen wie Reithalle und Reitplatz gebunden. Nach eigenen Beobachtungen bietet diese Nutzung aufgrund der schon seit längeren guten Wettbewerbsbedingungen (eine weitgehend konstante Anzahl von Kindern möchte reiten lernen, das Unterrichtsangebot geht aber tendenziell zurück) selbst im ländlichen Raum befriedigende Entwicklungschancen.

Vereinzelt ist in der Vergangenheit auch versucht worden, Reitpferdestuten zur Milchgewinnung zu nutzen. Auch wenn die damit verbundenen Vermarktungsprobleme gelöst werden konnten, haben diese Betriebe, oft schon nach kurzer Zeit, die Warmblutstuten i.d.R. durch Haflinger ersetzt.

Allgemein ist noch anzumerken, dass die dargestellte Vorgehensweise bei der Aufstellung des Deckungsbeitrages zunächst eine uneingeschränkte Vergleichbarkeit des Ergebnisses mit dem Ergebnis aus andere PV im Betrieb oder zwischen Betrieben ermöglicht (horizontale Vergleiche). Ggf. sind auch vertikale Vergleiche zwischen verschiedenen Jahren möglich.

Bei dieser Vorgehensweise bildet nur die Leistung der Bezugseinheit den Maßstab. Es ist nicht maßgeblich, wie das Pferde untergebracht ist oder wer die Arbeit erledigt. Sehr leicht kann über diese Betrachtung aber auch die Verwertung des im Regelfall knappen Faktors Arbeit (DB I/Akh) ermittelt werden. Auch dieser Wert ermöglicht dann den direkten Vergleich mit anderen PV.

10.2.1.2 Aufzuchtverfahren

Hier soll keine detaillierte Darstellung erfolgen, es sei aber auf einige Besonderheiten bei der Kalkulation hingewiesen.

Die Bezugseinheit bei der Aufstellung der DB-Rechnung ist jetzt immer der Stallplatz. Ein Aufzuchtverfahren kann man mit einem zugekauften Fohlen beschicken, dann ist der Zukaufspreis des Absatzfohlens der Eingangswert in die Kalkulation. Wenn man allerdings ein selbstgezogenes Fohlen in die Rechnung einbezieht, ist zu bedenken, dass man die Abfohlrate in die Rechnung einbeziehen muss. Bei einer Abfohlrate von 50 % ⁽⁷⁾ benötigt man zwei Stuten, um jedes Jahr einen Aufzuchtplatz mit einem selbstgezogenen Fohlen zu füllen, d.h. der Eingangswert sind die Haltungskosten von zwei Zuchtstuten (vgl. Tab 10.1: 3.736 € x 2 = 7.472 €). Daraus folgt, dass ein Zukaufsfohlen bei Wettbewerbsgleichheit bis zu 7.472 € kosten darf. Ein Zukauf zu einem niedrigeren Preis führt zu einem Wettbewerbsvorteil. Diese Überlegungen sind auch auf die Faktoransprüche zu übertragen. Bezogen auf den Stallplatz, benötigt ein selbstgezogenes Fohlen (bei 50 % Abfohlrate) 220 Akh (Am Beispiel: den Zeitbedarf von 2 Zuchtstuten).

Rein ökonomisch betrachtet, also unter Auslassung von Aspekten wie der Pflege eines bestimmten Stutenstammes etc, gerät die Zuchtstutenhaltung absolut ins Hintertreffen. Bei eigener Zucht muss man nehmen, was geboren wird, beim Zukauf kann man sorgfältig auswählen, was der Markt am Ende der Aufzucht und Ausbildung vermutlich sucht.

⁶⁾ Kreienhagen; M.: Eine Strukturanalyse der Hannoveraner Warmblutzucht, Diplomarbeit, FH Osnabrück 2006, S. 190

⁷⁾ Faktor über Dreisatz: $0,5/1 = 2$; $0,8/1 = 1,25$ etc.

10.2.2 Pensionsreitpferdehaltung

Die Pensionsreitpferdehaltung ist das am stärksten verbreitete PV in der Pferdehaltung, allerdings liegen Zahlen zum Umfang nicht vor, da sie bisher nicht erhoben werden. Während bis Ende der 70er Jahre Pensionspferde wesentlich in Vereinsställen untergestellt waren, hat sich seither der Schwerpunkt der Haltung in entsprechend um- und ausgestaltete landwirtschaftliche Betriebe verlagert und ist regional am Rande von Ballungsräumen ein wesentlicher Schwerpunkt der Agrarstruktur geworden. Die Grunddaten zum Beispiel liefert Tabelle 10.2.

Die für die DB-I-Rechnung zu berücksichtigende Liste der variablen Spezialkosten ist vergleichsweise kurz, Zinsansprüche sind wegen der fortlaufenden Zahlungseingänge zu vernachlässigen. Bei der Marktleistung ist zu beachten, dass wegen der Pflicht zur Abführung der Umsatzsteuer mit Nettowerten zu rechnen ist, diese Nettowerte sind dann aber auch bei den Futterkosten einzubeziehen. Weiterhin hat die Wettbewerbssituation in den letzten 10 Jahren dazu geführt, dass betriebsindividuell die Auslastung in die Berechnung einbezogen werden muss. Im Beispiel ist mit 90 % Auslastung kalkuliert worden. Bei guter Planung können, wie hier geschehen, die Futterkosten ebenfalls entsprechend der Auslastung angepasst werden.

Der DB I des PV Pensionsreitpferdehaltung wird im Regelfall positiv sein.

Zu beachten ist aber, dass der DB I nur begrenzt eine Aussage zum Erfolg des Verfahrens ermöglicht, weil er wesentliche Kosten, die aus der Nutzung der fixen Faktoren Stall, Reithalle etc. nicht einbezieht. Eine Möglichkeit, Gebäude- und auch Lohnkosten in die Rechnung einzubeziehen, zeigt Tabelle 10.3.

Jährliche Gebäudekosten werden üblicherweise als Summe aus

- Abschreibungen (AfA),
- Zinsanspruch (für Eigenkapital immer für den halben Anschaffungswert (A), ggf. aber auch unter Einbeziehung der durchschnittlichen Fremdzinsen bei teilweiser Finanzierung mit Fremdkapital) und
- Aufwand für Reparaturen (und ggf. weiteren Unterhalt wie Versicherungen) (⁸)

kalkuliert.

Im Beispiel ist bei dem Stall mit A = 80.000 € gerechnet worden, die Nutzungsdauer (N) ist 25 Jahre, Reparaturen 2 % von A. Bei der Reithalle ist A 150.000 €, N = 25. In beiden Fällen ist eine 100% Finanzierung mit Eigenkapital unterstellt. Als Zinssatz sind 3 % angenommen worden.

