

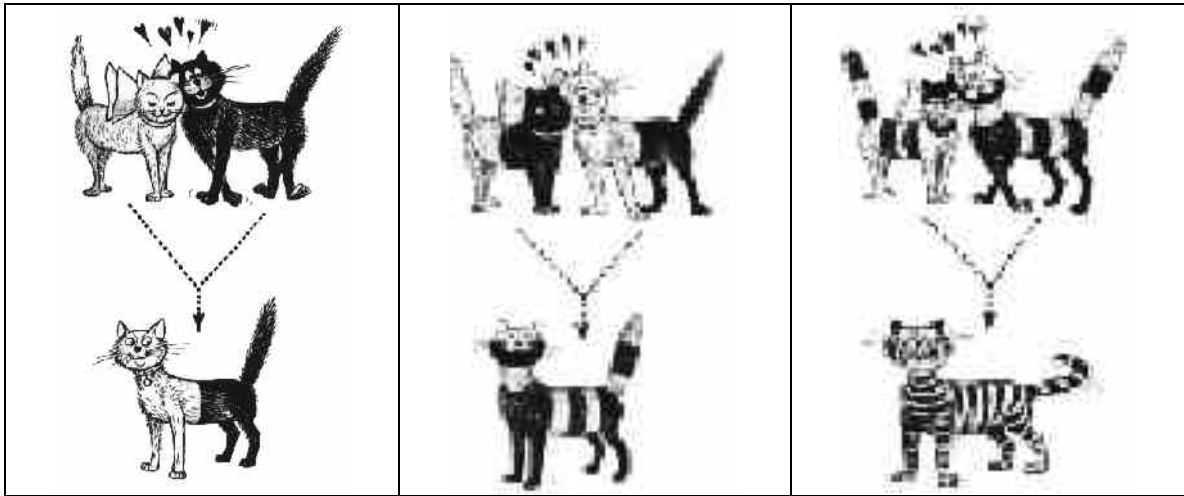
# Hannoverscher Katzen-Club e.V.



Ein Herz für alle Katzen

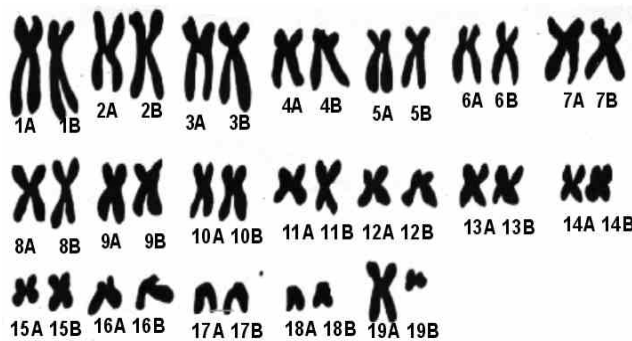
## **Genetik**® (Grundlagen)

## Die Entstehungsgeschichte der Tabbyzeichnung



### 1. Grundbegriffe der Genetik

Leider ist die Genetik unserer Katzen nicht ganz so einfach, wie oben am Beispiel der Tabby-Vererbung dargestellt. Wer sich als Züchter mit der Erblehre seiner Katzen befassen will, kommt natürlich um einige Grundbegriffe nicht herum. Davon soll in diesem ersten Teil die Rede sein. Nicht eingegangen wird auf den Zellaufbau, die Zellteilung und weiter ins Detail gehende Grundlagen.



Grundlage allen Lebens ist die **Zelle**. Es gibt einfache Lebewesen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen - die sog. Einzeller - und Lebewesen mit unendlich vielen Zellen. Dazu zählt der Mensch und natürlich auch die Katze. Jede Zelle hat im Organismus eine ganz spezifische Aufgabe zu erfüllen. Jede einzelne Zelle beherbergt sämtliche **Erbinformationen**. Sie stellen ge-

wissermaßen das gesamte Wissen des Lebewesens dar. Da jede Zelle eine andere Funktion hat, greift sie natürlich nur auf das Wissen zurück, welches sie für ihre Aufgabe benötigt. Aufgeschrieben oder abgespeichert ist dieses Wissen auf den **Chromosomen**. Jedes Lebewesen hat eine unterschiedliche Anzahl von Chromosomen. Bei der Katze sind es 38 Chromosomen. Jeweils 19 Chromosomen sind in ihrer äußeren Form sehr ähnlich. Dies bringt uns natürlich sofort zu der Vermutung, dass nämlich jeweils ein Chromosom von der Mutter und eines vom Vater stammt. Wenn nun aber alle 19 Chromosomenpaare gleich wären, wo kommt dann der „große Unterschied“ her? Und tatsächlich ist ein Chromosomenpaar nicht gleich: dem geschlechtsbestimmenden Paar (19 A u.B). Während eine weibliche Katze, und

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

nur auf Katzen wollen wir uns beziehen, über 2 X-Chromosomen (XX) verfügt, sind es beim Kater ein X-Chromosom und ein y-Chromosom. Natürlich haben diese unterschiedlichen Chromosomenpaare auch unterschiedliche Bezeichnungen. Die jeweils gleichen Chromosomenpaaren nennt man **Autosomen**, das geschlechtsbildende Chromosomenpaar **Heterosomen**.

**Merken müssen wir uns, dass jedes Chromosomen jeweils zweimal im Zellkern vorhanden ist. Jeweils ein Teil von der Mutter und ein Teil vom Vater. Unsere Katzen erben somit jeweils 50% von der Mutter und 50% vom Vater.**

Nun müssen wir die Chromosomen zerlegen und kommen somit zu den **Genen** oder Einzelmerkmalen. Die Gesamtheit aller Gene bestimmt das Individuum. Man spricht von seinem **Genotyp**. Betrachtet man nur die äußeren, sichtbaren Merkmale eines Individuums, bei unseren Katzen also z.B. die Fellfarbe, Haarlänge usw. spricht man von seinem **Phänotyp**. Zum Glück interessieren uns bei der Genetik der Katzen nur einzelne Gene. Damit wir sie unterscheiden können, werden sie mit Buchstaben bezeichnet.

Die Gene sind auf den Chromosomenpaaren jeweils genau in der gleichen Art, Anzahl und Reihenfolge angeordnet. Jedes Gen hat also einen ganz bestimmten, festgelegten Ort auf dem Chromosom, man spricht demzufolge vom **Genort**. Der Genort für eine bestimmte Anlage liegt also immer an der gleichen Stelle auf dem Chromosom, sowohl der Anteil der Mutter als auch der vom Vater. Bei diesen immer paarweise vorkommenden Genen spricht man von **Allelen**. Ein Allel enthält also jeweils ein Gen von der Mutter und eines vom Vater am gleichen Genort. Sind auf beiden Genen (Mutteranteil und Vateranteil) die gleichen Erbinformationen enthalten, z. B. schwarzes Haar, so spricht man von **homozygot** oder reinerbiger Anlage, sind die Erbinformationen dagegen unterschiedlich, z.B. schwarz bei der Mutter und chocolate beim Vater, so spricht man von **heterozygot** oder mischerbiger Anlage.

**Merke:**

**Jedes Gen liegt an immer der gleichen Stelle auf den Chromosomen. Die jeweils gegenüberliegenden Gene auf den mütterlichen und väterlichen Chromosomen nennt man Allele. Reinerbige Allele, mit der jeweils gleichen Erbinformation nennt man homozygot, mischerbige Erbinformationen heterozygot.**

## 2. Vererbung der Gene

In den Grundlagen sah es zunächst so aus, als hätten wir die schwersten Klippen schon umschiff. Doch dem ist leider nicht so. Natürlich haben sich erfahrene Züchter schon gefragt, wieso die Kitten oftmals gar nicht so sehr den Eltern gleichen sondern vielmehr der Großmutter oder dem Großvater ähneln oder wie es zu den unterschiedlichen Geschlechtern kommt? Diesen Fragen versuchen wir uns in diesem Abschnitt zu nähern.

Ein neues Lebewesen entsteht durch die Verschmelzung der mütterlichen Eizelle mit dem väterlichen Samen. Dieser Vorgang ist allgemein durch den Begriff **Befruchtung** bekannt.

