

In den Genen steht's geschrieben

Warum kann ein Pferd springen?

Warum ist ein Fohlen schwarz?

Warum hat ein Pferd einen raumgreifenden Trab?

Warum ist die Stute eine Stute?

Wie funktioniert die Vererbung eigentlich und inwieweit ist sie beeinflussbar?

In der Tierzucht werden gezielt Anpaarungen zwischen Elterntieren vorgenommen, die ein oder mehrere gewünschte Merkmale besitzen. So erwartet man beispielsweise von einem erfolgreichen Springpferd Nachkom-

men, die sich ebenfalls durch ein großes Springvermögen auszeichnen, oder es finden bestimmte Farbwünsche für das zukünftige Fohlen Einfluss in die Wahl eines passenden Hengstes zur eigenen Stute.



Hell oder dunkel - darüber entscheiden die Gene.



Familienbande lassen sich nicht leugnen.

Vererbung und Chromosomen

Die Weitergabe der Merkmale der Eltern auf die Nachkommen bezeichnet man als Vererbung. Träger der Erbinformation sind die Chromosomen.

Das Pferd besitzt 64 Chromosome, die jeweils doppelt vorhanden sind. Man spricht von 2 x 32 Chromosomenpaaren. (Der Mensch besitzt 46 Chromosome der Pferdespulwurm nur 2).

Jedes Chromosom besteht wiederum aus zwei Schwesterchromatiden.

Während alle Körperzellen diesen doppelten Chromosomensatz besitzen, findet sich in den Geschlechtszellen (Ei- und Samenzellen) nur ein einfacher Satz an Chromosomen. Die Vorläufer der Geschlechtszellen sind jedoch diploid (doppelter Chromoso-

men- und Schwesterchromatiden). Während alle Körperzellen diesen doppelten Chromosomensatz besitzen, findet sich in den Geschlechtszellen (Ei- und Samenzellen) nur ein einfacher Satz an Chromosomen. Die Vorläufer der Geschlechtszellen sind jedoch diploid (doppelter Chromoso-

Erbinformationen und DNA

Durch die Verschmelzung von Ei- und Samenzelle bei der Befruchtung wird der doppelte Chromosomensatz

wiederhergestellt. Die Erbinformation eines Nachkommens stammt also zu je 50 % von der Mutter und dem Vater. Aufgrund der Neukombination der Chromosomen bei der Bildung der Geschlechtszellen wird sichergestellt, dass die entstandenen Geschlechtszellen unterschiedliche Erbinformationen tragen und somit individuelle Unterschiede zwischen den Nachkommen desselben Elternpaares entstehen. Betrachtet man die Chromosomen unter dem Mikroskop, so fällt auf, dass sich die Chromosome eines Paares entsprechen. Eine Ausnahme bilden hierbei nur die Geschlechtschromosome. Weibliche Tiere besitzen zwei X-Chromosome und männliche Tiere je ein X- und ein Y-Chromosom. Die Spermienzelle trägt daher nur ein X- oder ein Y-Chromosom und bestimmt somit bei der Befruchtung der Eizelle



mensatz), so dass der Chromosomensatz für die Geschlechtszellen erst auf die Hälfte reduziert werden muss. Hierbei unterliegt es dem Zufall, welcher Teil eines Chromosomenpaares in die spätere Geschlechtszelle gelangt. Aus der Spermiovorläuferzelle entstehen in zwei Reifeteilungen (Meiose) vier Geschlechtszellen, die nur noch einzelne Chromatiden der ursprünglichen Chromosomenpaare beinhalten. Die Bildung der Eizellen erfolgt ähnlich, wenngleich hierbei nach den Teil-

wiederhergestellt. Die Erbinformation eines Nachkommens stammt also zu je 50 % von der Mutter und dem Vater. Aufgrund der Neukombination der Chromosomen bei der Bildung der Geschlechtszellen wird sichergestellt, dass die entstandenen Geschlechtszellen unterschiedliche Erbinformationen tragen und somit individuelle Unterschiede zwischen den Nachkommen desselben Elternpaares entstehen.

Betrachtet man die Chromosomen unter dem Mikroskop, so fällt auf, dass

das Geschlecht des späteren Nachkommens.

