Schwarz mal schwarz gleich rot?! Kuriositäten der Farbvererbung…

Diese Frage wird sich der ein oder andere schon einmal gestellt haben. Aus zwei rappfarbenen Elterntieren purzelt plötzlich ein kleiner Fuchs ins Stroh, aber warum? Um diesem Rätsel auf die Spur zu kommen, muss man zunächst einen Blick auf die wissenschaftlichen Grundlagen werfen. Für jede Ausprägung eines Merkmals hat ein Lebewesen zwei Anlagen. Um das auf die Pferdezucht und spezieller auf die Farbvielfalt anzuwenden: Jedes Pferd hat für jede Farbe, jedes Muster, jede Art der phänotypischen Ausprägung zwei mögliche Anlagen. Ebenso die Elterntiere, folglich kann jedes Elterntier nur eine seiner Anlagen an den Nachkommen weitergeben. Als Phänotyp wird die äußere Erscheinung, also alle sichtbaren Eigenschaften eines Lebewesens bezeichnet. Ein schwarzes Pferd ist z.B. optisch erstmal ein Rappe. Dazu hat aber auch jedes Lebewesen einen Genotyp und dieser beschreibt alle Eigenschaften bzw. Merkmale die genetisch vorhanden, aber vielleicht im äußeren Erscheinungsbild nicht sichtbar sind.

Es wird zwischen dominanten und rezessiven Merkmalen unterschieden. Ist ein Merkmal dominant, so ist es immer zu sehen, auch wenn es nur einmal bzw. mischerbig vorliegt. Bei einem rezessiven Merkmal muss die Anlage zweimal bzw. reinerbig vorhanden sein, sonst wird sie im Phänotyp nicht sichtbar.

Im Folgenden beispielhaft an der Vererbung eines Schimmels (G für Grey) dargestellt.

Schaut man sich die Schreibweise eines Farbtestergebnisses an, so findet man häufig folgende Form n/n (keine Anlage für Schimmel vorhanden), G/n bzw. n/G (einfache Anlage für Schimmel vorhanden) oder aber G/G (reinerbig für das Schimmel-Gen).

Ein Erbgang könnte also folgendermaßen aussehen, Stute und Hengst sind beide mischerbig für Schimmel:

Stute Schimmel **n/G x Hengst** Schimmel **n/G**

n/n kein Schimmel **n/G** mischerbiger Schimmel **G/n** mischerbiger Schimmel **G/G** reinerbiger Schimmel

Da für dominant vererbte Merkmale gilt, dass alle Träger einer Ausprägung jene in ihrem Phänotyp zeigen, sind alle Pferde aus dem Beispiel die mindestens ein G tragen auf den ersten Blick Schimmel, unabhängig ihrer Grundfarbe.

Wie kann es nun also sein, dass aus Rappen Füchse fallen?

Manche Gene, die für eine Ausprägung verantwortlich sind, beeinflussen sich gegenseitig. Wenn man also ganz an den Anfang zurückspult und sich die Vorfahren unserer heutigen Pferde anschaut fällt gleich auf, dass diese alle braun waren… Passiert ist also etwas, dass Genmutation genannt wird. Kann passieren, ist oftmals nicht dramatisch, hat aber Folgen. Zum Beispiel verschiedene Fellfarben und Fellmuster. Die Fellfarbe eines Pferdes wird durch das Zusammenspiel zweier Anlagen gebildet. Zum einen Extension (E) für den Rot-Faktor und zum anderen Agouti (A) für den Schwarz-Faktor. Liegen beide Anlagen funktionsfähig vor ist das Pferd reinerbig braun. Der Spaß beginnt erst sobald mindestens eine Anlage von beiden nicht funktionsfähig ist. Schaut man sich das Agouti-Gen an, stellt man fest, dass dieses die Bildung der schwarzen Pigmente steuert. Bei zwei funktionsfähigen Kopien

(AA) befinden sich die schwarzen Pigmente lediglich im Langhaar, an den Beinen und am Kopf. Auch bei nur einer funktionsfähigen Kopie (Aa oder aA) ist dem Tier nichts anzumerken, aber es trägt jetzt die Anlage für einen Rappen. Nun wird es spannend: Sofern beide Kopien des Agouti-Gens nicht funktionsfähig (aa) sind, wird aus dem Braunen ein Rappe! Agouti steuert die Verteilung von schwarzen Pigmenten. Beim Rappen sind beide Anlagen mutiert und so wird das schwarze Pigment auf das gesamte Fell verteilt. Da für eine Schwarzfärbung des ganzen Tieres zwei nichtfunktionsfähige Kopien (aa) von Agouti nötig sind, ist die Rappfärbung ein rezessiver Erbgang.