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

Die befruchtete Eizelle (*Zygote*) und jede normale Körperzelle teilt sich dermaßen, dass in jeder neuen Zelle jeweils wieder der doppelte Chromosomensatz enthalten ist. Wie dies im Einzelnen vollzogen wird, muss uns hier nicht weiter interessieren, entscheidend ist das Ergebnis. Diese Art der Zellteilung bezeichnet man als erbliche Zellteilung oder *Mitose*. Im Gegensatz zur Mitose teilen sich die Keimzellen (*Gameten*) durch die Reduktionsteilung (*Meiose*). Bei der Meiose wird der Chromosomensatz halbiert. Die Keimzellen der Katze enthalten also nicht 38 Chromosomen sondern nur 19, die bei der Befruchtung zusammen wieder den kompletten Satz von 38 Chromosomen ergeben. Diese Reduktionsteilung ist ein komplizierter und mehrstufiger Prozess. Es können einzelne Chromosomenstücke ausgetauscht werden und es bleibt dem Zufall überlassen, welche der beiden Autosomen in die jeweilige neue Zelle wandert. Wir vermuten zurecht das Chaos. Doch gerade dieses Chaos führt zu einer kräftigen Durchmischung der Gene in jeder neuen Generation und zu einer Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten. Hier ist auch die Ursache zu sehen, weshalb auch die Gene der Großeltern und sogar noch weiter zurückliegender Generationen mehr oder weniger kräftig mitmischen. Dieser Vorgang entscheidet auch über Katze oder Kater.

Diesen besonders interessanten Aspekt - Kater oder Katze - wollen wir uns einmal etwas näher betrachten. Jeder Elternteil gibt ein Chromosom seines Chromosomenpaares an die Nachkommen weiter. Die weibliche Katze verfügt über 2 X-Chromosomen (XX), der Kater jedoch über ein X-Chromosom und ein Y-Chromosom (XY).

An dieser Stelle führen wir jetzt eine Darstellungsweise ein, die uns auch weiterhin begleiten wird.

	Allele (Chromosomen) des Katers	
Allele (Chromosomen) der Katze	mögliches Ergebnis der Verpaarung	mögliches Ergebnis der Verpaarung
	mögliches Ergebnis der Verpaarung	mögliches Ergebnis der Verpaarung

In dieser Tabelle werden die uns interessierenden Chromosomen der Katze und des Katers eingetragen und das Ergebnis für alle Kombinationsmöglichkeiten ermittelt. In unserem ersten Beispiel wollen wir die statistische Verteilung von Katzen und Katern in einem Wurf ermitteln.

Für die Mutterkatze tragen wir also 2 mal das X-Chromosom ein.

Katze	X		
	X		

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

Als nächstes tragen wir die Chromosomen des Katers (Xy) ein.

		Kater	
		X	Y
Katze	X		
	X		

Als letzten Schritt kombinieren wir jeweils ein Chromosom der Katze mit einem des Katers:

		Kater	
		X	Y
Katze	X	XX	XY
	X	XX	XY

Schon ist unsere erste Vererbungstabelle fertig.

Das Ergebnis wird uns wenig überraschen: Wir erwarten aus dem Wurf jeweils zur Hälfte Katzen (XX) und zur anderen Hälfte Kater (Xy)! Dieses Ergebnis ist auch dann richtig, wenn bei ihnen gerade ein Wurf mit 7 Katern gefallen ist. So ist es nun einmal mit der Statistik!

## 3. Farbgenetik

Nachdem wir nun die notwendigsten Begriffe gelernt haben, wollen wir uns in diesem Abschnitt mit den einzelnen Genen beschäftigen. Wir können uns erinnern, dass die einzelnen Gene mit Buchstaben gekennzeichnet werden. Gene, die sich dominant vererben werden mit großen Buchstaben, rezessive Gene mit kleinen Buchstaben gekennzeichnet.

Ein dominantes Gen setzt sich gegenüber einem rezessiven Gen durch, d.h. es ist merkmalsbestimmend und setzt sich auch bei Mischerbigkeit (heterozygot) durch. Das rezessive Gen dagegen muss, um merkmalsbestimmend werden zu können, reinerbig (homozygot) vorhanden sein. Dies bedeutet, wenn auch nur von einem Elternteil ein dominantes Gen vererbt wird, wird auch das Kitten dieses Merkmal zeigen. Bei rezessiven Genen hingegen, müssen diese von beiden Eltern auf das Kitten vererbt werden um dieses Merkmal beim Kitten zu zeigen.

Als Züchter interessieren wir uns zunächst einmal für die Farbgenetik: Welche Farben werden unsere Kitten einmal haben, bzw welche Farbe muss ein Kater haben, damit eine bestimmte Farbe bei den Kitten fallen kann? Listen wir also zunächst einmal die Farbgene in alphabetischer Reihenfolge auf.

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

Tabelle der Farbgene:

dominantes Gen	Beschreibung	rezessives Gen	Beschreibung
<b>A</b>	<b>Agouti</b> , Wildfarbe Tabby, die Haare sind gebändert in Schwarz und Gelblich-Braun	<b>a</b>	<b>Non-Agouti</b> , Haare ohne Bänderung, einfarbig
<b>B</b>	<b>Schwarz</b> , schwarzes Pigment in den Haaren	<b>b</b>	<b>Braun</b> , dunkelbraunes Pigment – chocolate
		<b>b1</b>	<b>Hellbraun</b> , mittelbraunes Pigment – Cinnamon
<b>C</b>	<b>Vollpigmentierung - Vollfarbe</b> , maximale Pigmentierung	<b>c</b>	<b>Albino</b> , weißes Fell, unpigmentierte (rosa) Iris
		<b>ca</b>	Albino, weißes Fell, blaue Iris
		<b>cb</b>	<b>Burmese</b> , dunkel sepiabraunes Pigment
		<b>cs</b>	<b>Siamese</b> , hell sepiabraunes Pigment, dunkle points, blaue Iris
<b>D</b>	<b>Nicht-Verdünnung</b> , dichte Pigmentierung	<b>d</b>	<b>Farbverdünnung</b> , verdünnte Pigmentierung in den Haaren
<b>Dm</b>	<b>Dilution modifier</b> , hellt verdünnte Farben auf	<b>dm</b>	<b>Nicht-Dilution modifier</b> , hellt verdünnte Pigmentierung nicht auf
<b>I</b>	<b>Silberung Inhibitor</b> gen, unterdrückt Pigmentierung in Teilbereichen der Haare	<b>i</b>	normale Pigmentierung
<b>O</b>	<b>Rot</b> , wandelt Schwarz in Rot, geschlechtsgebunden	<b>o</b>	normale Farbe, kein Rot
<b>S</b>	<b>Scheckung</b> , variable weiße Flecken im Fell	<b>s</b>	normale Farbe, keine weiße Flecken im Fell
<b>W</b>	<b>Dominantes Weiß</b> , weißes Fell, blaue Iris, orange oder odd-eyed, maskiert alle Farben, kann zur Taubheit führen.	<b>w</b>	normale Farbe, volle Ausprägung aller anderen Farben.
<b>Wb</b>	<b>Breitband</b> , verbreitert das Agoutiband	<b>wb</b>	normale Bänderung des Agoutihaars

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

Eine wichtige Gengruppe fehlt noch in dieser Tabelle, nämlich das Tabby-Gen. Es ist nicht etwa vergessen worden, sondern nimmt eine Sonderstellung ein und wird deshalb an einer späteren Stelle gesondert behandelt. Eigentlich gehört auch das Rot-Gen in eine Sondergruppe, da es sich geschlechtsgebunden vererbt und daher später auch besonders betrachtet wird.

Es fällt in der Tabelle auf, dass es offenbar mehr rezessive Gene als dominante Gene gibt. Dies hat seine Ursache in den **Mutationen** der Gene. Im Laufe der Entwicklungsgeschichte ist es durch zufällige Veränderungen der Gene zu Veränderungen gekommen. Diese, von der Urform abweichenden Gene vererben sich zumeist rezessiv. Doch auch bei den Mutationen gibt es Ausnahmen: So vererbt sich das Inhibitor-Gen (Silberung), das Rot-Gen, das Scheckungs-Gen und das Dominante Weiß dominant, obwohl auch diese Gene Mutationen sind.

