

Fellfarben

Der C-Lokus Teil 4

Helle Haarfarben ziehen seit jeher das Auge des Betrachters auf sich. Was beim Menschen das Platinblond ist, ist beim Hund das aufgehellte Creme bis Weiss. Solche Hunde wirken auf den ersten Eindruck freundlich, aber auch edel und majestätisch. Der aktuelle Teil dieser Serie beschäftigt sich mit der Entstehung dieser Farbtöne.



Foto: P. Koster

**von Dr. med. vet.
Anna Laukner**

C-Lokus

Die Bezeichnung C-Lokus für die aufgehellten Creme- und Weisstöne ist eigentlich veraltet und geht auf unterschiedliche Genetiker zurück, die entsprechende Allele auf einem C-Lokus vermuteten. Dabei steht C für eine nicht aufgehellte Farbe. In der Dominanzfolge unter C wurde das Allel cch vermutet. Das Kürzel ch steht hierbei für Chinchilla und bezieht sich auf das aufgehellte Phäomelanin des gleichnamigen Nagetieres. Auch bei bestimmten Katzenrassen (Perser, Britisch Kurzhaar) kennt man die Farbbezeichnung Chinchilla für Katzen mit extrem aufgehelltem Phäomelanin. Noch eine Stufe weiter unten soll sich das Allel cb befinden, das zu einem Farbtyp namens «Cornaz» führen soll. Beim Hund finden sich solche Hunde mit sehr hellem Fell (evt. mit grauem Anflug), hellen Schleimhäuten und Nasenspiegeln und blauen Augen sporadisch in verschiedenen Rassen, gezielt gezüchtet werden sie bisher nur beim Dobermann (allerdings ist auch hier dieser Farbschlag nicht offiziell anerkannt, da er mit gesundheitlichen Einschränkungen verbunden zu sein scheint). Ganz unten in der Dominanzfolge steht schliesslich

c. Hunde mit der Allelkombination cc sollen Albinos sein. Die C-Serie und die auf ihr vorhandenen Allele gehörten schon immer zu den umstrittenen Serien der Farbgene. Es besteht noch einiger Aufklärungsbedarf – bisher konnte etwa nicht nachgewiesen werden, dass die aufgehellten Rot- und Gelbtöne tatsächlich auf der gleichen genetischen Ursache wie der Albinismus beruhen. Letztendlich ist bis heute noch nicht geklärt, wie genau die verschiedenen cremefarbenen und weissen Fellfarben in Kombination zu voll pigmentierten Nasenspiegeln und Augenlidern zustande kommen. Im Folgenden möchte ich diese Farbtypen vorstellen und zusammenfassen, was man heute darüber weiss.

Wie wir ja bereits wissen, gibt es zwei Farbstoff-Typen: das schwarze Eumelanin, das durch bestimmte Gene zu Braun und zu Blau aufgehellt werden kann, sowie das rötliche Phäomelanin. Es gibt bestimmte Faktoren, die auf die Farbintensität des Phäomelanins einwirken, so dass die Farbpalette hier von einem kräftigen Mahagonirot (etwa beim Irish Setter) bis hin zu einem fast weissen Ton (etwa hellcremefarbene Golden Retriever) reicht. Bei manchen Rassen, wie eben dem Irish Setter, ist nur ein begrenztes Spektrum zugelassen, bei anderen Rassen wiederum kommen Hunde in allen möglichen Schat-

tierungen von Rot über Gelb bis Hellcreme vor (etwa beim Shar Pei oder beim Golden und Labrador Retriever). Bei den beiden genannten Retriever-Rassen waren übrigens früher vor allem die intensiv gefärbten Tiere verbreitet, erst in letzter Zeit und mit Verbreitung dieser Rassen als reine Familienhunde kamen die hellen Cremetöne in Mode. Noch ist das Gen, das die Farbintensität des Phäomelanins bestimmt, nicht bekannt, es laufen aber Untersuchungen, die das klären sollen.

Im direkten Vergleich: Oben ein Golden Retriever ohne Aufhellungsfaktor, unten ein aufgehellter Labrador Retriever.