⁸) Der Reparaturaufwand kann nur anhand von Erfahrungswerten (Nutzungsintensität, Bauausführung) betrieblich geschätzt werden. Listen mit Anhaltswerten gibt es bisher nicht.

Tab. 10.2: Deckungsbeitrag I Pensionsreitpferdehaltung

Vorgaben zu Tabelle 10.2 (Pensionsreitpferde):

Zinsfuß kurzfr. (p1./100)	0
Zinsfuß mittelfr. (p2./100)	0
Pferdezahl (Stück)	20
Stalltage	365
Boxenmiete Brutto in €	290
Steuersatz in %	19
Boxenmiete Netto in €	244

Futterkosten und Mengen (Zukauf, Netto)			
	Menge	Preis	Summe
Fütterung	kg	€/dt	€
Hafer	3,5	21,5	275
Heu	5	11,2	205
Krafftutter	1,5	29,9	164
Stroh	10	5,6	205
Summe/Jahr			848
je Stalltag			2,32

Definition Boxenmiete: Nur Stallhaltung mit Fütterung, Einstreu u. Entmisten einschließlich Reithallenbenutzung, o. Pflege, ggf. aber Mithilfe Tierarzt u. Schmied

Tabelle 10.2: Deckungsbeitragsrechnung I Pensionsreitpferdehaltung (Bezug: 1 Stallplatz)		je Pferd	für 20 Pferde
		€	€
1 Marktleistung			
2 Boxenmiete/Monat - Netto	244		
3 Monate	12		
4 Auslastung (%)	90		
5 Summe Marktleistung/Jahr		2.632	52.639
6 Variable Spezialkosten			
7 Bestandsergänzung (Zukaufspreis u. AfA)		-	-
8 Futterkosten			
9 (siehe Nebenrechnung, netto)			
10 Summe Futterkosten (bei ... Auslastung	90	763	15.258
11 Weidekosten		-	-
12 Hufpflege		-	-
13 Tierarzt/Medikamente		-	-
14 Transportkosten		-	-
15 Verbandsbeitrag		-	-
16 Versicherungen (Betriebshaftpflicht je P-Pferd)		30	600
17 Sonstiges		50	1.000
18 Summe Direktkosten		843	16.858
19 Direktkostenfreie Leistung		1.789	35.780
20 Var. Maschinenkosten (Annahme)		115	2.300
21 Energie (Strom/Wasser)		75	1.500
22 Zinsanspruch Viehkapital entfällt		-	-
23 Zinsanspruch Umlaufkapital entfällt		-	-
24 Summe variable Spezialkosten		1.033	20.658
25 Deckungsbeitrag I (DB I)		1.599	31.980
26 Faktoransprüche			
27 Arbeit		66	1.320
28 Faktorverwertung Arbeit		24,23	
29 Stallplätze		1	20
30 Reithalle		1	1

Tab. 10.3: Deckungsbeitrag II Pensionsreitpferdehaltung

Tabelle 10.3: Deckungsbeitragsrechnung II Pensionsreitpferdehaltung (Bezug: 1 Pferd)				je Pferd	für 20 Pferde
				€	€
1 Marktleistung					
Übertrag aus Tabelle 4					
Deckungsbeitrag I				1.599	31.980
2 Nichtvariable Spezialkosten ("Fixkosten")					
3 Stallkosten					
AfA	3.200				
Zi	1.200				
Rep.	1.200	je Pferd:			
Summe	5.600	280		280	5.600
4 Reithalle					
AfA	3.000				
Zi	2.250				
Rep.	1.125	je Pferd:			
Summe	6.375	319		319	6.375
5 Fremdlöhne (s. Nebenrechnung)				288	5.760
6 Feuerversicherung				175	3.500
(Gesamtanlage für Pferde)					
20					
7 Werbung				40	800
8 Summe Fixkosten				1.102	22.035
9 Deckungsbeitrag II (DB II)				497	9.945
10 Faktoransprüche					
11 verbleibende Familienarbeit				36	720
12 Faktorverwertung Arbeit				13,81	

Tabelle 10.3 a: Nebenrechnung Fremdlöhne:	
Jahreskosten Fremd-AK	14.400
Faktor Nebenkosten	1,40
Arbeitgeber-Brutto (€)	20.160
Jahres-Akh	2.100
Kosten je Akh (AG-Brutto)	9,60
bei ... Fremd-Akh/Pensionspferd	30
Lohnkosten je Pensionspferd	288

Im Beispiel 10.3 ist weiterhin angenommen worden, dass ein Teil der Arbeit von Lohnarbeitskräften erledigt wird. Eine mögliche Berechnung ausgehend von Bruttolohnkosten des Arbeitgebers findet sich in Tabelle 10.3.a.

Wichtig bei betrieblichen Analysen ist auch immer die Betrachtung des Arbeitszeitbedarfes.

Tabelle 10.4 zeigt exemplarisch, wie die Jahresarbeitszeit in Einzelschritten – über die grobe Unterteilung in tägliche und sonstige Arbeiten - ermittelt werden kann. Im Beispiel wird deutlich, welch großen Einfluss das tägliche Führen von Stall auf die Weide und zurück auf den Gesamtzeitbedarf haben kann.

Tabelle 10.4: Arbeitszeiten in der Pensionsreitpferdehaltung (Schema n. KTBL)

Anzahl Pferde		20		
Stalltage		365		
	Arbeitsgang		Pferd u. Tag in Akmin	je Pferd Akh/Jahr
1.0	Tägliche Arbeiten			
1.1	Krafftutterfütterung			
	Häufigkeit	3		
	Futter bereitstellen	0		
	Füttern	0,5		
	Summe		1,5	
1.2	Grundfutterfütterung			
	Häufigkeit	2		
	Futter bereitstellen	1		
	Füttern	1		
	Summe		4	
1.3	Mist/Einstreu			
	Entmisten (Wechselstreu)		2	
	Einstreubereitstellung		0,5	
	Einstreuen		2	
1.4	Führen zur/von Weide		10	
1.5	Summe tägliche Arbeiten		20	122
2.0	Sonstige Arbeiten			
2.1	Mithilfe Tierarzt			2
2.2	Gespräche Kunde			1
2.3	Sonstige Arbeiten			2
3.0	Gesamtarbeitszeit			127
3.1	davon Führen			61
3.2	Akh ohne Führen			66

Arbeitszeiten im Gesamtbestand			
bei	20 Pferden	Akh	Akh
Gesamt je Jahr		2.533	
Gesamt je Tag			7
nur für Führen je Jahr		1.217	
nur für Führen je Tag			3,3

Dieser Arbeitzeitaufschluss führt dazu, dass bei 20 Pferden in der Summe mit Führen 2.533 Akh je Jahr benötigt werden. Eine Familienarbeitskraft, die mit 2.400 Jahresarbeitsstunden angesetzt wird, reicht also in diesem System nicht aus, um den Bestand zu betreuen. Ohne das Führen werden im Beispiel nur etwa 1.200 Akh benötigt. Solche einfachen Überlegungen haben zur Folge, dass sich beispielsweise Stallsysteme mit permanenten Zugang wenigstens zu Außenbereichen vor Einzelboxen („Pferdeveranden“) vergleichsweise schnell verbreiten. Der Schritt zum Laufstallsystem mit permanenter Gruppenhaltung dürfte allerdings im Allgemeinen nicht der Endpunkt der Entwicklung hin zu Arbeitszeit sparenden Haltungssystemen sein, da offenbar zahlreiche Einsteller diese unter Verweis auf erhöhte Verletzungsrisiken und die eingeschränkte Verfügbarkeit der Pferde nicht bevorzugen.