***Zur Mutation noch eine Erklärung:** Mutationen kommen überall, bei allen Lebewesen, vor. Sie treten in der Natur im Abstand von mehreren tausend Jahren auf. Mutationen, die alle Jahre auftreten, wie wir sie gerade bei Katzen beobachten können, sind meistens keine natürlichen Mutationen sondern von Züchtern mehr oder weniger bewußt herbeigeführt (Einkreuzungen, übermäßige Inzucht mit kranken Tieren usw). Nicht selten beginnt die Geschichte einer neuen Rasse deshalb auf irgendwelchen abgelegenen Bauernhöfen, deren Wahrheitsgehalt kaum einer überprüfen kann (Meinung des Autors)!*

## 4. Der Genetische Farbtopf

Wie wir schon nach dem Studieren der Farbgene vermutet haben und wie wir es ja auch von unseren Katzen kennen, kommt es zu vielfältigen „Vermischungen“ und „Überlagerungen“ der Farbgene. Viele Gene ergänzen und überlagern sich. Solche Fälle nennt man **komplementäre Polygenie**. Dies sei am Beispiel der Wildfärbung einmal erläutert. Jedes Haar besteht aus schwarzen und hellen Bänder im Wechsel. Die Haarspitze ist schwarz und der Haargrund ist grau. Es wirken 3 Gene an dieser Wildfärbung mit: A ist zuständig für die schwarzen Ringe, B bildet die schwarzen Pigmente aus gelben Vorstufen und C bildet die gelben Vorstufen. Fällt auch nur ein Gen aus, erhalten wir ein völlig anderes Aussehen der Katze. Fehlt z. B. das dominante Gen C, erhalten wir eine weiße Katze (Albino), fehlt dagegen das dominante Gen A, so wird die Katze einfarbig. In diesem Beispiel ist es unerheblich wie das komplette Allel aussieht, da es sich um dominante Gene handelt. Es ist egal ob es sich beim Allel AA für Reinerbigkeit oder um Aa für Mischerbigkeit handelt, die Merkmalsausprägungen sind gleich. Da dies so ist, führen wir an dieser Stelle gleich eine neue Schreibregel ein. Die Beschreibung für unser Beispiel der Wildfärbung lautet dann: A- B- C-. Der Strich ersetzt dabei den zweiten Teil des Allels. An seiner Stelle könnte sowohl ein dominantes Gen stehen als eben auch nicht. So wären z.B. Katzen phänotypisch mit folgenden Allelen identisch, obwohl sie genotypisch unterschiedlich sind: AA BB CC und Aa Bb Cc. Für die äußere Merkmalsbeschreibung ist es somit unerheblich ob das zweite Gen vorhanden ist oder nicht und es wird in der Schreibweise ersetzt durch den Strich (-), also A-B-C-.

**Merke:**

Katzen, deren äußere Merkmalsausprägungen gleich sind, können genotypisch völlig unterschiedlich sein!

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

Bleiben wir noch einen Augenblick bei unserem Albino, dem ja, wie oben erwähnt, das Gen C fehlt. Das Allel C- sieht bei dem Albino also folgendermaßen aus: cc. Durch Mutationen sind nun aber folgende Variationen entstanden:

c<sub>a</sub> c<sub>a</sub>, ein Albino mit blauen Augen c<sub>b</sub> c<sub>b</sub>, Fellfarbe und Augen der Burmesen (Burmafaktor)  
c<sub>s</sub> c<sub>s</sub>, Fellfarbe und Augen der Siamkatze (Siamfaktor oder Maskenfaktor)

Ein weiteres Gen beeinflusst unseren Farbtopf: Das Gen D. Fehlt dieses Gen (Nicht-Verdünnung), führt dies zu einer Verdünnung der Pigmentierung der Haare. So wird aus Schwarz Blau, aus Rot Cream, aus Chocolate Lilac und aus Cinnamon Fawn.

Der Albino (rote Augen) ist phänotypisch eine weiße Katze bei dem die Pigmentierung fehlt. Nun gibt es weitere genetische Möglichkeiten für den Phänotyp weiß: Das Gen W. Dieses Gen maskiert alle anderen vorhandenen Farben. Man spricht von der *Epistasie*. Diese Gen beherrscht alle anderen Farbgene. (Das Gen W ist häufig verbunden mit Taubheit!!)

Eine dritte Möglich zu weißen Katzen zu gelangen wollen wir nicht verschweigen: Das Scheckungsgen S. Es kann sich in seinen äußeren Merkmalsprägungen von kleinen weißen Flecken im Haarkleid bis zur völlig weißen Katze auswirken.

Eine weiteres epistatisches Gen ist das Non-Agouti Gen. Es maskiert alle Tabby-Gene und bereichert unseren Farbtopf um einfarbige Katzen. Doch hier haben wir gleich eine weitere Ausnahme: Das Non-Agouti Gen verliert seine epistatische Wirkung beim Orange-Gen O. Auch einfarbig rote Katzen zeigen immer, mehr oder weniger, eine deutliche Tabbyzeichnung. Zu beneiden sind Züchter mit roten und rot gestromten Katzen nicht. Stellen sie ihre Katzen auf einer Katzensausstellung aus, werden ihnen von den Richtern häufig die Farbe geändert, denn nicht jeder Richter ist in der Lage rot und rot-tabby zu unterscheiden. Dies ist leider eine traurige Gewissheit!

Ich denke, dieser Abschnitt wird zunächst einmal für ziemliche Verwirrung sorgen. Wir werden versuchen in den folgenden Abschnitten ein wenig Klarheit in diese Verwirrung zu bringen.

## 5. Vererbungstabellen

Bevor wir uns dem geschlechtsgebundenen Rot zuwenden, müssen wir noch einige Übungen mit unseren Vererbungstabellen durchführen. Wir fangen zunächst einmal ganz einfach an und verpaaren eine schwarze weibliche Katze mit einem blauen Kater.

Unabhängig von den übrigen Genen betrachten wir zunächst nur einmal das Gen D, welches ja den Unterschied zwischen Schwarz und Blau ausmacht. Die Verdünnung kann nur dann merkmalsprägend werden, wenn das rezessive Gen doppelt vorhanden ist. Somit ist der Kater eindeutig gekennzeichnet durch d d. Die weibliche Katze dagegen könnte reinerbig A A oder mischerbig A a sein. Nur aus einer Testverpaarung würden wir Klarheit über ihren Genotyp erhalten. Um uns mit den Vererbungstabellen vertraut zu machen, werden wir beide Beispiele einmal durch spielen.



# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

1. Die weibliche Katze ist reinerbig für Nicht-Verdünnung (DD), der Kater reinerbig für Verdünnung (dd)

		blauer Kater	
		d	d
schwarze Katze	D	Dd	Dd
	D	Dd	Dd

Die Nachkommen unsere Beispielverpaarung werden folglich alle phänotypisch schwarz werden und genotypisch alle das vom Vater ererbte Verdünnungsgen d erhalten. Alle unsere schwarzen Nachkommen sind folglich mischerbig für Nicht-Verdünnung, weil sie das rezessive Verdünnungsgen tragen!

2. Die weibliche Katze ist mischerbig für Nicht-Verdünnung (Dd), der Kater reinerbig für Verdünnung (dd)

		blauer Kater	
		d	d
schwarze Katze	D	Dd	Dd
	d	dd	dd

Die Nachkommen dieser Beispielverpaarung werden zur einen Hälfte Schwarz und zur anderen Hälfte Blau werden. Die schwarzen Nachkommen werden wie bei der ersten Beispielverpaarung ebenfalls mischerbig für Nicht-Verdünnung sein!

Jetzt müssen wir unsere Vererbungstabelle erweitern. Unsere schwarze weibliche Katze soll jetzt eine Tabbyzeichnung erhalten. Zusätzlich zum Gen D führen wir jetzt das Gen A ein. Unser blauer Beispielkater zeigt keine Tabbyzeichnung und ist somit reinerbig für Non-Agouti a a. Unsere schwarz gestromte weibliche Katze dagegen könnte wieder reinerbig oder auch mischerbig für Agouti sein, AA oder Aa kurz A-, denn bei dem Agouti Gen handelt es sich um ein dominantes Gen.

3. Die weibliche Katze ist reinerbig für Agouti und Nicht-Verdünnung (AA DD), der Kater reinerbig für Non-Agouti (aa) und Verdünnung (dd)

			blauer Kater			
			a		a	
			d	d	d	d
schwarze Katze	A	D	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd
		D	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd
gestromt	A	D	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd
		D	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd

Aus dieser Beispielverpaarung erhalten wir alles Kätzchen in der Farbe schwarz gestromt. Sie werden alle mischerbig für Non-Agouti und für Nicht-Verdünnung sein!

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

Zum Abschluss verwandeln wir noch einmal unsere weibliche Katze in einen anderen Genotyp, ohne ihre äußeren Merkmale zu ändern.

4. Die weibliche Katze ist mischerbig für Non-Agouti und mischerbig für Nicht-Verdünnung (Aa Dd), der Kater reinerbig für Non-Agouti (aa) und Verdünnung (dd)

			blauer Kater			
			a		a	
			d	d	d	d
schwarze Katze gestromt	A	D	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd	Aa Dd
		d	Aa dd	Aa dd	Aa dd	Aa dd
	a	D	aa Dd	aa Dd	aa Dd	aa Dd
		d	aa dd	aa dd	aa dd	aa dd

Jetzt finden wir schon eine recht vielfältige Farbpalette bei unseren Kitten vor: 25% werden wie die Mutter (phänotypisch und genotypisch) schwarz gestromt und sind mischerbig für Non-Agouti und Nicht-Verdünnung (Aa Dd), 25% werden blau gestromt und sind mischerbig für Non-Agouti und reinerbig für Verdünnung (Aa dd), 25% werden schwarz und sind reinerbig für Non-Agouti und mischerbig für Nicht-Verdünnung (aa Dd) und die letzten 25% werden wie der Vater (phänotypisch und genotypisch) Blau und sind reinerbig für Non-Agouti und Verdünnung (aa dd).

