



Weiß noch immer problembehaftet???

Von Diplom-Biologe Roland Fahlisch

Mit dem dominanten Weiss endet die Serie über die bekannten Farbgene bei Katzen. Damit ergibt sich zum Schluss noch einmal die Gelegenheit, darüber zu sprechen, was Farbe eigentlich ist und ob Weiss und Schwarz überhaupt Farben sind. Wird ein Körper mit weissem Licht, das ja alle Farben enthält, angestrahlt, dann wird ein Teil des Lichtes absorbiert und der Rest reflektiert. Die Zusammensetzung des reflektierten Restes ruft den Farbeindruck hervor.

Ein Körper, der für uns Grün aussieht, absorbiert von den Grundfarben rot, Grün und Blau, die alle zusammen mit Weiss stecken, den Rot- und Blauanteil. Der Grünanteil wird reflektiert. So entsteht z.B. die grüne Augen- oder besser Irisfarbe.

Welcher Teil absorbiert wird, das ist eine Körper- oder Materialeigenschaft. Für die Fell-, Körper- und Augenfarbe von Lebewesen stecken diese „Materialeigenschaften“ in den Pigmenten, die je nach Aufbau und Zusammensetzung ganz bestimmte Absorptionseigenschaften zeigen. Das Melanin absorbiert nahezu alles Licht und es entstehen die „dunklen“ Farbeindrücke Schwarz bis Braun (Chocolate). Stehen weniger Pigmentpartikel als Absorptionskörper zur Verfügung (Verdünnung), scheinen die Farben aufgehellt (Blau bis Cinnamon oder Fawn). Das Phäomelanin absorbiert alles ausser den Rotanteilen. Fehlen die absorbierenden Pigmente ganz, wird alles Licht reflektiert, und es entsteht der „Farb“-eindruck WEISS.

Es kann allerdings immer nur maximal das Licht reflektiert werden, mit dem ein Körper beleuchtet wird. Wird also ein Gegenstand, der keine absorbierende Partikel besitzt, mit blauem Licht angestrahlt, erscheint er auch Blau, obwohl er doch eigentlich „Weiss“ sein sollte. Vielleicht wäre hier die Bezeichnung „farblos“ angebracht, da ein Körper ohne absorbierende Partikel keine Eigenfarbe besitzt, sondern immer in der Farbe erscheint, mit der er beleuchtet wird. Aber wie ist es dann mit einem grünen Gegenstand, der mit blauem Licht angestrahlt wird?

Das Blau wird zwar absorbiert, aber Grün zum Reflektieren ist ja nicht vorhanden. Also erscheint ein an sich grüner Gegenstand in blauem Licht „schwarz“. Und das ist der Unterschied zum „farblosen“ Körper, der erscheint immer in der Farbe, mit der er beleuchtet wird. Ein farbiger Körper dagegen hat ganz bestimmte Absorptionseigenschaften, seine Farbe ändert sich nach festen Regeln, wenn er mit farbigem, also nicht-weissem Licht beleuchtet wird. Und was ist Schwarz? Dort wird immer alles Licht absorbiert. Egal mit welcher Farbe ein schwarzer Körper beleuchtet wird, Schwarz bleibt Schwarz.

Also ist aus physikalischer Sicht Schwarz eine Farbe, wenn auch eine „unbunte“, weiss dagegen nicht. Wenden wir uns nun der biologischen Betrachtungsweise zu. Es gibt in der Natur eine ganze Reihe von Farbstoffen mit den unterschiedlichsten Absorptionseigenschaften, wie zum Beispiel Chlorophyll (der

grüne Blattfarbstoff), eine ganze Reihe von Anthocyanen (die Blütenfarbstoffe) und bei den Säugetieren das Hämoglobin (der Farbstoff der roten Blutkörperchen) und die Melanine (die Farbstoffe der Haut, Haare und der Iris). Wenn das Vorhandensein eines der Melanine als Kriterium für Farbigkeit gilt, dann ist Schwarz eine Farbe, Weiss dagegen nicht. Dazu lässt sich auch aus genetischer Sicht einiges sagen. Letztendlich sind die Melanine nicht nur für die physikalischen Eigenschaften z.B. der Haare von Bedeutung, sondern auch für deren Funktion.