Foto: J. Giger



Foto: J. Giger

«Weisse» Hunde

Besonders interessant (und bisher noch unbekannt) in diesem Zusammenhang ist die genetische Grundlage mancher «weisser» Hunde. So gibt es Rassen, bei denen nur Weiss zugelassen ist (etwa Samojede, West Highland White Terrier, Berger Blanc Suisse), und Rassen, bei denen Weiss neben anderen Farbschlägen zugelassen ist (etwa Zwergschnauzer, Puli, Akita Inu, Chow Chow, Pudel). All diese weissen Hunde haben dunkle Nasenspiegel und Augenlider. Weiterhin haben etliche dieser Hunde einen cremefarbenen Anflug (beim Samojeden wird dieser etwa Bisquit genannt). Im Gegensatz dazu stehen die so genannten «Extremschecken» (mehr dazu in Teil 10 dieser Serie), bei denen das Weiss durch ein extrem weiss geschlecktes Fell entsteht. Zu diesen Extremschecken gehören unter anderem weisse Bullterrier, weisse Boxer, Pyrenäenberghunde und Dogo Argentino. Meist findet sich irgendwo am Körper solcher Hunde noch ein kleines «Farbinselchen», in der Regel am Kopf oder am Rutenansatz. Manchmal sind auch die Nase und die Augenlider nicht ganz pigmentiert, sondern rosa. Extremschecken haben keine Pigmentzellen in den weissen Arealen; die weissen Samojeden, Pudel und Co.

Bei fast allen Nordischen Rassen kommt der Aufhellungsfaktor vor (Husky).



hingegen besitzen Pigmentzellen. Es muss noch geklärt werden, durch welchen genetischen Faktor und Mechanismus die Pigmentproduktion hier beeinflusst wird. Einigermassen klar scheint zu sein, dass die weissen Hunde (Samojede, Westie etc.) immer auch den zusätzlichen Faktor *e* tragen, der die Ausbildung von Eumelanin im Fell verhindert (mehr zu diesem Faktor lesen Sie in Teil 6 dieser Serie). In Teil 1 (siehe SHM 9/08) dieser Artikelreihe erklärte ich anhand des *E*-Lokus die Entstehung gelber Labrador Retriever. Hunde mit der Allelkombination *ee* können kein Eumelanin, sondern nur Phäomelanin bilden. Typische Beispiele für diese Allelkombination sind eben Labrador und Golden Retriever, aber auch Irish Setter, rote Cocker Spaniel und blonde Hovawarte. Beim Hinzukommen eines extrem aufhellenden Faktors wird das vorhandene Rot bis Gelb zu einem Creme bis Weiss modifiziert. Nur – wie bereits gesagt – der molekulargenetische Nachweis dieses Faktors steht noch aus. Bei einigen Rassen, wie dem weissen Zwergschnauzer, dem weissen Puli, dem Berger Blanc Suisse (Amerikanisch-kanadischer Weisser Schäferhund) und dem Samojeden wurde übrigens mittels Gentests nachgewiesen, dass sie die Allelkombination *ee* tragen.

Aufgehelltes Phäomelanin in Kombination mit anderen Farbgenen

Sehr reizvoll kann der Aufhellungsfaktor in Kombination mit anderen Fellzeichnungen werden. So ist beim Zwergschnauzer der Farbschlag Schwarz-Silber bekannt. Die Kombination *atat* (die etwa beim Dobermann und Rottweiler zu Black-and-Tan führt) erscheint durch die stark aufgehellten Marken wie Schwarz-Weiss. Beim Schnauzer ist das Phäomelanin generell stark aufgehell,



In Kombination mit bestimmten Allelen der *A*-Serie ergibt der Aufhellungsfaktor eine reizvolles Schwarz-Weiss-Zeichnung.

deshalb sieht die Wildfärbung bei dieser Rasse durch die sehr hellen Einzelhaarbanden aus wie ein richtiges Wolfsgrau. Dieser Farbschlag wird beim Schnauzer Pfeffer und Salz genannt – in Anlehnung der ähnlich schwarz-weiss melierten Färbung dieser Gewürzmischung. Früher gab es beim Schnauzer auch Hunde mit intensiv gelbem oder gar rotem Phäomelanin – heute ist diese Farbe nicht mehr erwünscht. Sehr verbreitet ist der Aufhellungsfaktor auch bei Schlittenhunden und manchen Windhunderassen. Vor allem in Kombination mit den diversen Zeichnungen aus der *Aguti*-Serie wirken die entstehenden Färbungen sehr apart. Bei Schlittenhunden kommen oft noch ein oder zwei blaue Augen hinzu, was den Schwarz-Weiss-Mustern eine besondere Attraktivität verleiht. Ähnliche Muster und Farbkombinationen wie beim Husky und Alaskan Malamute findet man übrigens auch beim Afghanen und beim Saluki.

Auch sehr reizvoll ist die Kombination Eumelanin-aufgehelltes Phäomelanin bei gestromten Hunden, man nennt solche Hunde hellgestromt. Verbreitet ist dieser Farbschlag etwa bei Whippets (vor allem in den USA), er kommt auch bei einer Vielzahl anderer Rassen vor. Generell sieht man aber häufiger dunkelgestromte als hellgestromte Hunde.