Unsere Vererbungstabellen sehen jetzt schon wesentlich komplizierter aus, bleiben aber noch übersichtlich. Würden wir jetzt noch weitere Gene betrachten, so geht der Überblick schnell verloren. Es ist deshalb sehr empfehlenswert, wenn immer nur ein bis maximal 3 Gene in diesen Vererbungstabellen gleichzeitig betrachtet werden!

Wer jetzt einmal üben möchte hat hier die Gelegenheit. Wir verpaaren eine schwarz gestromte weibliche Katze (Aa DD) mit einem schwarz gestromten Kater (AADD) und warten gespannt auf die möglichen Farben der Kitten.

			schwarzer Kater gestromt			
			A		A	
			D	d	D	d
schwarze Katze gestromt	A	D				
		D				
	a	D				
		D				

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

## 6. Das Orange Gen O

Wer bisher gut aufgepasst hat, der weiß inzwischen, dass es sich bei der Farbe Rot um einen Sonderfall in der Farbgenetik handelt. Das Gen O liegt nicht auf einem der Autosomen sondern auf dem Heterosom, genau gesagt auf dem X-Chromosom. Es vererbt sich somit geschlechtsgebunden. Eine weibliche Katze hat ja bekanntlich 2 X-Chromosomen, während der Kater hingegen nur über ein X-Chromosom verfügt. Aus der Praxis wissen wir, dass dies zu unterschiedlichen Ergebnissen bei den Kitten führt. Es bedeutet ebenfalls, dass sich die Farbe Rot nicht in rezessiver Weise, wie etwa die Verdünnung, weiter vererben kann. Während zwei schwarze Katzen auch blaue Nachkommen haben können, ist dies bei Rot nicht möglich. Katzen, die in ihren äußeren Merkmalsprägungen kein Rot zeigen, können auch kein Rot vererben! Wenn ihnen also ein Züchter eine nichtrote Katze verkaufen will mit der Bemerkung, sie würde die Veranlagung für Rot tragen, dann gehen Sie besser zum nächsten Züchter!

Eine rote weibliche Katze muss auf beiden X-Chromosomen das Gen O tragen. In jeder Zelle ist nur ein X-Chromosom wirksam, während das zweite X-Chromosom inaktiviert ist. Welches X-Chromosom gewissermaßen eingeschaltet ist, ist dem Zufall überlassen. Trägt also eine weibliche Katze nur auf einem X-Chromosom das Gen O, so kann sie folgerichtig auch nur an den Stellen Rot werden, an denen dieses Gen eingeschaltet ist. Ach so, stellen wir jetzt erstaunt fest, deshalb gibt es die wunderschönen Torties, mit den erstaunlichsten Rot/Schwarz Verteilungen. Genau!

Doch warum gibt es keine männlichen Torties? Eben genau aus dem gleichen Grund. Kater haben nur ein X-Chromosom und dieses muss in allen Zellen wirksam sein.

Nun kommen wir zu einigen Beispielverpaarungen. Fangen wir mit einem einfachen Beispiel an:

1. Eine rote weibliche Katze (XO XO) verpaaren wir mit einem roten Kater (XO Y).

		roter Kater	
		XO	Y
rote Katze	XO	XO XO	XO Y
	XO	XO XO	XO Y

Diese Verpaarung ist die sicherste um zu roten Katzen zu kommen. Wir sehen dass alle Nachkommen, weiblich oder männlich, rot werden!

2. Eine tortie Kätzin (XO X) verpaaren wir mit einem roten Kater (XO Y).

		roter Kater	
		XO	Y
tortie Katze	XO	XO XO	XO Y
	X	XO X	X Y

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

Jetzt haben wir einen wunderschönen buten Wurf: Eine rote weibliche Katze (XO XO), einen roten Kater (XO Y), eine tortie Kätzin (XO X) und einen schwarzen Kater (XY). Bunter geht es nicht!

3. Eine schwarze Katze (X X) verpaaren wir mit einem roten Kater (XO Y).

		roter Kater	
		XO	Y
schwarze Katze	X	XO X	X Y
	X	XO X	X Y

Jetzt nimmt der Rotanteil bei unserem Nachwuchs beträchtlich ab. Rote weibliche Katzen kommen nicht mehr vor. Dafür brauchen wir bei dieser Verpaarung den Kitten nicht mehr unters Schwänzchen schauen: Die bunten Kitten sind Mädchen, die schwarzen Kitten sind Jungs!

4. Eine rote Kätzin (XO XO) verpaaren wir mit einem schwarzen Kater (X y).

		schwarzer Kater	
		X	Y
rote Katze	XO	XO X	XO Y
	XO	XO X	XO Y

Wie schön! Fast das gleiche Ergebnis wie aus der vorhergehenden Verpaarung, nur sind die Kater nicht schwarz, sondern rot.

5. Eine tortie Kätzin (XO X) verpaaren wir mit einem schwarzen Kater (X Y).

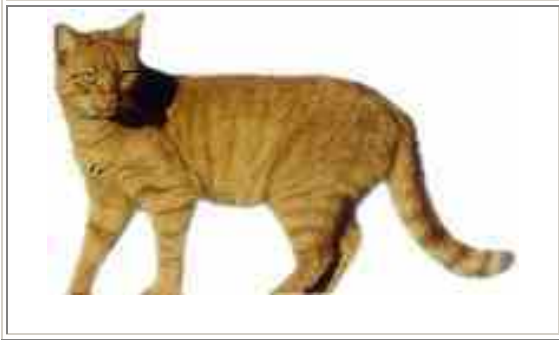
		schwarzer Kater	
		X	Y
tortie Kätzin	XO	XO X	XO Y
	X	X X	X Y

Aus dieser Verpaarung erwarten wir je eine schwarze weibliche Katze (X X) und einen schwarzen Kater (X y) sowie eine tortie Kätzin (XO X) und einen roten Kater (XO Y).

Das rote Gen O führt häufig zu Irrtümern bei der Farbbestimmung. Rot oder rot gestromt, das ist die Frage aller Fragen, denn das Non-Agouti Gen a kann sich nicht gegen das Gen O durchsetzen. Deshalb sind alle genetisch roten bzw tortie Katzen mit einer mehr oder weniger deutlichen Tabbyzeichnung behaftet. Oftmals kann bei der Farbbestimmung, rot mit oder ohne Tabby, der Stammbaum hilfreich sein. Ist dies nicht möglich, muss nach Tabbymerkmalen gesucht werden.

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

red oder red-tabby, dass ist hier die Frage?



Warum diese Katze genotypisch eine rote Katze ist, dazu kommen wir später.

## 7. Die Tabbys

In den bisherigen Folgen ist es uns gelungen an einigen recht einfachen Beispielen uns in die Systematik der Genetik einzuarbeiten. Wir haben einige Sonderfälle kenngelernt (Orange-Gen O) und uns mit den Vererbungstabellen vertraut gemacht. Die Tabbys sind die am häufigsten vertretenen Varietäten der Katze. Das Tabbymuster ist die eigentliche Urform aller Katzenzeichnungen. Um als Jäger in der Natur überleben zu können war und ist eine gute Tarnfarbe unerlässlich. Eine weiße Katze im dichten Buschwerk wäre wohl unvorstellbar. Katzen, die in der Steppe leben, bevorzugen hellere Farben als Katzen, die in den dunklen Wäldern leben. Für unsere Stubentiger gilt solche Vorsorge natürlich nicht mehr. So sind weiße Waldkatzen ebenso beliebt wie dunkle Orientalen.

Mutationen und züchterischem Ehrgeiz haben wir es zu verdanken, dass es eine Vielzahl an möglichen Tabbyzeichnungen gibt. Ursprünglich waren die Agouti Katzen alle getigert. Man spricht bei ihnen von der natürlichen Wildfärbung. Das Agouti Gen ist **unabdingbar** für eine Tabbyzeichnung.