10.2.2.1 Bestimmungsgründe der Höhe des Pensionspreises

(Analyse der Stärken und Schwächen – Eine Auswahl von Kriterien)

Nachfolgend ist versucht worden, mögliche Kriterien, die den Pensionspreis beeinflussen können, aufzuführen und diese Einzelpunkte aus der Sicht des Marktes negativ, neutral oder positiv zu werten. In der Gesamtschau ergibt sich hieraus eine Stärken-Schwächen-Analyse für den jeweiligen Einzelbetrieb (Sie kann als gesonderte Spalte nach der Grobbewertung (= Musterbewertung) aufgeführt werden).

Kriterien

Grobbewertung

I. Standort

Region

- Ballungsraum ++
- Ferienregion (ländlich) +
- ländlicher Raum – unattraktiv --

Lage des Betriebes

- Stadtrand
 - mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen ++
 - mit Ausreitgelände ++
- Dorf auf dem Lande -

Regionale Wettbewerbssituation

- wenige Betriebe im ländlichen Raum +
- viele Betriebe in einem Ballungsraum mit durchschnittlicher Einkommensstruktur ---

II. Ausstattung der Anlage

Unterbringung der Pferde

- Einzelhaltung
 - Normboxen (um 12 m²) +/-
 - Innenboxen --
 - Außenboxen +
 - Außenboxen m. separatem Dauerauslauf +++
- Gruppenhaltung nicht generell einzusch.
- Robusthaltung nicht generell einzusch.
- Einstreuart – Wechselstreu +
 - Matratze -

Sportanlagen

- ohne Reithalle --
- mit Reithalle
 - 20 x 40 +/-
 - 20 x 60 ++
- gesonderte Longierhalle +++
- 2. Reithalle ab ... Einstellern +++
- Spezialisierung auf bestimmte Gruppen (bzw. Spezialangebote) möglich +
 - nicht möglich -
- Freizeitreiter -
- Turnierreiter (Springen, Dressur) +
- Islandpferde (Bei vorhandener Ovalbahn) +
- Außenanlagen
 - Reitplatz +/-
 - Dressur u. Springplatz +++
- Ausreitgelände
 - generell vorhanden +/-
 - abwechslungsreich +
 - mit gepflegtem betriebl. Reitwegenetz ++

Nebeneinrichtungen

- Separater Putz-/Waschplatz +
- Überdachte Fütteranlage/Laufband +++
- Solarium +/-
- Sattelkammern (beheizt) +/-
- Pflegeeinrichtungen (Waschmaschine etc.) +
- Sanitäre Einrichtungen (WC, Duschen, Umkleiden) +/-

- Aufenthaltsraum/-räume +/-
- Casino +

III. Service/Betriebsklima

Messbar

- Fütterung
 - Verwendete Futtermittel +
 - Fütterungshäufigkeit (3-mal) ++
 - Wer füttert (feste Person) +
 - Erläuterung der Rationsgestaltung +
- Weidegang/Auslauf
 - tägliches Führen von/zur Weide ja +
 - klein parzellierte, gepflegte Weiden ++
- Sauberkeit und Ordnung auf der Anlage ++
- Ruf bezüglich Tiergesundheit +++
- Service bei Sondersituationen +
(Verladehilfe, Art der Notfallbehandlung)

Nicht messbar („weiche Faktoren“)

- Verbotsschilder im Betrieb ---
- Persönlicher Kontakt zum Betriebsleiter(-ehepaar) und. ggf. Verhalten der Mitarbeiter ++/--
- Unterricht und Kurse +
- Ansehen des Reitlehrers/Qualität des Unterrichtes ++/--

Erläuterung der Bewertung:

---	führt zu Preisabschlägen
-- u. -	kann zu Preisabschlägen führen
+/-	Standard (derzeit)
+	führt zukünftig nicht zu Preisabschlägen (zukünftiger Standard)
++ u. +++	kann Preisaufschläge ermöglichen

Die Liste kann erweitert werden.

10.2.2.2 Die Alleinstellung als wesentlicher Freiheitsgrad für die Preisgestaltung

Als Konsequenz aus dem vorstehenden Kriterienkatalog ist Folgendes anzumerken: Bei einem tendenziell sich zumindest regional sättigendem Markt für Pensionsreitpferdebetriebe und einer Umbruchsituation, wie sie sich z.B. aus der zum 1.1. 2005 angewandten Änderung der umsatzsteuerlichen Behandlung der Pensionspferdehaltung ergeben hat, kommt den kleinen Schrauben der Betriebsführung eine wachsende Bedeutung zu. Am besten ist es dabei, wenn man es als Betrieb schafft, im Ansehen nicht mehr mit anderen (Nachbarn) direkt vergleichbar zu sein und er als „besser als diese“ von den Nachfragern angesehen wird, dann hat man den Status der Alleinstellung erreicht. Diese Idealstellung wird aber nur äußerst selten zu erringen sein. Garantien zur Durchsetzung von Preiserhöhungen gibt es nicht. Wenn Anlagenbetreiber sich im Standardniveau und darunter bewegen, können sie bei der Preisgestaltung im Regelfall nur reagieren und sich der allgemeinen regionalen Entwicklung anpassen. Anderenfalls riskieren sie wachsende Leerstände. Es wird i.d.R. auch nicht gelingen, in einer Region Absprachen zur Preisgestaltung durchzusetzen. Hierfür ist allgemein die Anzahl der Anbieter zu groß.

Zielsetzung des Anbieters muss es sein, für seinen Betrieb möglichst viele Alleinstellungsmerkmale zu erreichen. Diese Merkmale sind vor allem im Bereich ++ und +++ zu suchen. Dabei reicht aber sicher nicht eine Klassifizierung wie im Hotelbereich oder durch die FN. Der Kunde wird den Gesamtbetrieb beurteilen und nicht nur einige besonders positive Aspekte. Die „neueste Technik“ oder eine „Luxusanlage“ wird nicht die Alleinstellung zur Folge haben.