Begibt man sich nun noch tiefer auf der molekularen Ebene, so stellt sich der Bau der Chromosomen dar. Chromosomen bestehen aus DNA (Desoxyribonukleinsäure)-Strängen, die in regelmäßigen Abständen um Nukleosomen (Protein-Komplexe) gewunden sind. Die DNA liegt als schraubig gewundene Doppelhelix vor, in der zwei Stränge von Polynukleotiden (Zucker-Phosphat-Verbindungen) über

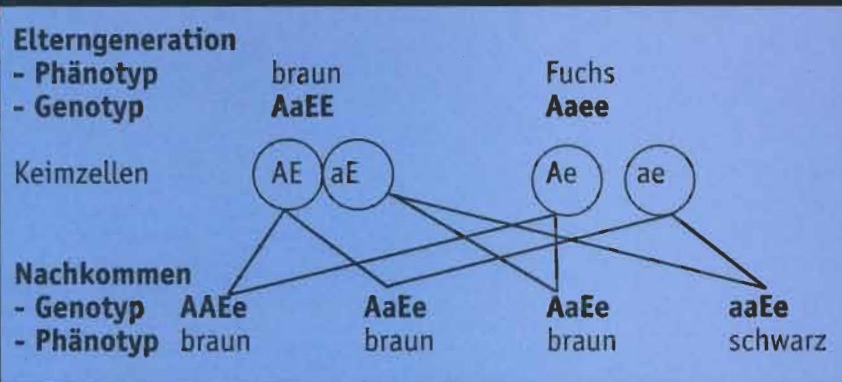


Abb. 1: Darstellung der möglichen Farbausprägung der Nachkommen bei der Kreuzung eines braunen Pferdes mit einem Fuchs. Beide Eltern sind Träger des rezessiven Schwarzallels.

Brückenbildung der DNA-Basen miteinander verbunden sind. Die in der DNA eingelagerten Basen bilden in ihrer spezifischen Reihenfolge die Gene, welche die Information für die Synthese eines Proteins- oftmals ein Enzym- tragen und dadurch eine Merkmalsausprägung bestimmen können. Ein Merkmal resultiert also aus einer bestimmten Basenabfolge innerhalb der DNA. Da die Chromosomen im Zellkern doppelt vorliegen, besitzt ein Gen zwei Allele.

Träger mehrerer Farben sein, sich im so genannten **Phänotyp** (die sichtbare Merkmalsausprägung) aber einfarbig präsentieren. Die Fuchsfarbe überdeckt beispielsweise die Anlage für einen Rappe; das Gen für „Fuchsfarbe“ ist dominant über das rezessive Gen für „Rappe“. Bei der Zucht mit zwei Pferden, die das Allel für Rappe tragen, kann ein Rappfohlen entstehen, wenn es jeweils die Rappallele der Eltern vererbt bekommt (siehe Abb.1).

Fellfarbe und Phänotyp

Ein Gen kann also verschiedene Merkmalsausprägungen haben. Ein Beispiel hierfür ist die Fellfarbe. In der Hannoveranerzucht ist bekannt, dass die Farbausprägung von mindestens zwölf Genorten auf verschiedenen Chromosomen gesteuert wird. Ähnliches wird für andere Pferderassen gelten. Ein Pferd kann folglich genetisch

Krankheiten und genetische Defekte

Neben der Zucht auf gewünschte Eigenschaften spielt die Kenntnis von Erbkrankheiten eine zunehmende Rolle.

Die **Hyperkalämische Periodische Paralyse (HYPP)** des American Quarter Horse und seinen Kreuzungen beruht auf einem Defekt des spannungsgesteuerten Natrium-Kanals in der

Muskelzelle. Der Erbgang ist autosomal dominant. Klinisch fallen Phasen mit Erschöpfung, Gesichtsmuskelspasmen, Vorfalle des dritten Augenlides, Muskelzuckungen und Schweißausbruch auf.

Die Equine Polysaccharid Speicher Myopathie findet sich bei verschiedenen Rassen (American Quarter Horse sowie mit diesem verwandte Rassen, Percheron und Belgisches Kaltblut) und kennzeichnet sich durch Muskelzellzerfall und Muskelkrämpfe. Ein genetischer Defekt der Stoffwechselforgänge von Glucose mit verminderter Bereitstellung von Energie für die Muskelzellen wird als Ursache der schmerzhaften Muskelkontraktionen angesehen.