Homozygote Tabbyallele:

Genotyp	Bezeichnung	Beschreibung
A-TT	reinerbiges mackeral	Urtyp, Streifen nicht aufgelöst
A-TaTa	reinerbiges ticking	Ticking ohne Zeichnung
A-tbtb	reinerbiges classic oder blotched	Räderzeichnung
?	Spotted	Zeichnung aufgelöst in Tupfen, Forellentüpfelung

Da haben wir den Salat: Kannten wir bisher immer nur zwei Allele, so haben wir es hier mit dreien zu tun. Neben dem Ursprunggen und einer Mutante haben wir jetzt gleich 2 Mutanten. In solchen Fällen spricht man von **multipler Allelie**. Eine Reihe in unserer Tabelle ist noch teilweise offen, doch dazu kommen wir später.

Bisher hatten wir gelernt, das sich das dominante Gen stets gegenüber dem rezessiven Gen durchsetzt und den Phänotyp prägt. Beim Tabby ist dies nun leider nicht so, es ist nur **un-**

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

**vollständig dominant.** Dies bedeutet, dass sich homozygote Allele stärker auswirken als heterozygote. In der obigen Tabelle haben wir die homozygoten Allele aufgeführt, in der nächsten betrachten wir einmal die heterozygoten:

Heterozygote Tabbyallele:

Genotyp	Bezeichnung	Beschreibung
A-TTa	mischerbiges mackeral und ticking	Ticking mit Streifen und Ringen an Beinen und Schwanz
A-Ttb	mischerbiges mackeral und blotched	Streifen, teilweise in Tupfen aufgelöst
A-Tatb	mischerbiges ticking und blotched	Ticking mit breiten Streifen und Ringen an Beinen und Schwanz

Aus dieser Tabelle können wir schließen, dass das Ta dominiert über T und diese wiederum über tb (Ta>T>tb).

Nun wenden wir uns dem spotted zu. Aus obiger Tabelle können wir ersehen, dass die Kombination Ttb eine Streifenzeichnung ergibt, die sich teilweise in Tupfen auflöst: eben spotted. Das Mackeralgen T zeigt eine eindeutige Tendenz zur Auflösung der Streifen. Bestärkt wird diese Vermutung durch die Tatsache, dass es alle nur denkbaren Auflösungsstufen gibt. Denkbar wäre, dass diese unterschiedlichen Auflösungen durch weitere Modifikatoren (**Polygenie**) hervorgerufen werden. Nun gibt es aber auch Katzenrassen, die stets getupft sind, etwa die Egyptian Mau und die reinrassige Bengal (leider gibt es diese auch schon in den abenteuerlichsten Farben und Zeichnungen!). Dies spricht nun wieder für ein eigenständiges Gen Ts. Das Ts liegt in unserer Tabbyreihe wahrscheinlich zwischen Ta und T und würde unsere Tabbygruppe um eine weitere Variante bereichern. Wissenschaftlich nachgewiesen ist das Spottedgen jedoch noch nicht.

Ticked-tabby	ticked-tabby mit Ringegen an Beinen und Schwanz	Spotted-tabby
		

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.



Leider sind wir bei den Ausnahmen des Tabbygens noch nicht ganz am Ende. In den Tabbytabellen ist stets ein A- vorangestellt. Wie in der Einführung schon erwähnt wurde, ist das Agoutigen immer erforderlich um die Tabbyzeichnung zu zeigen. Dies bedeutet, dass das Non-Agoutigen das Tabbygen maskiert und die Tabbykatzen schlicht und einfach in einfarbige Katzen verwandelt. Bei sehr hellem Licht und besonders bei Jungtieren macht sich jedoch das maskierte Tabbygen bei einfarbigen Tieren als Geisterzeichnung sichtbar.

## Merke:

**Das Tabbygen ist unvollständig dominant. Dies führt zu unterschiedlichen Zeichnungsmustern. Die Rangfolge der Dominanz lautet  $Ta > (Ts) > T > tb$ .**

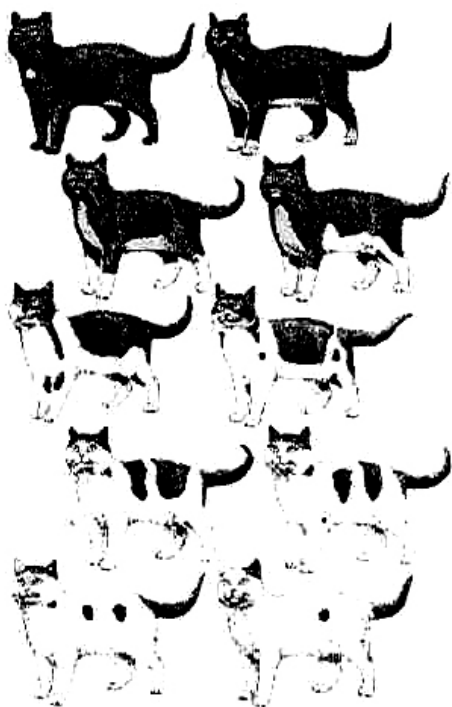
**Das Tabbygen wird maskiert durch das Non-Agoutigen.**

Wer Lust hat darf jetzt ein wenig üben. Wir verpaaren zwei Katzen mit dem gleichen Genotyp AaTtb.

			Kater			
			A		a	
			T	tb	T	tb
Katze	A	T				
		tb				
	a	T				
		tb				

Welche Farbe und welches Zeichnungsmuster können wir erwarten?

## 8. Das Scheckungsweiß



Bisher waren alle unsere Katzen schwarz oder schwarzgestromt, nein auch die roten und blauen Exemplare haben wir schon abgehandelt. Jetzt kommt ein weiterer Farbtupfer hinzu: das Weiß.

Um es gleich vorweg zu sagen, Weiß ist ein umfangreiches Kapitel. Es gibt viele Möglichkeiten um an weiße Katze zu kommen. Hier interessiert uns zunächst nur das Scheckungsweiß oder die Piebaldschen Flecken. Verantwortlich dafür ist das Scheckungsgen S. Wie schon beim Tabbygen ist auch das Scheckungsgen nur von unvollständiger Dominanz. Durch das Zusammenspiel von unterschiedlichen, nicht näher bekannten Genen (Polygenie) kommt es zu völlig zufälligen weißen Flecken. Dies führt im Extremfall dazu, dass eine phänotypisch schwarze Katze genotypisch eine schwarz-weiße Katze und umgekehrt eine phänotypisch weiße Katze ebenfalls genotypisch schwarz-weiß sein kann. Züchter zupfen gerne dieses eine falsche Haar vor Ausstellungen aus der Katze heraus, um die Chancen auf einen Titel damit auf gar keinen Fall zu gefährden (Diese Praxis soll hier auf keinen Fall gut geheißt werden!). Mischerbige Tiere mit der Genkombination Ss zeigen häufig einen geringeren Weißanteil als reinerbige Tiere mit der Genkombination SS. Die schon erwähnten Einflüsse der Polygene können aber auch das Gegenteil bewirken. Ob unsere Katze reinerbig SS oder mischerbig Ss ist, können wir nur durch Verpaarung mit einem Non-Agouti Tier herausbekommen. Sind stets alle Kitten aus dieser Verpaarung mit Weißanteil, dann kann man von Reinerbigkeit sprechen, fallen dagegen auch Katzen ohne Weiß, liegt eine Mischerbigkeit vor.

Alle Birmazüchter, oder besser gesagt, die Züchter, die sich daran wagen mit der Zucht von Birmakatten zu beginnen, müssen sich jetzt fragen, wie es denn möglich ist, dass der Weißanteil sich bei ihren Katzen nur auf bestimmte Körperbereiche auswirkt. Diese Katzen könnten, was wissenschaftlich nicht erwiesen ist, über einen weiteren Weißmacher verfügen, dem Handschuhgen g. Es vererbt sich rezessiv, d.h. G steht für normale Pigmentierung, g für weiße Pfoten. Wie bei allen rezessiven Genen wird es nur bei der Kombination gg wirksam. Beachtlich ist, dass es bei der Verpaarung von Katzen mit dem Handschuhgen (gg +gg) zu erstaunlich konstanten Weißanteilen führt.

Alle Birmazüchter, oder besser gesagt, die Züchter, die sich daran wagen mit der Zucht von Birmakatten zu beginnen, müssen sich jetzt fragen, wie es denn möglich ist, dass der Weißanteil sich bei ihren Katzen nur auf bestimmte Körperbereiche auswirkt. Diese Katzen könnten, was wissenschaftlich nicht erwiesen ist, über einen weiteren Weißmacher verfügen, dem Handschuhgen g. Es vererbt sich rezessiv, d.h. G steht für normale Pigmentierung, g für weiße Pfoten. Wie bei allen rezessiven Genen wird es nur bei der Kombination gg wirksam. Beachtlich ist, dass es bei der Verpaarung von Katzen mit dem Handschuhgen (gg +gg) zu erstaunlich konstanten Weißanteilen führt.