Nun zum Extension-Gen, denn dieses ist verantwortlich für die Bildung von roten Pigmenten in den Haaren. Auch dieser Erbgang wird rezessiv vererbt und verhält sich daher ähnlich wie der für Agouti. Sind beide Anlagen für Extension funktionsfähig (EE) oder wenigstens eine (Ee oder eE), ist das Pferd in der Lage, schwarze Pigmente zu bilden. Ist das nicht der Fall und beide Kopien von Extension sind nicht funktionsfähig (ee), erhält man ein Pferd mit der Fellfarbe Fuchs, da die Bildung von schwarzen Pigmenten unterdrückt wird.

Da stellt sich die Frage, wie aus zwei stark dunkelpigmentierten Pferden (Rappen) nun ein nicht dunkelpigmentiertes Fohlen (Fuchs) fallen kann. Das Agouti-Gen und das Extension-Gen beeinflussen sich gegenseitig. Die Vererbung von nicht funktionsfähigen Kopien erfolgt rezessiv, ein Elternteil kann also die Anlage für Rappe oder Fuchs tragen, ohne selbst die entsprechende Fellfarbe zu haben. Fuchs ist über Rappe dominant, ein Fuchs kann auch den Genotyp „aaee“ haben, weil aber durch die Ausprägung von „ee“ das Bilden von schwarzen Pigmenten verhindert wird, ist das Tier rot. Das Tier selbst ist phänotypisch also ein Fuchs, gibt aber in jedem Fall auch eine Anlage für Rappe weiter. Verpaart man zwei Füchse miteinander, können die Nachkommen immer nur Füchse sein.

AAEE Braun	**AaEE** Braun mit Anlage für Rappe	**aaEE** Rappe
AAEe Braun mit Anlage für Fuchs	**AaEe** Braun mit Anlage für Fuchs und Rappe	**aaEe** Rappe mit Anlage für Fuchs
AAee Fuchs	**Aaee** Fuchs mit Anlage für Rappe	**aaee** Fuchs mit Anlage für Rappe

Tabelle 1 Variation Grundfarben (LK)

An dieser Stelle lässt sich also die Leitfrage klären:

Stute Rappe **(aaEe) x Hengst** Rappe **(aaeE)**

aaEe Rappe **aaEE** Rappe **aaee** Fuchs **aaeE** Rappe

Nun gibt es aber auch Gene, die wie Modifikationen dafür sorgen, dass die Grundfarbe verändert wird. Sie hellen auf oder verdunkeln, entweder das ganze Pferd oder auch nur Teile und sorgen so für die Farbvielfalt.

Mit der am Anfang beschriebenen Schimmel-Mutation ist es ähnlich. Die Fohlen werden nicht weiß geboren, sondern kommen in ihrer Grundfarbe auf die Welt. Haben sie zusätzlich eine Anlage für Schimmel, so werden sie mit der Zeit erst grau und später weiß. Paradoxerweise werden Fohlen, die später „ausschimmeln“, meist hyperpigmentiert geboren. Vergleicht man die rappfärbung eines späteren Schimmels, mit der eines späteren Rappen gleich nach der Geburt, so wirkt der Rappe eher

gräulich und der Schimmel fast lackschwarz. Das gilt aber auch für alle anderen Fellfarben. Beim Schimmel sterben die pigmentproduzierenden Zellen mit der Zeit ab, daher verlieren die Haare ihre Farbe. Somit ist die Schimmel-Mutation über alle anderen Farben dominant. Ein reinerbiger Schimmel wird schneller weiß als ein mischerbiger.

Bild 1 Wallach Courad NBK (4)

Dieser Schimmel ist mischerbig für die Schimmel-Gen. Seine Mutter ist die in den folgenden Fotos gezeigte buckskinfarbene Stute Alfings Indi. Da nur sein Vater Schimmel war, besser Rappschecke bzw Porzellanschecke (Rappschecke mit Schimmel-Gen), kann er nur eine Kopie von Grey geerbt haben. Bevor er „ausgeschimmelt“ ist, kam er lackschwarz zur Welt. Unter seinem Schimmel Phänotyp versteckt sich also die Grundfarbe schwarz „aa“.