Das Weiss-Gen (Allele: W, w)

Bei der Weiss-Vererbung handelt es sich wieder einmal um den Fall, bei dem das mutierte Allel (W) dominant über das Wildtyp-Allel (w) ist. Farblosigkeit (oder Weiss) ist eine Defektmutation mit weitreichenden physiologischen Auswirkungen. Das W-Allel ist nicht nur dominant, sondern sogar epistatisch über sämtliche Farbgene. Dieses und die zusätzlichen Defekte sind durch die primäre Genwirkung zu erklären, die das dominante Weiss deutlich von dem Albino-Weiss (c a, c) abgrenzen.

Dominant weisse Katzen (W/W oder W/w) sind ohne jegliche Farbschattierung. Lediglich bei Jungtieren ist manchmal auf dem Kopf zwischen den Ohren ein Fleckchen oder auch nur ein Schatten (smudge) von farbigem Fell zu finden, was eventuell Rückschlüsse auf den unter dem epistatischen Weiss verborgenen Genotyp zulässt. Diese Farbflecke verschwinden jedoch immer mit steigendem Lebensalter. Der Nasenspiegel und die Fussballen sind ziegelrot. Die Augen entweder (tief-) blau, dunkelorange bis kupferfarben, oder das eine Auge ist blau und das andere Orange (odd-eyed) oder (Irisheterochromie). Manche weisse Katzen sind taub, entweder beidseitig (bilateral) oder einseitig (unilateral). Die Pathogenese (griech.: Pathos = Leiden, Krankheit) für Blau, Odd-Eyed oder Taubheit ist die gleiche wie für das ganze Pigmentmangelsyndrom oder Farblosigkeit.

Die Grundlage für den ganzen Komplex an Störungen liegt in der Embryonalentwicklung und zeigt eine gewisse genetische Verwandtschaft mit der Weiss-scheckung. Nur das durch die Wirkung des W-Allels die primären Melanoblasten vollständig und dazu noch bestimmte Neuroblasten an der Auswanderung (Migration) aus dem Neuralrohr gehindert werden. Damit gibt es an der Körperoberfläche überhaupt keine und in Bereichen, die unmittelbar oder mittelbar mit dem Zentralnervensystem zusammenhängen (z.B. Auge, Innenohr und Gleichgewichtsorgan), nur noch eine verminderte Anzahl an pigmentbildenden Zellen.

Da in diesem Falle auch die Migration von Neuroblasten behindert ist, sind bestimmte Sinnesorgane von einem Mangel an Nervenzellen betroffen. Die Parallelen in der Entstehung der Scheckung und des dominanten Weiss haben die ersten genetischen Deutungsversuche in die Irre geleitet. Zuerst wurde das W-Allel als ein drittes Allel des Scheckungsgens angenommen. Dies wurde Ende der sechziger Jahre korrigiert und für das dominante Weiss ein unabhängiges Gen mit zwei Allelen angenommen. In den siebziger Jahren kam eine neue Hypothese in Mode: W steht für W total (= extreme Scheckung) an der Spitze der multiplen Allelserie und ist dominant. Dann folgen in der Reihenfolge der Rezessivität w high (=starke Scheckung), w low (= schwache Scheckung) und w+ (=Wildtyp, ohne Weiss). Heute ist sicher, die zweite Hypothese konnte bewiesen werden. Das dominante Weiss ist ein eigenständiges Gen mit einem dominant-

epistatischen Allel W (W/W, W/w oder W/- = weiss) und einem rezessiven Wildtypallel w (w/w = alle Farben ohne weiss).

Da es sich bei dem dominanten Weiss um eine frühembryonale Entwicklungsentgleisung handelt, ist auch die Epistasie über alle Gene verständlich, die auf funktionierende Melanoblasten und ungestörte Neuroblasten angewiesen sind. Damit hängen an dem dominanten Weiss noch eine ganze Reihe von Veränderungen, deren Zusammensetzung nicht ohne weiteres plausibel erscheint.