Eine partielle Alleinstellung führt allerdings im Ergebnis dazu, dass der Anlagenbetreiber die Preisführerschaft übernehmen kann, d.h. er wird unabhängiger von der regionalen Preisgestaltung bei Pensionspferden und kann in seltenen Fällen auch die bestehenden Grenzen noch oben hin ausweiten. Eine Alleinstellung ist immer positiv, betriebs- und personenbezogen. Sie geht nicht problemlos auf einen nachfolgenden Betriebsleiter einer derartigen Anlage über. Allerdings ist bei der Zielverfolgung zu beachten, dass die betriebswirtschaftlichen Aspekte (etwa betriebsindividuelle Kosten) nicht unbeachtet bleiben können. Wenn man diese nicht berücksichtigt, wird man schon auf dem langen Weg zum Ziel scheitern. Eine Alternative zur gesamtbetrieblichen Entwicklung gibt es nicht. Man kann z.B. im Regelfall in einer Wettbewerbssituation nicht durch eine Einführung eines Leistungskataloges (Führen von/zur Weide, Nutzung der Führanlage kostet extra etc.) dauerhaft eine Preisdifferenzierung erreichen. Möglich und allgemein akzeptiert zu sein scheint es, dass unterschiedlich ausgestattete Stallplätze auch unterschiedliche Preise haben können.

10.3 Zu den Märkten

10.3.1 Markt für Reitpferde

Der Gesamtmarkt für Reitpferde zerfällt in zahlreiche Segmente oder Teilmärkte. Letztlich bildet jede Rassegruppe ihren eigenen Teilmarkt. Die Markttransparenz ist zumindest für Neukunden im Pferdegewerbe kaum gegeben. Deshalb bedienen sich solche Nachfrager im Regelfall mehr oder weniger erfahrener Personen ihres Vertrauens. Häufig handelt es sich hierbei um Reitlehrer oder langjährig erfahrene Reiter. Die Beteiligung dieser Berater oder Vermittler an den Verkaufserlösen ist im Ab-Stall-Handel weitverbreitet. Vermittlungsprovisionen ab 10 % des Verkaufspreises sind üblich.

Märkte für neue Pferderassen

Diese Fragestellung wird wichtig, wenn eine Pferdehaltung und/oder –zucht neu aufgebaut oder umgestellt werden soll und hier die Beschäftigung mit den traditionellen Großpferden, die seit hundert Jahren in Deutschland gezüchtet werden, nicht vorgesehen ist. Für auf dem deutschen Markt neue Pferderassen (Definition: Pferderassen, die in den letzten 40 Jahren neu auf dem deutschen Markt erschienen sind) sind vereinfacht drei typische Entwicklungsphasen solcher Marktsegmente zu beobachten:

1. Phase: Erscheinen auf dem Markt („Der Reiz des Neuen“)
2. Phase: Entwicklung des Segmentes oder Rückkehr in die Nische
3. Phase: Reife des Segmentes

Zunächst steht in der 1. Phase der Besitz dieses besonderen Pferdes im Vordergrund (Snobeffekt). In diesem Stadium kann der Anbieter Pioniergewinne erzielen und muss nur begrenzt Marketing betreiben (Vorstellen auf Shows, in Schaubildern). Die Pferde werden aus ihrer Heimat importiert, Verbandsstrukturen sind im Importland noch nicht entwickelt. Das Eingangstor für diese Rassen auf dem deutschen Markt war in den letzten 30 Jahren sehr häufig die Pferdemesse „Equitana“.

Die 2. Phase entscheidet über den Erfolg der Rasse auf dem Markt.

Wenn die ursprüngliche Nische gefüllt ist, wird ein Marketingkonzept zur Ausweitung notwendig, hier kann der Ursprungsverband (Stammzucht) helfen, wenn er über Konzepte und Kapital verfügt. Um dauerhaft am Markt bestehen zu können, muss ein auf die Rasse maßgeschneidertes Präsentationskonzept (eigener Zucht- und/oder Sportverband zwecks Organisation von maßgeschneiderten Wettbewerben, Imagekampagne zum Aufbau eines speziellen Verwendungszwecks) geschaffen werden. Der deutsche Markt bietet in dieser Phase in Regelfall noch höhere Preise als im Ursprungsland. Im Regelfall wird der Markt noch überwiegend durch Importe aus dem Ursprungsland bedient. Die inländische Zucht wird jedoch langsam aufgebaut. Hinweise auf spezielle Qualitätsaspekte des Einzeltieres werden bei den Verkäufen in dieser Phase wichtig. Sie beschränken sich aber wesentlich auf Aussagen zu Reiteigenschaften. Es werden jetzt Anzeigen zu Einzeltieren aufgegeben, jedoch i.d.R. ohne Preisangaben. Erst in der 3. „reifen“ Phase werden auch Papiere und Pedigrees und deren Beurteilungen (Noten, Abstammung an sich) wichtig. Ab diesem Stadium entwickelt sich auch zunehmend eine inländische Zucht und letztlich ein

Verbandssystem, wie es aus der deutschen Reitpferdezucht bzw. dem Sport bekannt ist – was u.a. die zahlreichen Anschlussverbände der FN belegen. Im Regelfall hat sich der ursprüngliche Verkäufermarkt jetzt zu einem tendenziell mit Angebotsüberhängen versehenen Markt entwickelt, das Durchschnittspreisniveau liegt deutlich unter dem der Phase 1. Die Vermarktung muss jetzt das Einzelpferd intensiv bewerben. Es erscheinen zahlreiche Anzeigen, häufig mit Preisforderung. Die o.g. drei Phasen haben in Deutschland letztlich alle Ponyrassen, der Haflinger und das Islandpferd durchschritten, bei den beiden letztgenannten teilweise mit erheblichen Querelen zwischen Stammzucht und dem Nachzuchtgebiet. Bei den Westernpferden befindet man sich in der 3. Phase, hier ist das Ursprungskonzept der Stammzucht ohne erkennbare Abstriche auf den deutschen Markt übertragen worden. In der 1. Phase befinden sich immer noch weitgehend Iberische Pferde. Bei einigen zentralasiatischen Rassen und den südamerikanischen Gangpferden hat sich der Markt nicht aus der Nische der Phase 1 heraus entwickelt oder ist, wie z.B. beim Norweger, wieder in diese zurückgefallen.