Albinos und Himalaya-Faktor

Bei fast allen Tieren, die Melanin bilden, kommen Albinos vor – Menschen und Hunde eingeschlossen. Bei Albinos ist das Enzym Tyrosinase beeinträchtigt. Dieses Enzym ist wichtig für die Pigmentbildung. Albinos besitzen zwar Pigmentzellen, diese können aber kein oder kaum Pigment produzieren. Es gibt unterschiedliche Albinotypen, manche können überhaupt kein Pigment bilden, andere nur sehr wenig und stark aufgehelltes. Eine Sonderform des Albinismus stellt übrigens die Zeichnung der Siamkatzen und der sogenannten Himalaya-Kaninchen dar: Diese Tiere haben eine temperaturabhängige Tyrosinase. Je kälter es ist, desto mehr Pigment kann gebildet werden. Solche Tiere kommen weiss zur Welt, im Lauf der Zeit wird dunkles Pigment gebildet – vor allem an den Körperstellen, die «kühler» (also von wenig Fett unterpolstert) sind: im Gesicht, an den Ohren, den Läufen und dem Schwanz. Werden solche Tiere bei gleich bleibend warmen Temperaturen gehalten, bleiben sie heller als solche Tiere, die kälteren Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind. Beim Hund kommt dieser Faktor nicht vor. Bisher konnte durch genetische Untersuchungen nicht nachgewiesen werden, dass der phäomelaninaufhellende Faktor beim Hund in einer Allelreihe mit dem Albinofaktor (TYR) steht. Deshalb geht man zurzeit davon aus, dass es sich um ein separates Gen handelt.

Weisse Pudel

Prinzipiell kann die weisse Fellfarbe bei jeder Rasse auf eine andere genetische Grundlage zurückzuführen sein. Man vermutet, dass es bei ähnlichen Rassegruppen ähnliche oder identische Ursachen sind. Beim Pudel gibt es möglicherweise noch



Foto: J. Giger

Beliebter Farbschlag beim Pudel: Weiss.

ein weiteres Gen, das an der Entstehung der weissen Fellfarbe beteiligt ist. In Amerika sind wesentlich mehr Farben beim Pudel zugelassen als in Europa. Der mittlerweile verstorbene Forscher und Pudelzüchter John Armstrong aus Kanada hat sich intensiv mit der Entstehung der Fellfarben beim Pudel beschäftigt. Auch er war der Ansicht, dass die Kombination ee beim weissen Pudel eine Rolle spielt. Zusätzlich postulierte er einen Faktor V, der unvollständig dominant sein soll. So wäre ein Hund mit der Allelkombination VVBB schwarz, mit der Kombination VvBB dunkelgrau und mit der Kombination vvBB hellgrau. Gemeinhin ist dieser Farbschlag beim Pudel als Silber bekannt (mehr dazu in Folge 9 dieser Serie). Wirkt die Kombination vv nun auf einen Hund mit der Allelkombination ee (also eevv), so wäre das Resultat ein weisser Hund. Bei der Kombination eeVv würde man einen cremefarbenen Hund erwarten. Diese Vermutungen Armstrongs stützen sich auf Zuchtbeobachtungen und mikroskopische Haaranalysen.

Rufus-Gen

Ebenfalls nicht nachgewiesen, sondern nur aufgrund von Beobachtungen vermutet wurde der so genannte Rufus-Faktor. Er soll gelbliches Phäomelanin nicht abschwächen, sondern farbintensiver machen. Ein typischer Rufus-Kandidat wäre also

das Mahagonirot des Irish Setter, ebenso das kräftige Rot beim Cocker Spaniel oder beim Langhaardackel. Auch rote Pudel sowie jeder andere Hund, dessen Phäomelanin eine sehr intensive Tönung aufweist (etwas auch die leuchtend roten Abzeichen beim Berner Sennenhund, Rottweiler und Dobermann oder die roten Platten beim Bernhardiner), könnten Rufus-Gene tragen. Molekulargenetische Nachweise für die Existenz stehen jedoch sowohl für einen Aufhellungsfaktor – sei es nun ein dem Chinchilla-Gen entsprechendes Allel aus einer C-Serie, ein von Armstrong postuliertes V beim Pudel oder ein anderes entsprechendes Gen – als auch für einen Intensivierungsfaktor wie das Rufus-Gen noch aus.

Denkbar wäre übrigens auch, dass der aufgehellte Faktor der «Normalzustand» ist (man sehe sich das Bild eines Wolfes mit den sehr hellen Phäomelaninbändern des Einzelhaares und die sehr hellen Wildfarbigkeitsabzeichen an). Dann wäre das intensive Rot das «jüngere» Merkmal, dass im Zuge der Domestikation und Zucht des Hundes hervorgehoben wurde. Aber, wie gesagt, das sind vorerst nur Spekulationen. Weitere Aufschlüsse wird in der Zukunft wahrscheinlich die Molekulargenetik bringen. 🐾

Wolf mit den typischen aufgehellten Wangen- und Kehlmacken.



Foto: P. Koster