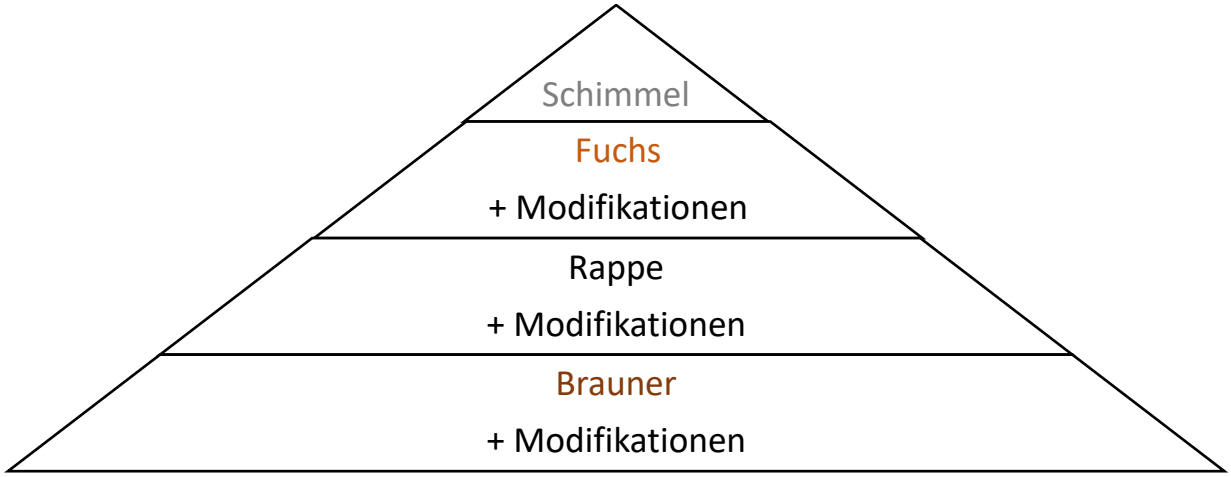

Abbildung 1 Dominanz der Grundfarben (LK)

Schaut man sich andere Aufhellungs-Gene an, so landet man schnell bei der Cream-Aufhellung. Buckskins und Palominos erfreuen sich großer Beliebtheit und sind bereits in großer Zahl in vielen Rassen vertreten. Dieser Erbgang ist unvollständig dominant. Heißt, er ist auch bei nur einer Kopie, also einem mischerbigen Pferd zu sehen, wirkt sich aber noch stärker auf ein reinerbiges Pferd aus. Die Fellfarben von Pferden die mischerbig für Cream sind, lassen sich gut unterscheiden. Reinerbige Cream-Träger sind allerdings oft nicht in ihrer Grundfarbe zu unterscheiden. In diesen Fällen können die Eltern oder Nachkommen Aufschluss über die Grundfarbe geben. Sichere Aussagen lassen sich allerdings nur durch einen Gen-Test treffen. Die Nachkommen eines reinerbigen Cream-Trägers haben also immer (abhängig vom anderen Elterntier) mindestens ein Cream-Gen.

AAEE (Braun) **CR/n** Bucksin/ Braunisabell **CR/CR** Perlino	**AaEE (Braun)** **CR/n** Buckskin/ Braunisabell **CR/CR** Perlino	**aaEE (Rappe)** **CR/n** Smoky Black **CR/CR** Smoky Cream
AAEe (Braun) **CR/n** Buckskin/ Braunisabell **CR/CR** Perlino	**AaEe (Braun)** **CR/n** Buckskin/ Braunisabell **CR/CR** Perlino	**aaEe (Rappe)** **CR/n** Smoky Black **CR/CR** Smoky Cream
AAee (Fuchs) **CR/n** Palomino/ Fuchsisabell **CR/CR** Cremello	**Aaee (Fuchs)** **CR/n** Palomino/ Fuchsisabell **CR/CR** Cremello	**aaee (Fuchs)** **CR/n** Palomino/ Fuchsisabell **CR/CR** Cremello

Tabelle 2 Cream-Aufhellung im Bezug zur Grundfarbe (LK)

Die oben aufgeführte Tabelle zeigt die genetische Modifikation der Grundfarbe, in Abhängigkeit der Anwesenheit von Cream. Ist ein Pferd genetisch braun und hat eine Ausprägung für das Cream-Gen, so wird es zum Buckskin aufgehellt. Hat es sogar zwei Ausprägungen für Cream, wird es im Phänotyp zum Perlino aufgehellt. Ein Fuchs mit einer Ausprägung für Cream wird zum Palomino und mit zwei Ausprägungen zum Cremello. Rappen werden mit einer Cream Ausprägung zum smokey Black und mit zwei Ausprägungen zum smokey Cream.