Doch zurück zu unserem Scheckungsgen. Es wirkt sich - Ausnahmen sind nicht bekannt - auf alle Farben und Fellzeichnungen aus und hat noch eine beachtliche Nebenwirkung: bei bunten Katzen (Torties, Torbies) drängt es gewissermaßen die roten und schwarzen Farbanteile zu Flächen zusammen. Dies führt bei ihnen zu besonders beeindruckenden Farbverteilungen. Bei Katzen ohne Weißanteil dagegen sind die roten und schwarzen Farbanteile willkürlich gemischt.

**Das Scheckungsweiß steht in dem Verdacht bei einigen Tieren zur Taubheit zu führen, insbesondere dann, wenn sich der Weißanteil am Kopf im Bereich der Ohren ausbreitet!**



# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

Es ist dringend davon abzuraten Katzen mit reinerbigem Scheckungsweiß untereinander zu verpaaren.

## 9. Das dominante Weiß

Dies wird eines der schwierigsten Abschnitte der Genetik schlecht hin. Damit ist nicht der Erbgang selbst zu verstehen, sondern die schwerwiegenden Begleitumstände des dominanten Weiß. Der Erbgang des Gens W (dominantes Weiß) ist eindeutig. Ob homozygot WW oder heterozygot Ww, die Katze ist in jedem Fall Weiß.

Das Weiß entsteht durch das völlige fehlen jedweder Pigmentierung. Diese Farblosigkeit ist eine Defekt-Mutation mit weitreichenden Folgen auf die Physiologie der Katze. Das Gen W stört bereits in der frühembryonalen Phase die Entwicklung der Katzen. Die Wanderung der Neuroplasten und der Melanoplasten, welche für die Pigmentbildung verantwortlich sind, wird gestört. Bereiche, die mit dem Zentralnervensystem im unmittelbaren Zusammenhang stehen, besonders das Auge, bilden zumindest eine Teilpigmentierung aus, sodass die Augen von weißen Katzen blau bis orange gefärbt sind. Das blaue Auge ist dabei weniger pigmentiert als das orange Auge.

Nach einer Studie von Berghsma und Brown sind 43 % aller homozygoten Katzen (WW) und 27% aller heterozygoten weißen Katzen (Ww) mit blauen Augen taub, während nur 7% der gelbäugigen Katzen davon betroffen sind. Von der Türkisch Angora (weiß), berichtet Guttengeber 1995, das in gewissen Populationen 95% der Tiere schwerhörig oder taub sind. Ob eine weiße Katze im Hörvermögen eingeschränkt oder sogar völlig taub ist, kann nur ein audiometrischer Hörtest ergeben.

Blauäugige weiße Katzen sind auch häufig in ihrer Sehfähigkeit stark beeinträchtigt. Die Katze ist allgemein als Tier bekannt, dass auch bei Dunkelheit noch sehen kann. Diese Fähigkeit wird durch eine reflektierende Schicht im Auge, dem Tapetum Lucidum, ermöglicht. Bei blauäugigen weißen Katzen fehlt dieser Lichtkraftverstärker, sodass sie in der Dämmerung praktisch nicht mehr sehen können als wir auch. Nicht Hören und schlecht Sehen sind für einen Jäger, der dazu noch überwiegend in der Dämmerung und Nachts auf die Pirsch geht, gravierende Nachteile.

***Nach der Definition des Tierschutzparagraphen 11b ist dies ein Körperschaden der zu dauerhaften Leiden und Schmerzen führt.***

***Die Zucht mit solchen Katzen ist verboten.***

Ein weiteres Risiko besteht bei weißen Katzen, sie sind bei intensiver Sonnenbestrahlung gefährdet an Hautkrebs zu erkranken.

Es muss an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass es natürlich auch genetisch anders strukturierte weiße Katzen gibt, die diesem Defekt nicht unterliegen, z.B. Albinons, oder die Foreign White, eine OKH mit Maskenfaktor (Ww cscs). Hingegen können Katzen mit einem sehr hohen Anteil an Scheckungsweiß (meist reinerbig SS) die gleichen Defekte wie weiße Katzen mit dem dominanten Weiß aufweisen. Das Scheckungsgen S beginnt lediglich in ei-

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

nem etwas späteren Entwicklungszustandes seine schädigende Wirkung. Die Auswirkungen können jedoch die gleichen sein.

Es ist dringend davon abzuraten Katzen mit reinerbigem Scheckungsweiß untereinander zu verpaaren.

## 10. Silber-, golden- und Breitbandgen

Wie immer im Leben ist natürlich alles eine Geschmacksache, was der eine liebt, muß der andere noch längst nicht mögen. Ganz ohne Frage gehören die Silbernen und Goldenen zu faszinierenden Katzen. Silber ist genau sowenig eine Farbe wie Weiß. Das Silbergen I, besser gesagt das *Inhibitorgen*, verhindert lediglich die Pigmentausbildung in Teilen des Haares. Diese Teile des Haares erscheinen Weiß. Die Bandbreite des Weißanteils in den Haaren erstreckt sich von kaum sichtbar bis fast Weiß. Das Inhibitorgen wirkt sich besonders auf das gelbe Haarband der Agoutitiere aus, kommt aber auch bei den Non-Agoutis vor und erstreckte sich auf alle Grundfarben und sogar auf den Maskenfaktor (folgt später).

Die Silberung geht stets vom Haargrund aus. Bei ca. 1/3 Silberanteil spricht man von Silver-Tabbys, bei ca. 2/3 Silberanteil von silver-shaded und bei Chinchilla sind letztlich nur noch die äußersten Haarspitzen pigmentiert. Das Tabby erkennt man nur noch an den dunklen Fußballen, dem umrandeten Nasenspiegel und den umrandeten Augenliedern. Bei den Non-Agoutis gibt es solche Unterscheidungen des Silberanteils an der Fellfärbung nicht. Sie werden einfach alle smoke genannt. (Kleine Abweichung vom Thema: Eines Tages kam im strömenden Regen eine schneeweiße Katze zu uns in den eingezäunten Garten. Ganz aufgeregt lief ich zu meiner Frau um ihr die Katze zu zeigen. Da sie offensichtlich gebannt vor einem Mauseloch auf Lauer lag, ließ sie sich durch nichts stören. Erstaunlich war nur, dass unsere Katzen nicht auf diesen Eindringling reagierten. Wie sich herausstellte war dies auch kein Wunder, denn schließlich handelte es sich bei der schneeweißen Katze um unser Finchen, einer black-smoke Katze. Der Regen hatte das klitschnasse Fell so fallen lassen, dass sie weiß aussah!)

Bei roten Tieren mit Silber sprechen wir von den Cameos. Wie auch schon bei den roten Non-Agoutitieren werden sie immer über die Tabbyzeichnung verfügen. Bei den Tabbytieren spricht man hier von cameo-tabby, shaded-cameo und shell-cameo. Die Non-Agoutis werden wiederum nur cameo-smoke genannt.

Für die große Bandbreite der unterschiedlich starken „Versilberung“ gibt es bis heute keine schlüssige Erklärung. Es ist möglich, dass reinerbiger Silberanteil (II) zu einer stärkeren Ausprägung führt als Mischerbigkeit (Ii). Eine weitere Theorie befasst sich mit einem Breitbandgen Wb. Es soll den Abstand zwischen den pigmentierten und unpigmentierten Haarteilen vergrößern. Uneinheitlich ist die Literatur bei der Wirkung des Breitbandgens auf die Non-Agoutitiere. Zum Teil wird die Wirkung dieses Gens auf Non-Agoutitiere bestritten. Tatsächlich scheint die Bandbreite bei den Smokes kleiner zu sein als bei den Agoutitieren.

Bevor wir gleich zu den Goldenen kommen noch eine kleine tabellarische Übersicht über die möglichen Kombinationen beim Silber- und Breitbandgen:

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

Bezeichnung	Gentyp	Beschreibung
<i>Agoutitiere</i>		
silver-tabby	A-I-wbwb	Tabbymuster ist noch deutlich auf dem weißen Haargrund erkennbar.
shaded-tabby	A-I-Wbwb	Deutlich weniger Pigmentierung im unteren Haarbereich, Tabbyzeichnung sehr undeutlich.
chinchilla	A-I-WbWb	fast weiß, nur äußerste Haarspitzen pigmentiert, Tabbyzeichnung nicht mehr sichtbar.
<i>Non-Agoutitiere</i>		
smoke	aaI-(wbwb)	Das Haar ist am Haargrund zu ca. 1/3 weiß, der Rest ist normal pigmentiert. Bei geschlossenem Fell wirkt die Katze fast einheitlich einfarbig.
	aaI-(Wbwb)	Der weiße Haaranteil ist auch bei geschlossenem Fell sichtbar.
	aaI-(WbWb)	Die pigmentierten Haarspitzen wirken wie ein Schleier über dem Weiß.