Zum Markt für deutsche Reitpferde (Großpferd)

Für diese Rassegruppe gibt es wesentlich drei Teilsegmente:

- den Zuchttiermarkt für Zuchtstuten und Zuchthengste
- den Fohlenmarkt
- den Reitpferdemarkt, unterteilt in die großen Teilsegmente:
 - Sportpferde
 - weiter unterteilt - Zielsetzung Verwendung im Spritzensport
 - Zielsetzung Nutzung im Amateurbereich
 - Freizeitpferde
 - weiter unterteilt in - gelegentliche Teilnahme an Wettbewerben, Lehrpferd
 - Spazierenreiten in der Natur

Generelle Angaben zu Preisniveaus können hier nicht gemacht werden.

Im Freizeitbereich konkurrieren Deutsche Großpferde generell mit fast allen für diese Nutzung angebotenen Pferden, also z.B. mit dem Großpferd ohne Papiere aus Polen oder dem Baltikum oder mit (vom Image her) gutmütigen Ponys und Kleinpferden. Daraus folgt, dass das mögliche Preisgefüge für halbwegs professionell angerittene und weitgehend sicher gehende Pferde eine begrenzte Bandbreite zwischen 2.000 € und etwa 6.000 € hat. Hierfür können, wie die vorhergehenden Tabellen zeigen, im Inland keine Pferde kostendeckend gezüchtet und aufgezogen werden. In diesem Marktsegment ist im Übrigen zu beachten, dass deutsche Reitpferde dort nur einen eher mäßigen Ruf genießen. Sie gelten nach weit verbreiteten (und entsprechend in Internetforen breit ausgewalzten) Vorurteilen landläufig als „überzüchtet“ bzw. zu sensibel oder als zickig. Diese Meinung wird letztlich durch die tatsächliche Selektion der Verbände gestützt. Diese ist tatsächlich nicht auf das gutmütige Gebrauchspferd („die Lebensversicherung“) für Jedermann ausgerichtet, sondern sucht das Spitzenpferd für den Spitzensport – zumindest werben alle maßgeblichen Verbände mit diesen Produkten.

Tendenzen in der Auktionsvermarktung

Allgemein wird die Auktionsvermarktung als Preisbarometer des Marktgeschehens angesehen. Allerdings sind diese Zusammenhänge im Vergleich zum Gesamtmarkt noch nie wissenschaftlich untersucht worden, es gibt also keine Aussagen dazu, wie groß der Preisabstand des durchschnittlichen Auktionsreitpferdes zum Mittel des Gesamtmarktes ist.

Allerdings kann man an den Auktionsergebnissen einige langfristige Trends ableiten ⁽⁹⁾.

Generell folgen Auktionspreise einer schiefen Verteilung, d.h. die Zuschlagspreise sind nicht um das arithmetische Mittel gleich verteilt. Abbildung 10.3 zeigt dies an einem Vergleich für Ergebnisse der hann. Fohlenauktionen in Verden. Es sind dabei zwei Zeitabschnitte betrachtet (die Jahre 1988 bis 1992 (I) und 2002 bis 2006 (II)) und die Preise jeweils in Klassen gruppiert (1 – 5000 DM bzw. € etc.) worden.

⁹⁾ eigene Untersuchungen anhand Verdener Auktionsergebnisse, unveröffentlicht.

In der Auswertung fällt weiterhin auf, dass der Anteil der Ausfälle bzw. Fohlen ohne Zuschlag sich um 5 auf 15 % (II) erhöht hat. Weiterhin ist festzustellen, dass die Spreizung des Preisgefüges weiter geworden ist. Allerdings zeigt sich, dass die Kurve II im mittleren Bereich flacher verläuft als dies in der Periode I der Fall ist. Dies deutet daraufhin, dass am Fohlenmarkt zunehmend stark beim Preis differenziert wird. Entweder wird ein Fohlen im unteren Segment zugeschlagen oder es kostet sehr viel Geld, Preise dazwischen gibt es zunehmend weniger.

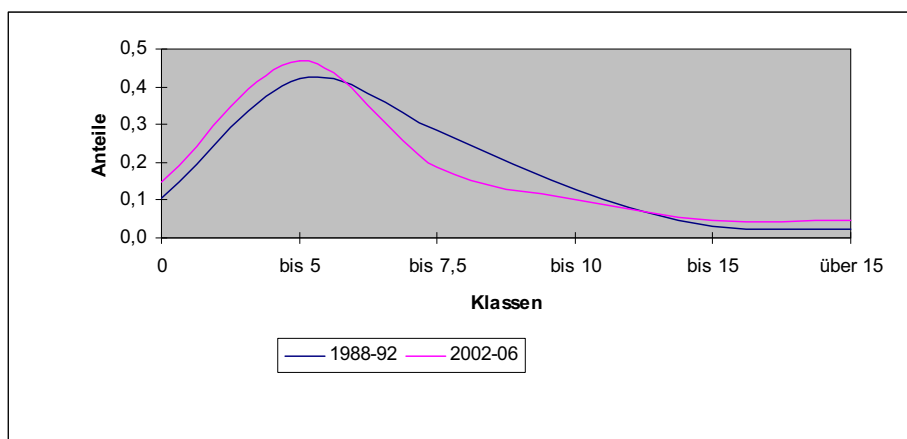


Abb. 10.3 Entwicklung Klassenanteile Fohlenauktion (in jeweiligen Währungseinheiten) (Quelle: eigene Berechnungen, Daten Auktionen Verden – hann. Verband)

Wie die Abb. 10.4 zeigt, hat bei den Farben eine deutliche Angebotsverschiebung stattgefunden, die der sich wandelnden Nachfrage gefolgt ist. Die Fuchsfarbe ist deutlich weniger gefragt, Schimmel sind fast gänzlich aus den Lots verschwunden (letzteres trifft sicher nicht für das Zuchtgebiet Holstein zu). Dafür ist der Anteil der dunklen Farben (Dunkelbraun, Rappe) deutlich gestiegen. Diese Beobachtung findet im Übrigen bei den Reitpferdeauktionen ihre Bestätigung. Dieser Trend hat bei den Fohlen seine Ursache in der Preisbildung. Die Fuchsfarbe führte in beiden Perioden zu unterdurchschnittlichen Preisen, dunkle Farben tendenziell zu positiven Abweichungen vom Mittel. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, dass der Anteil der Vollblutnachkommen von Periode I (8,8 %) zu Periode II (3,3 %) sich mehr als halbiert hat.