Bild 2 Mutter Alfings Indi (20) li. mit Tochter Insa vom Hevenbruch (13) re. (Foto: LK)

Die Mutter ist ein Buckskin. Da sie in Ihrem Leben bereits Nachkommen in den Grundfarben Rappe, Braun und Fuchs zur Welt gebracht hat, lässt sich ihr Genotyp folgendermaßen beschreiben: AaEe CR/n.

Die Tochter ist ein Palomino, der Vater dazu ist ein Fuchsschecke. Einem Fuchs liegt immer „ee“ zugrunde, unabhängig der Ausprägung für Agouti und daher kann ein Fuchs auch immer nur eine nichtfunktionsfähige Kopie von Extension vererben. Die Tochter hat also eine Anlage für Fuchs zwangsläufig vom Vater und die zweite Anlage für Fuchs und das Cream-Gen von ihrer Mutter mitbekommen. Daher wird die Grundfarbe Fuchs zum Palomino aufgehellt. Das Tobiano-Gen des Vaters, das verantwortlich für eine Scheckung wäre, hat sie nicht geerbt. Sie trägt keine Scheckung in ihrem Fell. Leider lässt sich hier keine Aussage zum Schwarzfaktor treffen, da die Stute noch keine Nachkommen hat.

Bild 3 Mutter Alfings Indi (20) mit Tochter Kalors Ixi

Fünf Tage nach dem das vorherige Foto aufgenommen wurde, hat die Mutter eine braun gescheckte Tochter zur Welt gebracht. Der Vater des Fohlens ist ein Rappschecke. In diesem Fall hat die Mutter ihre funktionierende Kopie von Agouti „A“ weitergegeben, der Vater kann als Rappe nur ein „a“ weitergegeben haben. Leider lässt sich in diesem Fall keine Aussage zu Extension treffen, außer dass das Fohlen maximal ein „e“ besitzen kann. Andernfalls wäre sie ein Fuchsschecke. Des Weiteren hat der Vater hier sein Tobiano-Gen weitergegeben. Das Cream-Gen ihrer Mutter hat sie nicht geerbt.

Tobiano: Wie funktioniert das eigentlich mit den Schecken?

Die am häufigsten auftretende Scheckung nennt sich Tobiano (T). Oft ist der Kopf farbig und die weiße Fläche der Scheckung überschreitet die Rückenlinie. Auch dieser Erbgang ist unvollständig dominant, dass bedeutet, das auch mischerbige Pferde ein geflecktes Fellmuster aufweisen. Reinerbige Schecken tragen oftmals sogenannte „Ink Spots“, also kleine Punkte im Fell und ihr Weißanteil ist in vielen Fällen größer als der mischerbiger Tiere. Es kann auch passieren, dass ein Schecke aus zwei nicht offensichtlich gescheckten Elterntieren geboren wird. Allerdings ist das bei einem dominant vererbten Merkmal nicht möglich. In einem solchen Fall trägt bei genauerer Betrachtung eines der Elterntiere ein Scheck-Gen verdeckt, darunter können z.B. weiße Flecken unter dem Bauch, eine ausgedehnte Blesse oder auch weiße Abzeichen an den Beinen zählen.

Bild 4 Stute oben Wallach unten (Foto: LK)

Bei dem Rappen schön zu erkennen, die Ink-Spots in der Mitte, eingerahmt von der Plattenscheckung. Die Stute brachte auch mit einfarbigen Hengsten in ihrem Leben nur gescheckte Fohlen.

Ink-Spots können unterschiedlich aussehen, auch bei dem fuchsfarbenen Wallach grenzen sich Plattenscheckung und Ink-Spots gut ab.