Die folgenden Erläuterungen sind nicht einfach, sollten aber trotzdem zumindest von jedem Weiss-Züchter und von jedem Besitzer einer weissen Katze erarbeitet und ernst genommen werden, denn der Umgang mit weissen Rassen erfordert ein besonderes Mass an Verantwortung.

Da ist zunächst ein erhöhtes Hautkrebsrisiko, wie bei allen pigmentlosen Wesen. Es ist eine Tatsache, dass quasi-wildlebene weisse Katzen von selbst den Schatten suchen. Diese Möglichkeiten des Schutzes soll den in der Obhut des Menschen lebenden Katzen auf jeden Falle auch gewährt, oder falls der natürliche Instinkt verloren gegangen ist, anerzogen werden.

Ausserdem benötigt das weisse Fell eine besonders aufmerksame Pflege, da die Haare durch den Pigmentmangel auch an Stabilität verloren haben. In diesen beiden Punkten unterschieden sich übrigens dominant-weisse Katzen und sehr weisse Piebald-Katzen (S/S) deutlich, denn die Migrationsstörungen sind bei letzteren lange nicht so ausgeprägt.

Kommen wir zu den Augen, zumindest zu den blauen oder dem blauen bei den Odd-Eyed. Die nachfolgenden Ausführungen gelten übrigens für alle blauen Augen mit Ausnahme der von Babys, also auch für die Albinos (cs).

Der Augapfel ist eine becherförmige Ausstülpung des Zwischenhirns. Daher machen sich Migrationsstörungen von Melanoblasten hier kaum bemerkbar. Die primären Melanoblasten sind ja in der Embryogenese von Anfang an dort, wo später im Augapfel hinter der Netzhaut das Pigmentepithel gebildet werden soll. Ein durch die Pupille und die Linse in das Auge eintretender Lichtstrahl trifft auf die Netzhaut und wird registriert. Der Lichtstrahl kommt schräg links unten (dort wäre die Pupille) und trifft auf einen oben im Augapfel liegenden Netzhautbereich. Würde das Licht nicht durch das Pigmentepithel absorbiert, wird der Lichtstrahl an der dahinter liegenden Aderhaut wie an einem Spiegel reflektiert werden, werden nochmals einen Reiz an die Netzhaut übertragen. Diesmal aber Aufgrund der Reflexionsgesetze (Einfallswinkel = Ausfallswinkel). Ein und derselbe Strahl würde also zweimal räumlich versetzt registriert. Damit wäre, zumindest in den Randbereichen, die Sehschärfe durch Doppelbilder deutlich reduziert. Aber das ist bei den blauäugigen Katzen nicht der springende Punkt, höchstens bei rotäugigen, wenn nicht zumindest eine schwache Pigmentierung vorliegt.

Die weitaus gravierendere Veränderung spielt sich im Augenhintergrund ab. Dort wird normalerweise das Pigmentepithel durch das Tapetum lucidum ersetzt. Dieses ist eine stark reflektierende Schicht, durch die der zweimalige Durchgang eines Lichtstrahles durch die Netzhaut erzwungen wird. Dort spielt die Reflexion für das Auslösungsvermögen keine Rolle, weil die Lichtstrahlen nahezu senkrecht

auftreffen und auch so, man könnte fast sagen in sich selbst, wieder zurückgeworfen werden. Sie passieren also zwei Mal dieselbe Stelle auf der Netzhaut und werden beide Male auch an den selbem Ort registriert. Es gibt also kein Doppelbild, aber dafür ein doppelt so helles Bild. Das ist besonders für das Dämmerungssehen ausschlaggebend. Bei Katzen mit blauen Augen fehlt das Tapetum lucidum, deswegen erscheint die angestrahlte (oder beim Fotografieren angeblitzte) Pupille rote, weil das reflektierte Licht von der Aderhaut stammt. Bei normalfarbigen Augen erscheint die Pupille unter denselben Voraussetzungen durch das Tapetum lucidum grün. Wegen der geringeren Lichtempfindlichkeit ist die Pupille des blauen Auges immer weiter geöffnet, was natürlich auf Kosten der Sehschärfe beim räumlichen Sehen geht. Man kann hier zum Vergleich die Erfahrungen der Photographie anwenden:

Je kleiner die Blende (= Pupille), desto grösser die Tiefenschärfe. Die weiter geöffnete Pupille des blauen Auges kann man bei den Odd-Eyed deutlich erkennen.

