

# Fellfarben,

## Grundlagen Teil 1

«Seit jeher fasziniert Hundefreunde die unglaubliche Bandbreite an Fellfarben. Gemessen am Wolf, der vergleichsweise dezent gefärbt ist, scheint die Farbpalette beim Hund grenzenlos ...»

**Wie konnte aus dem Wolfsgrau ein solches Farbspektrum entstehen? Mutationen? Züchterkunst? Oder gar Degeneration? In den folgenden Teilen dieser Artikelreihe möchte ich die einzelnen Fellfarben und Zeichnungsmuster, die beim Hund vorkommen, etwas genauer beleuchten. Doch lassen Sie uns zunächst den Wolfspelz unter die Lupe nehmen und einige Grundlagen in puncto Fellfarbe erarbeiten.**

von Dr. med. vet. Anna Laukner

### Das Wolfsfell

Welche Farbe hat der Wolf? Grau! Diese Antwort ist richtig – und doch nicht ganz korrekt. Wenn man das einzelne graue Wolfshaar genauer betrachtet, sieht man verschiedene Farbbanden, die einander abwechseln. So beginnt das Haar nahe der Wurzel in der Regel mit einer hellen Bande, es folgt eine mittige dunkle Bande und eine weitere helle Bande – schliesslich endet das Haar oft mit einer kurzen dunklen Spitze. Die dunklen Banden sind in der Regel schwarz, die hellen Banden cremefarben bis rötlich. Durch dieses Gemisch heller und dunkler Haarbanden erscheint das Wolfsfell graubraun meliert. Diese Wildfärbung wird auch «Aguti» genannt «nach einem südamerikanischen Nagetier» und kommt bei vielen anderen Wildtieren ebenfalls vor (etwa Feldhase oder Wildkatze).

Auch bei einigen Hunderassen hat sich diese Wildfärbung erhalten, so beim Schnauzer «hier Pfeffer und Salz genannt» oder beim Elchhund.

Neben dieser Einzelhaarbänderung zeigt das Wolfsfell noch eine weitere Besonderheit: die sogenannten Wildfarbigkeitsabzeichen. Dies sind bestimmte Fellpartien, die einheitlich heller gefärbt sind. Man findet sie als zwei Flecken oberhalb der Augen, entlang der Schnauze, an den Wangen und der Kehle, an Läufen und Pfoten und unterhalb der Rutenwurzel. Diese Abzeichen haben sich als sogenannte Marken



Das Wolfshaar ist nur auf den ersten Blick grau, in Wahrheit weist es ein ganzes Farbspektrum auf. Foto: P. Köster

oder Brand auch bei vielen Hunderassen erhalten «etwa beim Dobermann, Rottweiler oder Gordon Setter».

### Pigmententstehung

Die Fellfarbe entsteht durch die in das Haar eingelagerten Pigmente. Gebildet werden diese Pigmente in den Pigmentzellen «Mela-



Foto: P. Köster

nozyten». Melanozyten sitzen in der obersten Hautschicht «Epidermis» und in den Haarfollikeln, ausserdem auch in Talg- und Schweissdrüsen sowie der Maulschleimhaut. Während der Embryonalentwicklung wandern Pigmentzellen aus der sogenannten Neuralleiste in die Haut, sie haben also einen gemeinsamen Ursprung mit bestimmten Nervenzellen. In den Melanozyten wird unter Mitwirkung des Enzyms «Tyrosinase» aus der Aminosäure «Tyrosin» in mehreren Schritten der Farbstoff «Melanin» synthetisiert. Dieser wird schliesslich über verästelte Zellausläufer «Dendrite» an die Nachbarzellen und an die Haare weitergegeben. Melanin besteht aus einzelnen Körnchen «Granula», die sich in ihrer Grösse und Struktur unterscheiden können. Das sogenannte Eumelanin besteht aus grösseren Granula und sorgt für schwarze Farbe, Phäomelanin hingegen liegt in kleineren und feineren Granula vor und ist für Schattierungen zwischen creme, gelb und rot zuständig.

### Vererbung

Für die Vererbung der Fellfarbe sind diverse Gene zuständig – bis heute sind noch nicht alle davon entdeckt worden. Auch wenn in den letzten Jahren bahnbrechende Erkenntnisse auf dem Gebiet der Molekulargenetik gemacht wurden, die unter anderem die Entwicklung von Gentests erlaubten, gelten die altbekannten Vererbungsregeln nach Gre-

gor Mendel nach wie vor – zumindest, um sich die Entstehung der verschiedenen Fellfarben und -zeichnungen beim Hund erklären zu können.