Bild 5 Hengst Likedeelers Gerrie Potter (3)

Der Rappscheckhengst ist nicht reinerbig für Tobiano. Seine Mutter ist eine Rappstute und der Vater ein Rappschecke. Sicher lässt sich also sagen, dass er das Tobiano-Gen von seinem Vater bekommen hat und als Rappe die Ausprägung „aa“ für Agouti hat. Ebenfalls kann er maximal eine Anlage für Fuchs haben, da er selbst keiner ist. Da er noch keine Nachkommen hat, kann seine Ausprägung für Extension also „Ee“, mit Anlage für Fuchs oder „EE“ ohne Anlage für Fuchs lauten. In letzterem Fall könnte er auch mit Fuchsstuten keine fuchsfarbenen Nachkommen bringen.

Bild 6 Stutfohlen Likedeelers Zandora (Foto: Sonja Zanter)

Das fuchscheck Stutfohlen ist ebenfalls mischerbig für das Scheck-Gen, da die Mutter eine Fuchsstute ohne Tobiano-Gen ist. Der Muttervater dazu, ist ebenfalls der Vater des rappscheck Hengstes. Der Vater des Stutfohlens ist ein reinerbiger Rappschecke, daher kann er nur bunte Fohlen bringen. Als Fuchsschecke muss sie die Ausprägung „ee“ haben und da ihr Vater als Rappe nur eine nichtfunktionsfähige Kopie von Agouti weitergeben kann, muss sie mindestens eine Anlage für Rappe haben „Aa“, sie kann aber auch „aa“, also reinerbig für Rappe sein. Da rot über schwarz dominant ist, kann das ohne Nachkommen oder Gen-Test nicht näher bestimmt werden.

Zum Schluss: Windfarben, von Silver und Dapples

Windfarben, im englischen silver (Z) genannt, ist eine weitere Modifikation der Grundfarbe, die unvollständig dominant vererbt wird. Allerdings wirkt sich das Silver-Gen nur auf schwarzes Haar aus. Daher können auch Füchse und Palominos silver tragen, da bei ihnen allerdings die Bildung schwarzer Pigmente unterdrückt wird, ist im Phänotyp nahezu nichts davon sichtbar. Das Langhaar kann bei Windfarbenen von leicht aufgehellt bis hin zu silbrig weiß reichen, der Körper hingegen bleibt zumeist eher dunkel. Beim Rappen wirkt das Deckhaar schokoladenfarbig, liegt Silver reinerbig bei einem Rappen vor, wird die Farbe des Deckhaares oftmals stark aufgehellt bis hinzu zu silbrig grauer Fellfarbe. Bei Braunen hingegen bleibt das rötliche Deckhaar erhalten, Hellbraune mit Silver-Gen können aussehen wie Füchse mit hellem Langhaar. Auch das schwarze Langhaar der Buckskins und smokey Blacks wird aufgehellt, die Farbe des Deckhaares bleibt unverändert. Als Silver Dapple bezeichnet man übrigens nur Windfarbene die eine sichtbare Äpfelung im Fell tragen. Mit der Silver-Mutation geht das Risiko einer Multiplen Angeborenen Okularen Anomalie (kurz MCOA) einher. Reinerbige Tiere sind davon häufiger und schwerer betroffen als mischerbige.

Bild 7 Stute Usa von Salza (3) li. und Wallach Jengo de la Noe (6) re. (Foto: LK)

Die Stute ist rappwindfarben, genauer betrachtet sogar smokey Silver. Sie trägt ein Cream-Gen, dass die Grundfarbe Schwarz zu einem smokey Black aufhellt und zusätzlich ein Silver-Gen, welches das Langhaar aufhellt. Da silver nur schwarze Haare aufhellt und durch das Cream-Gen beeinflusst wird, erscheint die Windfarbe weniger stark ausgeprägt.

Der Wallach ist braunwindfarben, ohne weitere Modifikationen.

Abschließend lässt sich also sagen, dass unter Einbeziehung aller Farbnuancen, die Farbvielfalt der Pferde schier unendlich erscheint. Im Rahmen dieses Artikels wurden lediglich die Grundlagen beleuchtet und einige Beispiele für Modifikationen genannt. In vielen Fällen gilt, dass nur ein Farbtest Aufschluss über die genetischen Anlagen gibt. Andernfalls bleibt in vielen Fällen nur die Spekulation!