Das **Lethal white foal Syndrom** tritt bei Fohlen mit weißem oder fast ganz weißem Haarkleid auf und führt innerhalb weniger Tage nach der Geburt zum Tod. Ursache ist ein genetischer Defekt, der die Darmnervenzellen und die pigmenthaltigen Zellen betrifft. Die fehlende nervale Versorgung des Darmes führt zur Ansammlung von Nahrung in den betroffenen Darmbereichen mit anschließender Ausweitung und Verstopfung des Darmabschnittes.

Der Defekt findet sich nur bei Pferderassen, die ein weißes Fellkleid mit Farbflächen besitzen (Paint Horse, Pinto Horse, Quarter Horse).

Beim Menschen existiert mit der **Hirschsprung Krankheit** eine vergleichbare angeborene Missbildung.

Unübersehbar: Ganz die Mama.



Info

Kleines Einmaleins der Genetik

- Allel** Zustandsformen eines Gens auf homologen Chromosomen, können durch Mutation ungleich beschaffen sein
- autosomal** Vererbung gebunden an die autosomalen Chromosomen
- Chromosom** aus DNA bestehende im Zellkern gelegene Träger der Erbanlagen
- DNS** Desoxyribonukleinsäure (engl. DNA)
- Dominant** im Erbgang andere Allele unterdrückend
- Gen** bestimmte Basensequenz der DNS, die die Information für ein Merkmal trägt
- Genom** Gesamtheit der Gene
- Genosomal** Vererbung gebunden an die Geschlechtschromosomen (X-/ Y-Chromosom)
- Genotyp** Gesamtheit der chromosomengebundenen Erbanlagen eines Organismus (gesamte Erbinformation eines Individuums)
- Mutation** plötzliche Änderung der genetischen Information, die dann weitervererbt werden kann
- Phänotyp** Erscheinungsbild eines Organismus (sichtbare Merkmalsausprägung)
- Rezessiv** im Erbgang vom anderen Allel unterdrückt

Bei Arabern kann eine Missbildung des Atlanto-Okzipitalgelenkes (Verbindung zwischen Schädel und erstem Halswirbel) vorkommen. Hierbei ist oft eine verstärkte Beweglichkeit in diesem Gelenk und eine abnorme Kopf- und Halshaltung feststellbar. Betroffene Fohlen fallen meist durch ein Unvermögen zum Aufstehen auf. In einigen Fällen sind neurologische Störungen jedoch auch erst später sichtbar.

Beim Englischen Fellpony existiert eine Erbkrankheit, die mit einer zu geringen Anzahl an B-Zellen verbunden ist (Fell pony foal syndrome). Die betroffenen Fohlen haben eine Abwehrschwäche und sterben meist in

Dr. Anne Grün, Tierärztin,
geb. 08.01.1976 in Neuss

16.10.1995 - 12.01. 2001
Studium der Veterinärmedizin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover

01.04.2001 - 01.06.2004
Promotionsstudium an der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin

Seit dem 1.07.2004
Assistentin in der Tierärztlichen Klinik am Lindenhof in Kaufungen
Besitzerin einer Islandstute und eines Mischlingshundes.



enzyme deficiency (GBED) bezeichnete Erkrankung wird beim American Quarter Horse autosomal rezessiv vererbt (siehe Abb.2).

Erkrankung mit fehlerhafter Hautbildung bekannt. Die Epitheliogenesis imperfecta zeichnet sich durch Blasenbildungen der Haut und erhöhte Neigung zu Wunden aus. Oft sind auch Zahnanomalien zu finden.

Die Auflistung der vererbaren Krankheiten ist mit den oben genannten nicht vollständig, und mit dem Fortschreiten der Forschung in der Genetik werden weitere Erbkrankheiten in Zukunft bekannt werden. Bereits heute existieren DNA-Tests für einige Erbkrankheiten, so dass Anpaarungen von Pferden, die Träger der veränderten Gene sind, vermieden werden können.