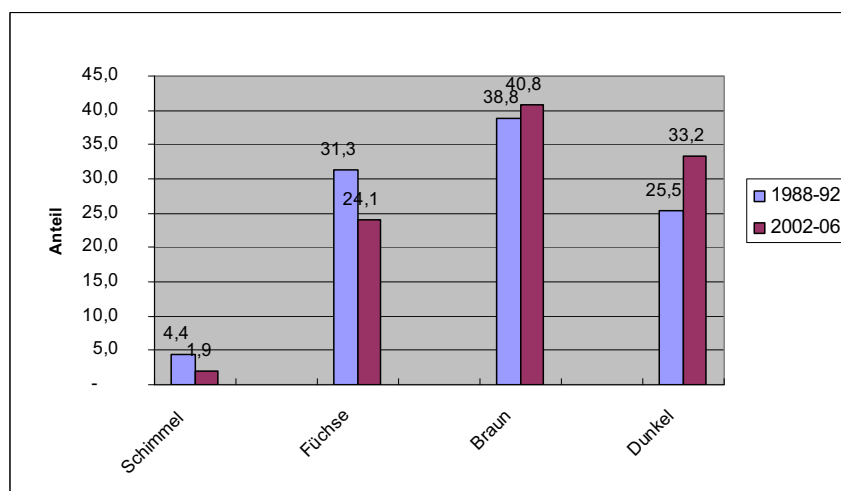


Abb. 10.4 Wandel der Farbverteilung auf den Fohlenauktionen in Verden (Quelle: eigene Berechnungen, Daten: Auktionen in Verden)

Die erzielten Preise dieser Gruppe erreichten in beiden Perioden nicht das jeweilige Gesamtmittel – wenn man in der 2. Periode die Nachkommen des engl. Vollblüters Lauries Crusador xx außer Acht lässt. Generell bietet der Markt also keinen Anreiz

zu solchen Anpaarungen, auch wenn Zuchtleitungen immer wieder auf deren Notwendigkeit hinweisen.

Tabelle 10.5: Fohlenväter auf den Auktionen Verden

(Quelle: eig. Berechnungen, Daten Auktionen Verden)

	Zeitraum	
	1988 - 92	2002 - 06
Su. Fohlen	723	1687
Anzahl Väter Gesamt	220	267
Anteil Topliste (= ... Hengste)	19	20
Anteil Fohlen	34%	40%
Durchschnitts- alter Top-Hengste	14,2	11,0

Zwei weitere Trends des Auktionsmarktes lassen sich aus Tabelle 10.5 ableiten. Die Nachfrage konzentriert sich immer stärker auf eine begrenzte Anzahl von Vätern. Nur 20 Väter stellen in Verden 40 % aller Fohlen. Dabei fällt auf, dass die Väter dieser Gruppe im Mittel deutlich, nämlich um gut 3 Jahre, jünger geworden sind. Der Markt honoriert danach also weder eine genetisch breit aufgestellte Zucht noch legt er Wert auf im Sport erprobte Vererber. Für die öffentliche Auktionsvermarktung ausgewählt wird damit letztlich nur das, was aktuell (festgestellt anhand von Anfragen, Bedeckungszahlen etc.) gefragt ist. Es ist bisher festzustellen, dass die Väter aus der Topliste bei den Fohlen sich auch 3 Jahre später bei den Auktionsreitpferden in den Toplisten wieder finden. Es gibt also eine reelle Chance, dass man die Anpaarung, wenn man sie als Fohlen nicht verkaufen konnte, 4-jährig auf dem Auktionsmarkt noch zu vermarkten. Bei den Reitpferdeauktionen in Hannover ist zumindest für das letzte Jahrzehnt festzustellen, dass die Konzentration auf wenige Abstammungen sogar noch über den Werten der Fohlenauktionen liegt. Als auffälligste Entwicklung bei den Reitpferdeauktionen ist allerdings festzuhalten, dass sich der Anteil der 3-jährigen Pferde in den Lots von etwa 34 % auf 15% mehr als halbiert hat und entsprechend der der 4-jährigen und insbesondere der 5-jährigen erhöht hat. Der Auktionsmarkt fragt also deutlich ältere und vermeintlich besser ausgebildete Pferde nach. Bisher nicht festzustellen sind Konzentrationstendenzen bei den Anbietern.

10.3.2 Märkte für Dienstleistungen (Pensionspferdehaltung etc.),

10.3.2.1 Pensionsreitpferdehaltung

In der Pensionsreitpferdehaltung hat sich eine deutliche Preisdifferenzierung herausgebildet. Wesentliches Kriterium ist die Region. In Tabelle 10.6 sind am Beispiel Niedersachsens Preisbereiche von Reitanlagen mit Reithallennutzung für unterschiedliche Standorte aufgeführt. Angenommen ist jeweils die Vollversorgung. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In den Ballungsräumen etwa der Rheinschiene werden für vergleichbare Lagen Preise erzielt, die um 100 bis 150 € (Brutto) je Monat höher liegen. Es gibt allerdings auch Regionen, wo inzwischen eine Sättigung des Pensionsmarktes erreicht und mit erheblichen Leerständen zu kalkulieren ist. Dort findet mittlerweile ein Wettbewerb über den Preis statt. In solchen Fällen kann die unter Punkt 10.2.2.1 beschriebene Schwachstellenanalyse bei der Betriebsführung helfen.

Anlagen ohne Reithalle bewegen sich gemeinhin bei Pensionspreisen von unter 190 € (brutto). Regional sind Zuschläge vor allem für das zweitaufwändige Führen der Pferde auf die Weide möglich. Innerbetrieblich kann der Preis zwischen den Boxentypen variieren.

Tabelle 10.6: Monatliche Pensionspreise in Niedersachsen

(jeweils Stall m. Halle, ganzjährige Haltung)

Regionstyp (Beispiele)	Spanne (Brutto)	Schwerpunkt	
		Brutto	(Netto) ¹⁾
Ländlicher Raum			
kleine Orte (Landgemeinden CUX, UE)	180 € - 220 €	210 €	176 €
Mittelzentren (Stadtstrand Lüneburg, Leer)	190 € - 250 €	220 €	185 €
Ballungsgebiete			
"ländlich" (Burgdorf, WOB, BS)	240 - 280 €	240 €	202 €
Stadtstrand (HH, HB, Hannover)	240 - 350 €	270 €	227 €
Exklusivanlagen (HH-Rissen, HB-Obern.)	350 - 450 €		
1) Steuersatz 19 %			
Quelle: eig. Erhebungen, Auswert. Meisterarb.			