Die Schwachsichtigkeit in der Dämmerung beeinträchtigt frei lebende Katzen doch sehr in ihrem Jagdverhalten. So konnte sich ein Kompensationsmechanismus etablieren, der sich auch bei unseren im Haus gehaltenen Katzen noch bemerkbar macht. Damit das Licht von einem Objekt mehrmals, wie bei einer Reflexion, in der Netzhaut registriert werden kann, beginnen die Augen in schnellem Rhythmus zu zittern. Dieser Nystagmus erhöht zwar durch das „Einfangen“ des Lichtes die Empfindlichkeit, leider wieder auf Kosten der Sehschärfe.

Nun zu der blauen Irisfarbe, was weniger einen Defekt als ein kosmetisches Phänomen darstellt, aber eng mit der gestörten Melanoblastenwanderung zusammen hängt. Der Augapfel wird von einer Bindegewebshülle, der Sklera begrenzt, die im vorderen Augenabschnitt durchsichtig ist und als Hornhaut zum optischen System gehört. Innen folgt die Aderhaut, die auch an der Bildung der Iriskörper (Stroma) beteiligt ist. Die nächste Schicht ist das Pigmentepithel, das mit Ausnahme der Pupillenöffnung im Idealfall den gesamten Augapfel auskleidet. Die verformbare Linse ist neben der Iris (=Blende) der dritte Teil des optischen Systems und für die Sehschärfe verantwortlich. Fehlt das Pigmentepithel in der Iris, sind die Blutgefässe der Aderhaut deutlich sichtbar, die Augenfarbe ist rot (Albino, nur C/c). Ist die Pigmentschicht vorhanden und können Melanoblasten ungestört das Stroma besiedeln, sind alle bekannten Augenfarben möglich. Wenn zwar das Pigmentepithel normal ausgebildet, aber die Melanoblastenmigration vollständig oder weitgehend unterbunden ist (W/-), dann kommt es zu einem aussergewöhnlich optischen Phänomen. Das nicht pigmentierte Stroma ist milchig trüb. Betrachtet man das dunkle, stark lichtabsorbierende Pigmentepithel durch das milchige und damit stark lichtbrechende Stroma, entsteht ein opaleszierender Effekt, der die Iris in allen möglichen Blautönen schillern lässt. Das Blau ist umso heller, je trüber das Stroma ist. Bei Katzenbabys ist, wie bei den meisten Säugetierbabys auch, das Stroma nahezu wasserklar, deshalb die tiefdunkelblauen Augen. Die genetische Augenfarbe entwickelt sich erst später, wenn die von den primären Melanoblasten abstammenden Zellen beginnen, Pigmente zu bilden.

Zu den Odd-Eyed-Katzen noch eine kleine Randbemerkung, die für den Züchter vielleicht unbedeutend erscheint, aber immerhin interessant ist. Es gibt folgendes Naturgesetz; Je symmetrischer die Männchen gebaut sind, desto schneller gewinnen sie die Weibchen für sich. Ebenmässige Körper signalisieren nämlich

für die Weibchen, dass es sich bei dem Gegenüber um ein besonders gesundes und starkes Exemplar handelt, von dem es robusten Nachwuchs erwarten darf. Und was gibt es unsymmetrischeres als einen Kater mit verschiedenen Augenfarben?