Zunächst ist es wichtig, sich daran zu erinnern, dass jedes Gen in doppelter Ausführung vorliegt: Das bedeutet, jeder Hund hat jeweils zwei Gene für jedes einzelne Merkmal. Diese jeweils «doppelt» vorhandenen Gene müssen übrigens nicht die gleichen sein. Ein Beispiel: Labrador «Jacky» hat am sogenannten Genort «Lokus» B zwei Gene für die schwarze Farbe «man kürzt diese Gene mit dem Buchstabensymbol B ab», er hat den Genotyp BB, ist also schwarz. Labrador «Jimmy» hat am gleichen Genort ein Gen für Schwarz «B» und eines für Braun «das Gen für Braun kennzeichnet man mit dem Symbol b». Er hat den Genotyp Bb und ist ebenfalls schwarz. Warum? Ganz einfach: Das Gen B ist gegenüber dem Gen b dominant, es setzt seine Erbinformation «also die für schwarze Farbe» durch.



Das Allel B setzt seine Erbinformation für die schwarze Farbe gegenüber Braun durch.

Foto: J. Giger

Erst wenn ein Hund zweimal das Gen b hat «also den Genotyp bb», ist er braun. Die Zustandsform eines Genes an einem Genort nennt man übrigens Allel: B und b sind also zwei Allele, die an dem B-Lokus vorkommen können. Das Allel b ist rezessiv. Das bedeutet, dass ein solches Allel immer doppelt vorliegen muss, um seine Erbinformation auch sichtbar durchzusetzen. «In der Regel werden dominante Allele mit Grossbuchstaben, rezessive Allele mit Kleinbuchstaben bezeichnet». Braune Labradore sind also immer reinerbig «homozygot» bezüglich der braunen Fellfarbe.



Ein brauner Labrador trägt niemals Gene für schwarz. Foto: J. Giger

Reinerbig heisst in diesem Fall, dass ein brauner Labrador nur Allele für Braun («b») trägt und niemals Gene für Schwarz «B».

Ein schwarzer Labrador kann hingegen sowohl reinerbig «BB» als auch mischerbig «heterozygot» «Bb» sein. Früher war es für Labrador-Züchter nicht ganz einfach, herauszufinden, ob ihr schwarzer Hund rein- oder mischerbig ist.

Heute gibt es einen Gentest, mit dem man anhand einer Blutprobe feststellen kann, ob ein schwarzer Hund auch das Allel b für Braun trägt.

### Die Mendel'schen Gesetze

Jetzt kommen wir zum guten alten Gregor Mendel: Er fand nämlich heraus, dass die Nachkommen von zwei reinerbigen Eltern alle gleich aussehen – auch wenn sie unterschiedliche Erbanlagen tragen. Zur Verdeutlichung: Verpaart man einen reinerbig schwarzen Labrador «BB» mit einem reinerbig braunen Labrador «bb», so sehen die Welpen alle gleich aus – nämlich schwarz. Da sie jeweils ein Gen von ihrem Vater und ein Gen von ihrer Mutter geerbt haben, sind sie alle mischerbig «Bb». Diese Erbregel nannte Mendel übrigens das Uniformitätsgesetz. Verpaart man nun diese mischerbigen Kinder untereinander, so spalten deren Nachkommen in einem charakteristischen Verhältnis untereinander auf. Ihre Kinder bekommen nämlich auch wieder je ein Gen vom Vater

	B	b
B	BB «reinerbig schwarz»	Bb «mischerbig schwarz»
b	Bb «mischerbig schwarz»	bb «reinerbig braun»

und ein Gen von der Mutter mit. Das bedeutet, die Kinder können jeweils entweder ein B oder ein b von Vater und Mutter erben. Da es hier schon etwas schwierig wird, sich das Ganze bildlich vorzustellen, erfand man sogenannte Kreuzungstabellen:

Kreuzt man also zwei mischerbige Labradore, so spalten die Nachkommen in einem charakteristischen Zahlenverhältnis auf. Betrachtet man nur ein Merkmal «also den Genort B mit seinen zwei möglichen Allelen B und b», so ist das Zahlenverhältnis der Nachkommen 3 : 1 «drei schwarze zu einem braunen Hund». Diese Regel nannte Mendel das Spaltungsgesetz.

Dieses Verhältnis ist übrigens rein statistisch; das heisst, in der Realität kann in einem Wurf aus zwei mischerbigen Hunden theoretisch auch die Hälfte braun sein – die Zahlenverhältnisse bestätigen sich erst bei sehr hohen Zahlen; also, wenn man etwa die Dalmatiner-Würfe in ganz Deutschland über ein oder mehrere Jahre hinweg auswerten würde.

Schliesslich kommen wir zu der dritten Regel – und die ist für die Entstehung der gelben Labradore interessant!



Das Gen für gelbes Fell ist beim Retriever dominant über Schwarz bzw. Braun, die Gene für Schwarz bzw. Braun sind aber dennoch vorhanden. Foto: J. Giger

Dazu noch eine kurze Vorerklärung: Wie wir schon wissen, haben Labradore einen Genort B, der – je nach den dort befindlichen Allelen – für die schwarze bzw. braune Fellfarbe zuständig ist. Sie haben aber auch noch einen Genort namens E. Die Gene auf diesem Genort entscheiden, ob der Hund überhaupt Eumelanin in seinen Haaren bilden kann oder ob er dazu nicht in der Lage ist. An diesem Genort gibt es das dominante Allel E, das für die Bildung von dunklem Pigment verantwortlich ist.