Gelegentlich zeigen silberne Katzen an einigen Stellen im Haarkleid goldbraune Farbtöne (*Rufismus*). Durch selektive Zucht mit solchen Katzen entstand das goldene Haarkleid der Goldens. Die Goldens umfassen das gesamte Spektrum der Silbernen, sind genetisch jedoch **ohne Silber** (ii). Der Rufismus bei silbernen Farbschlägen ist nicht erwünscht und tritt bei durchgezüchteten Silberfarbschlägen kaum noch auf.

## Anhang

### **Es ist nicht alles Gold, was glänzt – oder: wie entsteht eigentlich die „Golden“ - Katze?**

Ein Beitrag von Katherina Viktoria Röntgen

Wer Katzen züchtet, hat die Qual der Wahl. Viele Katzenrassen erscheinen inzwischen in einer Fülle von herrlichen Farben – und ständig werden es mehr. Nur zu leicht kann man hier den Überblick verlieren. Wer spezielle Farben züchten will, muss sich inzwischen tief in die Fortpflanzungsgenetik und die Mendel'schen Gesetze vergraben, um nicht bei jedem neuen Wurf, Bauklötze staunend, vor der schnurrenden Mama in Ihrer Wurfkiste zu stehen und sich zu fragen „Was ist da eigentlich drin?“

Obwohl es inzwischen einige wunderbare Bücher gibt, die dem interessierten Züchter mit Rat und Tat zur Seite stehen, ist man bei der Zucht seltener Farbe immer noch auf den klugen Ratschlag erfahrener, hilfsbereiter Züchterkollegen, das Internet, oder die eigene Experimentierfreude angewiesen. Und doch gibt es eine Farbe, um die sich nach wie vor wilde Gerüchte durch diverse Chatrooms im Netz ranken, und von der die meisten nur den Namen kennen „Golden“. Kostbar klingt allein der Name, selten ist sie sowieso, doch was steckt eigentlich dahinter? Dieser Artikel will sich dem Phänomen „Golden“ annähern, um zu zeigen, dass es sich hier um eine ganz „normale“ Farbe handelt, die durchaus kein Zufallsprodukt ist, sondern einen nachvollziehbaren Vererbungsweg zeigt. Die Erklärung dieses Vererbungsweges stützt sich auf eine aktuelle Theorie, da es in der Molekulargenetik und Genanalyse noch keine Untersuchungen darüber gibt. Wie man weiß, ist jede in sich schlüssige Theorie solange gültig, bis die Praxis eventuell eine Abweichung beweist.

#### 1. Wie entsteht eigentlich Farbe?

Die Farben, in denen ein Lebewesen erscheint, entstehen durch die Reflexion des Lichts auf dem Körper. Verschiedene Körperstrukturen reflektieren unterschiedliche Anteile der Spektralfarben und vermitteln uns so einen Eindruck von ihrer Beschaffenheit und „Farbe“. Die Farben von Haut, Haar und Augen werden durch ihre Pigmentierung bestimmt. Man nennt die hier auftretenden Pigmente „Melanine“. Melanine liegen in den Körperzellen als mikroskopisch kleine Körnchen, „Granula“ genannt, vor. Diese „Granula“ können völlig verschieden in Form, Größe, und Anordnung auftreten, und reflektieren das Licht auf unterschiedliche Weise.

Chemisch gesehen gibt es im Katzenhaar nur zwei unterschiedliche Melanine: Eumelanin und Phaeomelanin.

Eumelanin liegt in der Grundform nahezu kugelförmig vor und absorbiert deshalb nahezu alles Licht. Es dringen keine Spektralanteile nach außen, das Haar erscheint Schwarz.

Phaeomelanin liegt in der Grundform als längliche, dabei aus vielen Flächen zusammengesetzte, Form vor. Durch diese Form wird Licht im Rot-Orange-Bereich reflektiert. Das Haar erscheint rot.

Aha, das hört sich schon etwas bekannter an, oder? Das wissen die meisten von uns, das es diese zwei Grundfarben gibt bei Katzen, oder?

#### 2. Aus zwei Farben werden viele – warum?

Die Pigmentgranula im Katzenhaar werden während des Wachstums des einzelnen Haars gebildet. Dabei wird von den pigmentproduzierenden Bausteinen der Zellen eine Information abgelesen, die genau festlegt, wann wie viel des Pigments gebildet werden soll, und auch in welcher Form: Zum Beispiel: Viel Pigment, einzeln liegend, in der Grundform, oder: wenig, aber dafür zu Klumpen zusammengeballt, oder: nur an der Haarspitze, läng-

lich geformt, und dann gar nicht mehr. All diese verschiedenen Informationen sind sogenannte Mutationen der Pigmentproduktion. (Für alle ängstlichen Leser: Mutation ist nicht gleichbedeutend mit Krankheit!) Wir sehen diese verschiedenen Mutationen als verschiedene Farben bei unseren Katzen, sie heißen z.B. Blau, Cream, Cinnamon, oder Silber, und wer sich schon häufiger mit dem Thema beschäftigt hat, kennt sicher auch das Fachchinesisch der Erbfaktoren, wie Dilution, Inhibition, agouti, tabby, und so weiter. Wichtig für uns ist hier aber nur: Das Pigment ist immer das gleiche: Eine genetisch schwarze Katze hat Eumelanin, eine genetisch rote Katze Phaeomelanin. (Natürlich wissen wir alle, das „bunte“ Mädchen beides haben, diesen Fall wollen wir hier aber nicht diskutieren.)

### 3. Agouti – das gestreifte Haar

Haben Sie Ihre Katze neben sich sitzen? Für den Fall, das es sich nicht um ein Tier in einer „soliden“ Farbe, wie zum Beispiel Schwarz oder Blau handelt, sondern um eines der häufigeren hell-dunkel gemusterten Tiere, streicheln Sie sie mit der einen Hand, mit der anderen zupfen Sie einige Haare aus den helleren Partien der Musterung aus (dabei weiterstreicheln!!) und nach einer gebührenden Entschuldigung legen sie die Haare auf ein Stück dunkles Papier oder Stoff.. Betrachten Sie ein einzelnes Haar genau. Sie sehen: Eine dunkle Haarspitze, ein helleres Band, wieder einen dunkleren Bereich, der zur Haarwurzel hin etwas blasser wird. Dies ist die sogenannte Agouti-Bänderung (A) oder auch ticking genannt. Sie wird gemeinsam mit der Tabby-Zeichnung vererbt (Ausnahme: Abessinier-ticking). Wichtig ist für uns die Entstehung: Zu Beginn des Haarwachstums läuft die Pigmentproduktion auf vollen Touren, die Haarspitze wird voll gefärbt. Danach wird die Produktion heruntergefahren. Es befinden sich wenige Pigmentgranula im Haarschaft, das Haar erscheint heller. Danach wird die Produktion wieder angekurbelt, der Haarschaft ist prall gefüllt mit Pigment, das Haar erscheint dunkel. Wenn sich das Haarwachstum seinem genetisch programmierten Ende nähert, wird auch die Pigmentsynthese heruntergefahren, der Haargrund erscheint häufig etwas blasser. Für uns erscheinen die unterschiedlichen Bänder unterschiedlich gefärbt, weil sie das Licht unterschiedlich reflektieren. In Wahrheit wird dieser Eindruck jedoch nur durch die unterschiedliche Anordnung desselben Pigments erzeugt. Es gibt KEINEN Wechsel von Eumelanin (Schwarz) und Phaeomelanin (Rot) im selben Haar!

### 4. Shading: Silber und Gold

Bisher haben wir davon gesprochen, das ein Haar zwar hellere Partien haben kann, aber es war nie wirklich „farblos“. Hier müssen wir von einer neuen Modifikatorengruppe sprechen, die das „Shading“ bewirken. Inhibitoren bringen einerseits die Pigmentproduktion während der Wachstumsphase des einzelnen Haars völlig zum Erliegen. Andererseits nehmen die Modifikatoren Einfluss auf die Agoutibänderung des einzelnen Haars und können sie erweitern. Im Extremfall ist nur noch die äusserste Haarspitze pigmentiert (Chinchilla). Wenn die farblosen Bereiche im Haarschaft weisslich sind, sprechen wir von „Silber“. Sehen sie gelblich aus, sprechen wir von „Golden“. Das Shading vererbt sich dominant, das heisst, nur ein Elternteil muss es an den Nachwuchs weitervererben, damit das Phänomen in Erscheinung tritt.