An guten Standorten können Teile der Versorgungsleistungen (Füttern, Misten) ohne wesentliche Preisabschläge an den Einsteller übertragen werden. In einer wachsenden Zahl von Anlagen werden Nebenleistungen wie der Betrieb eines Solariums oder das Einstellen in eine Führenanlage über Münzautomaten gesondert abgerechnet. Regional wird auch versucht, das Führen zur Weide als Zuschlag zum Pensionspreis abzurechnen. Solches ist aber beispielsweise im ländlichen Raum kaum möglich. Die gesamte Pensionsreitpferdehaltung ist seit 1.1.2005 stark dadurch beeinflusst worden, ob und in welcher Höhe die Einführung der Regelbesteuerung (zunächst 16 %, dann 19 Umsatzsteuer) als Preiserhöhung an die Einsteller weitergegeben werden konnte. Die Tabelle zeigt dies in der Nettospalte. Allgemein war dies im ländlichen Raum und in Anlagen ohne Reithalle nur begrenzt möglich. Dies hat dort zu einschneidenden Rückgängen in der Wirtschaftlichkeit geführt, wie anhand von gesamtbetrieblichen Rechnungen nachgewiesen werden kann. Derzeit ist in Regionen mit niedrigen Pensionspreisen für Reitpferde der Aufbau neuer Betriebe nicht empfehlenswert, dies gilt insbesondere für Neubaulösungen.

10.3.2.2 Zuchtperde- und Aufzucht Pension

Die hier aufgeführten Verfahren haben in der Vergangenheit regional in den niedersächsischen Küstengebieten eine größere Bedeutung gehabt. In den letzten Jahren sind sie aber auch zunehmend in anderen Regionen zu finden. Der Grund liegt darin, dass die Besitzer von Zucht- und Aufzuchtperden offenbar in wachsender Zahl Nichtlandwirte sind, die weder über Zeit und Know-how für Stutenhaltung und Aufzucht verfügen noch die notwendigen Flächen hierzu zur Verfügung haben. Ein – dennoch regionaler - Schwerpunkt für die Verfahren 1 - 4 liegt traditionell in den niedersächsischen Fluss- und Seemarschen. Wenn Betriebe in anderen Gegenden aber über große und weitgehend arrondierte Weideflächen (ab 30 ha) verfügen, bietet sich auch dort die Chance für die Aufnahme entsprechender Verfahren, sei es ganzjährig mit Stallhaltung oder als Sommerpension. Letztere wird am Markt häufiger mit Preisabschlägen belegt. Die Verfahren 1 - 4 sind, wenn sie im ldw. Betrieb durchgeführt werden, derzeit noch mit dem ermäßigten Steuersatz belegt. In den pauschalierenden Betrieben führen diese Verfahren bisher nicht zwangsweise zum Übergang zur Pflicht der Abgabe einer Umsatzsteuerklärung.

Die Verfahren 5 und 6 sind im Regelfall und bezogen auf den wirtschaftlichen Erfolg weitgehend an die Person gebunden, die diese Dienstleistung erbringt. Der Standort spielt keine große Rolle. Wenn jemand im ländlichen Raum eine gute und letztlich erfolgreiche Körvorbereitung leistet, braucht er derzeit nicht um volle Ställe zu bangen. Für die Ausbildung, die differenzierter unter 10.3.2.3 aufgeführt ist, gilt Ähnliches. Diese Verfahren unterliegen vom Grundsatz her dem vollen Umsatzsteuersatz, allerdings sollte dieser Aspekt im Einzelfall mit dem Steuerberater besprochen werden.

Tabelle 10.7: Preise für Dienstleistungen

Verfahren	€/Monat (Brutto)	MwSt-Satz (%)
1 Absetzer/Jährlinge (1. Jahr bis 30.9. Folg	120	7
2 2- und 3-Jährige (Roh- ohne Ausbildung)	150	7
3 Zuchtstuten o. Fohlen	250	7
4 Zuchtstuten m. Fohlen	300	7
5 Junghengste f. Körungsvorbereitung	500	19 o. 7
6 Reitpferde in Beritt	550	19
1- 4 sind bisher Idw. Verfahren und unterliegen dem ermäßigten Steuersatz		
5 u. 6 werden der Regelbesteuerung unterliegen, wobei 5 noch strittig sein kann.		
Quelle: eig. Erhebungen		

10.3.2.3 Berittspreise

Bei Züchtern und Aufzüchtern findet im Regelfall keine Reitausbildung der selbst gezogenen bzw. aufgezogenen Pferde mehr statt. Nur in den eher seltenen Fällen decken Betriebe die gesamte Verfahrenskette zumindest von der Absatzfohlenaufzucht an ab. Deshalb hat die gewerbliche Ausbildung von Reitpferden in Form spezialisierter Betriebe in den letzten 20 Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Gute Ausbilder von Reitpferden sind aber auch in der Vergangenheit zuvor schon immer gesucht gewesen.

Tabelle 10.7: Berittspreise Niedersachsen 2009

(Brutto je Monat, einschl. Unterbringung u. Fütterung)

Verfahren	Preise (€)
Grundausbildung	
Untergrenze	450
Üblicher Bereich	500 -600
Schwerpunkt	560
Oberer Bereich	600 -700
"Luxusberitt" (weit.Förderung, Mittel	
Championatsteiln., Kl. S Starts, etc.)	950 800 -1200

Quelle: eigene Erhebungen

In diesem Dienstleistungsbereich sind insbesondere 2008/2009 im unteren und mittleren Bereich nennenswerte Preissteigerungen durchgesetzt worden. Dies ist als deutliches Indiz dafür zu werten, dass gute Ausbilder gesucht werden und „am Markt knapp sind“. Inwieweit sich diese Entwicklung fortsetzt, bleibt abzuwarten. Im Bereich des „Luxusberittes“ war die Skala schon immer nach oben hin offen und letztlich vom Ruf des Ausbilders abhängig.

10.4 Literaturhinweise

Brügger, Jaep u.a. (2004): Pensionspferdehaltung im landwirtschaftlichen Betrieb. KTBL-Schrift 405, Darmstadt

Köhne H (1977): Pferdehaltung und -haltung als Erwerbszweig im Idw. Betrieb. Dipl.-arb., Uni Göttingen

Köhne H (2001): Pferdevermarktung – wie kann der Anbieter seine Chancen verbessern?

In: Baubriefe Landwirtschaft, H. 42, Münster

Köhne H (2008): BWL-Skript Meisterkurse Pferdewirte Zucht u. Haltung. Erstellt im Auftrag der LWK Niedersachsen.

Kreienhagen M (2006): Eine Strukturanalyse der Hannoveraner Warmblutzucht.

Diplomarbeit, FH Osnabrück

KTBL, Hrsg. (1976): Datensammlung Pferdehaltung, 2. Aufl., Darmstadt

KTBL, Hrsg. (2002): Arbeitszeitbedarf für die Pensionspferdehaltung. KTBL Nr.041, Darmstadt

Rosenberger, G (1993): Wirtschaftliche Kenndaten der Pferdehaltung. Arbeiten der bayerischen Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, H. 16, 2. Aufl.