Dr. Anne Grün, www.uerklinik-kaufungen.de

Dominant-rezessiver Erbgang mit nur einem Merkmal

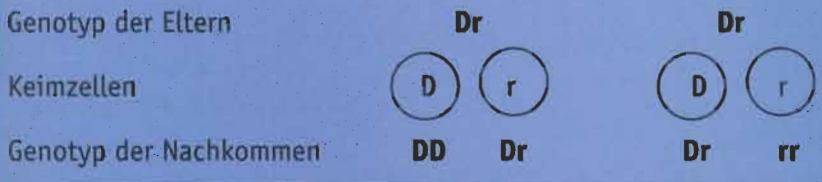


Abb. 2: Aus einer Elternanpaarung, die ein Merkmal mit zwei verschiedenen Allelen tragen, kann unter den Nachkommen ein Träger der beiden rezessiver Allele vorkommen. Die GBED-Erkrankung entspräche in diesem Fall dem Nachkommen mit dem Genotyp rr. Die Eltern tragen lediglich die genetische Information für den Enzymdefekt, sind selbst jedoch nicht erkrankt.

- Bislang stehen 5 direkte Gentests bei Pferden zur Verfügung:
- HYPP (Hyperkaliämische Periodische Paralyse)
 - SCID (Schwere kombinierte Immunerkrankung)
 - OLWS (Overo Lethal White Syndrom)
 - EBJ (Epidermolysis Bullosa Junctionalis)
 - GSD IV (Glykogen Speichererkrankung Typ IV)

den ersten Lebensmonaten an Erkrankungen der Atemwege, des Darmtraktes, Nabel- und Gelenksinfektionen oder einer bakteriellen Septikämie.

Erst seit Kurzem bekannt ist das Gen, das nach Mutation Todesfälle junger Fohlen und Aborte bei Stuten auslöst. Die als Glycogen branching

GBED-Fohlen sind lebensschwach und saugen oft nur unter Hilfestellung. Beugeanomalien der Gliedmaßen, erhöhte Atemfrequenz und Allgemeininfektionen sind häufige Symptome der Erkrankung. Die Fohlen sterben in der Regel plötzlich in einem Alter von etwa 8 Wochen an einem akuten Herzversagen oder einem starkem Blutzucker-Abfall.

Die Mutation des GBE 1 Gens besteht in einem einzigen Austausch eines Basenpaares, so dass es bei der Enzymsynthese zu einem vorzeitigen Abbruch kommt. Der gleiche Vererbungsgang wie für GBED trifft auch auf Hyperelastosis cutis (HC) oder Hereditary equine regional dermal asthenia (HERDA) zu, die ebenfalls bei Quarter Horses bekannt ist. In American Saddlebred Fohlen, beim Belgischen Kaltblut und Bretonepferden ist ebenfalls eine

BIOFOCUS®

Unser Unternehmen mit über 180 Mitarbeitern beschäftigt sich seit 1991 mit labormedizinischen Untersuchungen. Auf 3400m² Labor- und Bürofläche kümmert sich das veterinärmedizinische Labor um die Analytik rund um das Tier.

DNA-Diagnostik Pferd Sicher, schnell und zu fairen Preisen.

Überzeugen Sie sich!

Ab 5 Proben 5% Preisnachlass!	
Abstammungsnachweis (je Tier)	45,24 €
HYPP, Hyperkaliämische Periodische Paralyse	44,08 €
SCID, Schwere kombinierte Immunschwäche	44,08 €
OLWS, Letales Weiß Syndrom	44,08 €
EBJ, Epidermolysis bullosa junctionalis	44,08 €
Fellfarbe Fuchs/Braun	44,08 €
Fellfarbe Rappe	44,08 €
Fellfarbe Cream Dilution (Palomino, Buckskin, Cremello, Perlino, Smoky)	44,08 €
Fellfarbe Fuchs/Braun und Rappe	69,60 €
Fellfarbe Fuchs/Braun, Rappe und Cream Dilution	95,12 €
Preise incl. 16% MwSt	

- Besuchen Sie uns im Internet: www.biofocus.de
- Resultate innerhalb von 7 Tagen
 - Zertifikat über den Genotyp
 - Analysen aus Haarwurzeln und Blut

Biofocus Gesellschaft für biologische Analytik mbH
Berghäuser Straße 295 · 45659 Recklinghausen
Telefon: (023 61) 30 00-121 · Email: contact@biofocus.de



Foto: Hohe