Über den genetischen Ursprung dieser Erscheinung wurde viel spekuliert. Zuerst nahm man an, ein sogenanntes „Chinchilla-Gen“ (Ch) sei verantwortlich dafür, es wurde als ein Allel am Albino-Locus vermutet. Diese Theorie ist inzwischen durch Experimentalzucht widerlegt. In diesem Fall gäbe es nämlich keine Katzen in shaded-point, mink, oder sepia. All diese Farben wurden aber inzwischen gezüchtet.

Etwas jünger ist die Annahme, ein einzelnes dominantes Gen, der sogenannte Inhibitor (I) sei verantwortlich. Niemand konnte jedoch erklären, woher in diesem Fall die unterschiedlichen Abstufungen von „Silber“ (und „Golden“) kommen sollten. Die Erscheinung von „Golden“ wurde in diesem Fall ausschließlich der Rufismusgruppe (siehe 5.) zugeschrieben. Auch diese Theorie erwies sich als ungenügend, da sie den praktischen Erfahrungen der Züchter widersprach.

Neuere Veröffentlichungen gehen von einer polygenen Vererbung aus. Einerseits wird ein Inhibitor (I) angenommen, der bei Silber die Produktion von Pigment in den hellen Bereichen des Haarschafts unterbindet. Gekoppelt damit soll eine Gengruppe existieren, die die Breite des Agouti-Bandes modifiziert (Wb für wide-band). Dies erklärt sowohl das Fehlen von Pigment als auch die unterschiedlichen Abstufungen in der Intensität. Normalerweise werden die beiden Faktoren (I) und (Wb) gemeinsam vererbt. Es ist deshalb anzunehmen, dass sie auf einem Chromosom relativ nah beieinander liegen. Doch die Natur wäre nicht entwicklungsfähig, wenn es nicht auch anders ginge. Unter bestimmten Bedingungen können sich in der Meiose (für alle „normalen“ Katzenfreunde: in der Meiose werden die Chromosomen der Elterntiere während der Fortpflanzung „neu sortiert“) Teile des Erbguts von einem Chromosom auf ein anderes verlagern. Einen solchen Austausch nennt der Biologe „crossing over“. Wenn ein Gen ganz am Ende eines Chromosomenstranges liegt, kann es dabei auch einfach „verloren gehen“. Diese Vorgänge sind keineswegs selten. Sie sind natürliche Ursachen für Mutationen, und ohne Mutationen gäbe es keine Evolution. Wichtig: durch einen solchen (oder ähnlichen) Vorgang können (I) und (Wb) voneinander getrennt werden. Glück für uns: denn jetzt nähern wir uns dem Entstehen der goldenen Farbe in Riesenschritten. Eine Katze, die nur noch die (Wb) Modifikatoren besitzt, aber den Inhibitor (I) „verloren“ hat, bezeichnen wir nach dieser Theorie als genetisch „Golden“. Das stark erweiterte Agoutiband ist je nach der Grundfarbe der Katze hellbraun oder cremig gefärbt. Allerdings zeigen nicht alle diese Katzen das gewünschte Erscheinungsbild, das die „Golden“ in Show-Qualität haben sollte. So versinken mit Sicherheit viele der Katzen, die mit dieser genetischen Ausstattung geboren werden, als „schlechte Tabbys“ in der Versenkung, da sie vor dem Richter nicht bestehen können. Und doch könnten sie der Anfang für ein „Golden“ – Zuchtprogramm sein.

## 5. Rufismus

Neben den bekannten Modifikatoren wie Ticking-Tabby-Modifikatoren, und Inhibition muss im Zusammenhang mit der Goldenen Katze auf die sogenannte „Rufus-Gruppe“ eingegangen werden. Hier handelt es sich um eine Gengruppe (Polygene), die noch nicht isoliert werden konnte, die züchterisch jedoch steuerbar ist. Ihr Einfluss kann bei sorgfältiger Selektion über mehrere Generationen begünstigt oder nahezu ausgeremert werden. Sie bewirkt eine Gelb - bis Rottönung des Haarschafts. Rufismus macht sich insbesondere bei black-tabby-Katzen durch einen warmen, rötlichen Ton des Unterfells bemerkbar. In der Silberzucht ist diese Erscheinung unerwünscht, da sie den kühlen, strahlenden Glanz des Silbers zerstört. In der Golden-Zucht ist der Züchter auf diese Gene angewiesen, um den typischen, warmen Glanz zu erhalten, der angestrebt wird, damit die „Golden“ Show-Qualität erreicht. Hier zeigt sich ein Dilemma für den Golden-Züchter: zur Verbesserung der Goldenen Farbe sollten immer wieder Silbertiere angepaart werden (zur Erweiterung der Bänderung), doch werden aus diesen Verpaarungen auch Silbertiere fallen, die unter Umständen diese, für Silber unerwünschte Gengruppe, erben können.

# Hannoverscher Katzen-Club e.V.

---

## 6. Wichtige Schlussfolgerungen

Aus der bisherigen Erörterung ergeben sich einige wichtige Schlussfolgerungen für das Verständnis der Farbe „Golden“. Auch soll an dieser Stelle mit einigen Irrtümern aufgeräumt werden.

- „Golden“ existiert in allen Abstufungen, in denen auch „Silber“ in Erscheinung tritt: „Golden Chinchilla“, „Golden Shaded“, „Golden Tabby“, „Golden Smoke“. Das Unterfell zeichnet sich durch eine warme Apricotfärbung aus (Im Gegensatz zu Silber: weisses Unterfell, black-tabby: graubraunes Unterfell) (Übrigens wunderbar zu sehen beim Auskämmen!)
- Genetisch existiert „Golden“ in allen Farben, da sich (Wb) weitervererbt, auch z.B. auf rote Katzen. Phänotypisch ist es nur dann sichtbar ( und züchterisch sinnvoll) wenn ein ausreichender Kontrast zur Ursprungsfarbe des Haars gegeben ist. Eine „Red-Golden“ wird man aufgrund mangelnden Kontrasts kaum erkennen, bei bunten Mädchen wird die Farbe nur in den schwarzen Bereichen sichtbar sein. Aus diesem Grund wird die Golden vor allem in den Farben „Black (-tabby)“ und „Blue (-tabby)“ gezüchtet, also in den Eumelanin – basierten Farben. Hier ist die Wirkung auch am Schönsten.
- Eine „Golden“ wird ihr (Wb) dominant an die Nachzucht weitergeben (analog zu „Silber“), sie kann demnach reinerbig oder mischerbig „Golden“ sein. Aus einer Verpaarung mit einer „Golden“ werden auch dann „Golden“ Jungtiere geboren, wenn der Paarungspartner nicht „Silber“ ist!
- Theoretisch kann eine „Golden“ auch aus einer „Silber - Nichtsilber“ –Verpaarung geboren werden, da (Wb) nur einmal vorhanden sein muss, um als dominantes Gen in Erscheinung zu treten. Die Wahrscheinlichkeit ist aber geringer, als bei einer reinen „Silber“ Verpaarung. Da ein solches Jungtier auch meist nicht erwartet wird, wird es wohl meist als „ohne Silber“ in der entsprechenden Farbe bestimmt, und der Züchter wundert sich über die „schlechte Zeichnung“.
- Eine „Golden“ kann niemals aus einer Verpaarung gezogen werden, bei der die Elterntiere weder „Silber“ noch „Golden“ sind (z.B. aus zwei „black-tabby“ mit warmgetönten Unterfell.). Das (Wb) entsteht nicht aus dem Nichts!
- Eine „Silber“ - Katze, die starken Rufismus aufweist, ist keine „Golden“! Berichte über junge „Silber“ Katzen, die erwachsen plötzlich „Golden“ sind, gehören ins Reich der Legende, bzw. ein optischer Eindruck wurde falsch interpretiert. Der Rufismus verbessert die Farbe „Golden“, er ist aber nicht die Ursache. Beweis: aus zwei echten „Goldens“ wird nie mehr eine „Silber“ geboren.
- Die Farbe „Golden“ kann theoretisch bei allen Katzenrassen auftreten, die in den Silberfarbschlägen gezüchtet werden. Es gehört vielleicht Glück dazu, es mag in einigen Fällen auch unerwünscht sein, aber eine Fremdeinkreuzung ist nicht nötig. Wer sich dafür interessiert, sollte jedoch bedenken, dass der Weg zur „Golden“ in „Showqualität“ unter Umständen lang sein kann.