Top Agrar extra (1999): Mit Pferden Geld verdienen, 2. Aufl. 1999. Münster

Autor:

DR. HINRICH KÖHNE

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

Kiebitzweg 13

28876 Oyten; Email: koehne-oyten@t-online.de



Foto: S. Leopold (Berlin)

Links: 26-jährige Stute (mit viel orientalischem Blut); rechts: 25-jähriger Vollblut-Araber-Wallach. Hinweis: Für Grünlandgebiete bietet sich neben der Pensionspferdehaltung auch die Jungpferdeaufzucht bzw. die Haltung rekonvaleszierender Alt-Pferde an. Viele Pferdehalter möchten ihre ‚Rentner‘ gut untergebracht wissen; ohne die hohen Kosten einer Reitpferdepension zu bezahlen. Wichtig: die Tiere sollten immer versichert sein; auch wenn sie nicht mehr geritten oder gefahren werden.



Foto: W. Brade

Häufig zu sehende Weidegesellschaft in Österreich: Haflinger und Rinder. Beide Tierarten vertragen sich; gehen sich aber weitgehend aus dem Wege.

Lieferbare Sonderhefte / Special issues available

322	Wilfried Brade, Gerhard Flachowsky, Lars Schrader (Hrsg.) (2008) Legehuhnzucht und Eiererzeugung - Empfehlungen für die Praxis	12,00 €
323	Christian Dominik Ebmeyer (2008) Crop portfolio composition under shifting output price relations – Analyzed for selected locations in Canada and Germany –	14,00 €
324	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2009) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007 Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007	8,00 €
324A	Tables Tabellen	8,00 €
325	Frank Offermann, Martina Brockmeier, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon (2009) vTI-Baseline 2008	8,00 €
326	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2009) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008	8,00 €
327	Björn Seintsch, Matthias Dieter (Hrsg.) (2009) Waldstrategie 2020 Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.-11. Dez. 2008, Berlin	18,00 €
328	Walter Dirksmeyer, Heinz Sourell (Hrsg.) (2009) Wasser im Gartenbau – Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Organisiert im Auftrag des BMELV	8,00 €
329	Janine Pelikan, Martina Brockmeier, Werner Kleinhanß, Andreas Tietz, Peter Weingarten (2009) Auswirkungen eines EU-Beitritts der Türkei	8,00 €
330	Walter Dirksmeyer (Hrsg.) (2009) Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus	14,00 €
331	Frieder Jörg Schwarz, Ulrich Meyer (2009) Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisprodukten	12,00 €
332	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2009) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2009	8,00 €
333	Frank Offermann, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon, Jörn Sanders (2010) vTI-Baseline 2009 – 2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland	10,00 €
334	Hans-Dieter Haenel (Hrsg.) (2010) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008 Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008	12,00 €
335	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2010) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2009	8,00 €
336	Peter Kreins, Horst Behrendt, Horst Gömann, Claudia Heidecke, Ulrike Hirt, Ralf Kunkel, Kirsten Seidel, Björn Tetzlaff, Frank Wendland (2010) Analyse von Agrar- und Umweltmaßnahmen im Bereich des landwirtschaftlichen Gewässerschutzes vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie in der Flussgebietseinheit Weser	22,00 €

337	Ulrich Dämmgen, Lotti Thöni, Ralf Lumpp, Kerstin Gilke, Eva Seitler und Marion Bullinger (2010) Feldexperiment zum Methodenvergleich von Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft, 2005 bis 2008 in Braunschweig	8,00 €
338	Janine Pelikan, Folkhard Isermeyer, Frank Offermann, Jörn Sanders und Yelto Zimmer (2010) Auswirkungen einer Handelsliberalisierung auf die deutsche und europäische Landwirtschaft	10,00 €
339	Gerald Schwarz, Hiltrud Nieberg und Jörn Sanders (2010) Organic Farming Support Payments in the EU	14,00 €
340	Shrini K. Upadhyaya, D. K. Giles, Silvia Haneklaus, and Ewald Schnug (Editors) (2010) Advanced Engineering Systems for Specialty Crops: A Review of Precision Agriculture for Water, Chemical, and Nutrient - Application, and Yield Monitoring	8,00 €
341	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2010) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2010	8,00 €
342	Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Eike Poddey, Ulrich Dämmgen, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Petra Laubach, Maria Dieterle, Bernhard Osterburg (2011) Calculation of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2009 Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2009	12,00 €
343	Katja Oehmichen, Burkhard Demant, Karsten Dunger, Erik Grüneberg, Petra Hennig, Franz Kroiher, Mirko Neubauer, Heino Polley, Thomas Riedel, Joachim Rock, Frank Schwitzgebel, Wolfgang Stümer, Nicole Wellbrock, Daniel Ziche, Andreas Bolte (2011) Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald	16,00 €
344	Dierk Kownatzki, Wolf-Ulrich Kriebitzsch, Andreas Bolte, Heike Liesebach, Uwe Schmitt, Peter Elsasser (2011) Zum Douglasienanbau in Deutschland – Ökologische, waldbauliche, genetische und holzbiologische Gesichtspunkte des Douglasienanbaus in Deutschland und den angrenzenden Staaten aus naturwissenschaftlicher und gesellschaftspolitischer Sicht	10,00 €
345	Daniel Heinrich Brüggemann (2011) Anpassungsmöglichkeiten der deutschen Rindermast an die Liberalisierung der Agrarmärkte	14,00 €
346	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2011) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2010	8,00 €
347	Hiltrud Nieberg, Heike Kuhnert und Jörn Sanders (2011) Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive – 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage	12,00 €
348	Herwart Böhm (Hrsg.) (2011) Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion	12,00 €
349	Klaus Nehring (2011) Farm level implications of high commodity prices – An assessment of adaptation strategies and potentials in selected regions in Australia and Germany –	18,00 €
350	Josef Frýdl, Petr Novotný, John Fennessy and Georg von Wühlisch (eds.) (2011) COST Action E 52 Genetic resources of beech in Europe – current state	18,00 €
351	Stefan Neumeier, Kim Pollermann, Ruth Jäger (2011) Überprüfung der Nachhaltigkeit des Modellprojektes Einkommenssicherung durch Dorftourismus	12,00 €
352	Bernhard Forstner , Andreas Tietz , Klaus Klare, Werner Kleinhanss, Peter Weingarten (2011) Aktivitäten von nichtlandwirtschaftlichen und überregional ausgerichteten Investoren auf dem landwirtschaftlichen Bodenmarkt in Deutschland	8,00 €
353	Wilfried Brade, Ottmar Distl, Harald Sieme und Annette Zeyner (Hrsg.) (2011) Pferdezucht, -haltung und -fütterung – Empfehlungen für die Praxis	10,00 €



Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 353
Special Issue

Preis / Price 10 €

ISBN 978-3-86576-079-1