Ausserdem gibt es das rezessive Allel e, das in reinerbiger Form verhindert, dass Eumelanin in den Haaren gebildet werden kann.

## Fellfarben

Hunde mit dem Genotyp ee können also nur Phäomelanin bilden.



Dieser gelbe Labrador ist reinerbig für braunes Pigment (nur an der Nasenfarbe zu erkennen). Foto: S. Dinwanger, Blindenführhundeschule Allschwil

Wichtig noch für das weitere Verständnis: Ist ein Hund ee, also gelb, so «unterdrückt» diese Information die Information des Genorts B. Ein Hund mit ee ist also immer gelb, egal welche Gene er auf dem Genort B hat!

Ausgenommen von dieser Unterdrückung ist die Pigmentierung von Haut und Schleimhaut: Ein gelber Hund mit bb hat also eine braune Nase.

Und hier kommen wir zur dritten Mendel'schen Regel: Die beiden Genorte vererben ihre Gene unabhängig voneinander. Das bedeutet ganz einfach, dass die Allele B und b des Genortes B und die Allele E und e des Genortes E nicht miteinander verbunden, sondern frei kombinierbar sind. Auch hier benutzt man gerne eine Kreuzungstabelle, um sich das Ganze etwas bildlicher

vorstellen zu können «in meinem Beispiel sind beide Eltern mischerbig am Genort B und mischerbig am Genort E. Kurze Kontrollfrage: Welche Farbe haben die Eltern also? Richtig: Sie haben den Genotyp BbEe, sind also schwarz, tragen aber auch «versteckt» die rezessiven Erbinformationen für Braun und Gelb».

Auch bei dieser Kreuzungstabelle kommt man übrigens auf ein charakteristisches Zahlenverhältnis «das sich aber auch erst bei sehr hohen Wurfzahlen einstellt; ein einzelner Wurf kann natürlich immer davon abweichen». Es lautet bei der Verpaarung von zwei Eltern, die an jeweils zwei Genorten mischerbig sind, 9 : 3 : 3 : 1 «bei 16 Welpen also 9 schwarze, 3 braune, 3 gelb mit schwarzer Nase und einer gelb mit brauner Nase».

Diese Gene werden absolut unabhängig voneinander vererbt, deshalb heisst diese Regel das Unabhängigkeitsgesetz.

Man kann solche Kreuzungstabellen übrigens für jede Verpaarung aufstellen, wenn man weiss, welche Gene die Eltern tragen! So hat man eine ungefähre Vorstellung davon, welche Farben die Nachkommen haben können, und man kann sicher sagen, welche Farben sie auf keinen Fall haben können (zwei braune Labradore können etwa niemals schwarze Welpen miteinander zeugen – wohl aber gelbe mit braunen Nasen, wenn sie jeweils ein Allel e tragen). Wie weiter oben bereits erwähnt, stehen für viele Rassen und Farbschläge heute Genests zur Verfügung. In den einzelnen Teilen dieser Serie werde ich jeweils näher darauf eingehen.

### Mutationen

Kommen wir zurück zum Wolfsfell: Wir wissen nun, dass es zwei Pigmentarten gibt, eine für schwarzes und eine für helleres Pig-

ment. Dieses Pigment synthetisiert die Pigmentzelle mithilfe des Enzyms «Tyrosinase». Weiterhin wissen wir, dass die Pigmentzellen während der Embryonalentwicklung in die Haut einwandern.



Die hell-dunkel-Verteilung beim Wolfsfell.

Die Einzelhaare des Wolfes sind gebändert, er hat ausserdem an bestimmten Körperstellen Wildfarbigkeitsabzeichen. All diese Punkte können Angriffsstellen für Mutationen sein.

So kennt man bereits beim Wolf verschiedene Variationen des grauen Felles: Es gibt weisse Wölfe und fast schwarze Wölfe, das Phäomelanin kann von fast weiss bis rot changieren. Welche Mutationen zu welchen Fellfarben beim Haushund führen, werde ich jeweils bei den einzelnen Fellfarben erklären.

Im nächsten Heft starten wir mit der Vorstellung der einzelnen Fellfarben beim A-Lokus oder Aguti-Lokus. Und nach dieser eher theoretischen Einführung in dieses spannende Thema wirds dann richtig bunt! ■

	BE	bE	Be	be
BE	BBEE «schwarz»	BBEe «schwarz»	BBEe «schwarz»	BbEe «schwarz»
bE	BbEE «schwarz»	bbEE «braun»	BbEe «schwarz»	bbEe «braun»
Be	BbEe «schwarz»	BbEe «schwarz»	BBee «gelb»	Bbee «gelb»
be	BbEe «schwarz»	bbEe «braun»	Bbee «gelb»	bbee «gelb mit brauner Nase»



Auch beim Wolf variiert das Farbspektrum von Weiss bis fast ganz Schwarz. Foto: J. Giger