Im Vergleich mit den bisher besprochenen Störungen stellt die mit der Farblosigkeit gehäuft auftretende Taubheit ein weit grösseres Problem dar. Taube oder schwerhörige Katzen zeigen ein total gestörtes Sozialverhalten, da sie auf Fernsignale wie Fauchen oder Knurren nicht oder nur unangemessen reagieren können. Dies ist umso fataler, da Taubheit mit blauen Augen korreliert. Vermindertes Dämmerungssehen und Hörverlust lassen diesen Katzen beim freien Auslauf keine Chance. Im Zusammenleben mit den Menschen können diese Ausfälle durch Lernen teilweise kompensiert werden, trotzdem sind taube Katzen eine denkbar schlechte Zuchtbasis, da z.B. ihr Mutterverhalten zu wünschen übrig lässt, weil sie das Fiepen der Welpen nicht wahrnehmen. Taube Katzen und auch Kater sollten immer aus der Zucht ausgeschlossen werden.

Was hat nun der Hörverlust mit gestörtem Migrationsverhalten der Neuroblasten zu tun?

Auch das Innenohr (akustisches Organ) und der Gleichgewichtssinn (statisches Organ) sind durch Nervus statoacusticus (VII. Gehirnnerv) eng miteinander und mit dem Zentralnervensystem gekoppelt. Beim Gehör werden Schallwellen über das äussere Ohr und das Mittelohr auf ein Fenster des Innenohrs übertragen. Dort versetzen sie einen mit Flüssigkeit gefüllten Teil des Hörorgans (Schneckengang=Cochlea) in eine Wellenbewegung. Mit Hilfe einer feinen Membran werden durch diese Wellenbewegung Sinneshaare gereizt, was den eigentlichen Hörvorgang darstellt. Das Gleichgewichtsorgan besteht ebenfalls aus mit Flüssigkeit gefüllten Bogengängen. Wird der Kopf oder die ganze Katze bewegt, gerät diese Flüssigkeit in Relation zu den Bogengängen in Bewegung. Mit Hilfe von seichenartigen Gebilden, die auf den Sinneshaaren liegen und die Bewegung der Flüssigkeit in Schwingung geraten, werden Lageveränderungen des Kopfes oder /und des Körpers registriert. Beide Organe sind auf bestimmte Nervengewebe (Neuroblastenwanderung) und auf Sinneshaare bestimmter physikalischer Eigenschaften angewiesen. Haare und Sinneshaare erhalten durch Pigmenteinlagerung erst ihre endgültige Stabilität. Ungefärbte Haare sind dünner und weicher und können ihre Funktion als Sinneshaar gar nicht oder nur unvollständig erfüllen. Über diesen Mechanismus sind dominantes Weiss, Taubheit und Gleichgewichtsstörungen miteinander verbunden. Drei neuere Untersuchungen lassen den Zusammenhang zwischen Taubheit und blauen Augen bei weissen Katzen erkennen.

Hier die Zahlen:

25% mit orangen Augen haben normales Gehör

31% mit blauen Augen haben normales Gehör

7% mit orangen Augen sind taub

37% mit blauen Augen sind taub

60-70% der weissen Katzen haben blaue Augen

40-50% der weissen Katzen sind taub

49% der tauben weissen Katzen haben orange Augen

51% der tauben weissen Katzen haben blaue Augen

Dazu kommen noch Berichte, dass Odd-Eyed-Katzen auch einseitig taub sind. Auf jeden Fall leiden blauäugige weiße Katzen weit häufiger unter Hörverlust. Interessant ist, dass heterozygote Weiße (W/w) weniger oft taub sind. Die Heterozygotie lässt sich manchmal an dem weiter oben beschriebenen juvenilen Kopffleck erkennen, aber leider nicht immer.

Sollte der Fleck jedoch orange sein, ist wieder erhöhte Vorsicht geboten, weil Taubheit am ehesten auftritt, wenn eine weiße Katze Orange (rot) trägt. Die gleiche Aussage kann auch mit einiger Sicherheit für Verdünnung (d/d und $Dm/-$) gemacht werden, was auch plausibel ist, denn bei Orange ist das Melanin zu Phämelanin umgewandelt und bei Verdünnung die Verteilung der Pigmente geändert. Beides kann die Struktur der Haare beeinflussen. Die Blauäugigkeit von dem Maskenfaktor (cs/cs) dagegen zieht selten Taubheit nach sich. So gibt es bei der Berücksichtigung von allen genannten Faktoren sicherlich eine ausreichend breite Basis für eine verantwortungsvolle Weiss-Zucht.

