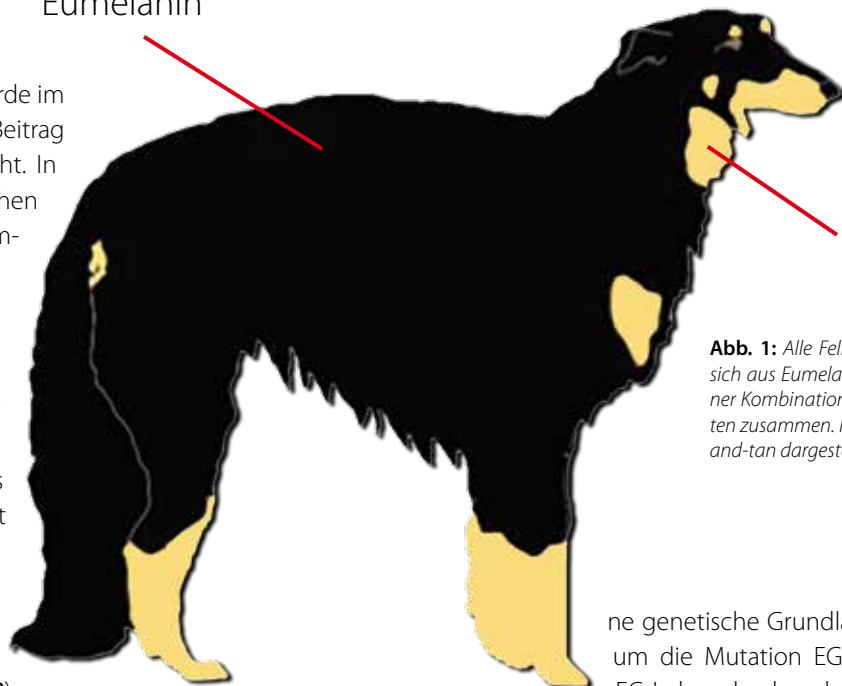


# Das Zobel-Gen beim Barsoi

Über die Farbgenetik beim Barsoi wurde im UW Februar 2018 ein ausführlicher Beitrag von Frau Annett Kitsche veröffentlicht. In diesem wurden die unterschiedlichen Farbgene vorgestellt und ihr Zusammenwirken erklärt.

Mit dem vorliegenden Beitrag sollen die neuesten Erkenntnisse zum „Zobel-Gen“ beim Barsoi vorgestellt werden, die das Labor LABOKLIN im Rahmen eines internen Projektes gewinnen konnte. Für dieses Projekt wurden zwei farblich interessante Würfe („Walholl´s“ G-Wurf, Züchterin: Kerstin Gröschel, *siehe Abb. 2*) sowie „Black Pendragon´s Magic“ B-Wurf, Züchterin: Monika Gall, *siehe Abb. 3*) sowie mehrere Einzelhunde getestet. Der Vater beider Würfe ist der Rüde „Patjomkin“ (*siehe Abb. 4*), die Mutter des „Walholl´s“ G-Wurfes ist die Hündin „Barinya Spirit of the Tsar“ (*siehe Abb. 5*). Die Mutter des „Black

Eumelanin



Phäomelanin

**Abb. 1:** Alle Fellfarben beim Hund setzen sich aus Eumelanin, Phäomelanin oder einer Kombination dieser beiden Pigmentarten zusammen. In diesem Beispiel ist Black-and-tan dargestellt. Grafik: Anna Laukner

Pendragon´s Magic“ B-Wurfes ist „Mireille Mathieu z Bilmy“ (*siehe Abb. 9 oben*).

Das Zeichnungsmuster Zobel oder Sable beim Barsoi ist schon seit geraumer Zeit bekannt, und mittlerweile kennt man auch sei-

ne genetische Grundlage. Es handelt sich um die Mutation EG am so genannten EG-Lokus, durch welche die Ausdehnung des Pigmentes Eumelanin eingeschränkt wird. Je nach der Genausstattung eines Barsois an den anderen Genorten können so unterschiedliche Farben und Zeichnungsmuster hervorgerufen werden.



**Abb. 2:** „Walholl´s“ G-Wurf  
Z: Kerstin Gröschel,  
Foto: Kerstin Gröschel



**Abb. 3:** B-Wurf „Black Pendragon´s Magic“, ganz links der Welpe mit dem Genotyp EG/EG ky/ky Ay/at. Der Welpe ganz rechts hat vermutlich den gleichen Genotyp (das Ergebnis lag bei Drucklegung dieses Beitrags noch nicht vor). Z: Monika Gall, Foto: Monika Gall



**Abb. 4:** Links: Die beiden ersten bei LABOKLIN im Rahmen des Zobelprojektes auf EG getesteten Barsois, beide haben den Genotyp EG/EG ky/ky at/at (hinten: „Patjomkin“, vorne „Dusha Poley Aristarh“, beide im Besitz von Frau Carolin Ziefle). Rechts: Typischer „Wittwenspitz“ bei Zobelifarbe (der Rüde „Patjomkin“ ist der Vater der beiden getesteten Würfe). Foto links: Anna Laukner, Foto rechts: Carolin Ziefle



**Abb. 5:** Genotyp EG/EG Ay/at KB/ky („Barinya Spirit of the Tsar“, B: Kerstin Gröschel) Foto: Anna Laukner



**Abb. 6:** Typische Wittwenspitze (mit zusätzlichen schmalen weißen Blessen) bei zobelifarbenen Barsois („Walholl 's Gelja“ und Walholl 's Grushka“, Z: Kerstin Gröschel) Foto: Kerstin Gröschel

Um die Grundfarbe beurteilen zu können, muss man also immer das Zusammenspiel der Allele an E-Lokus, K-Lokus und A-Lokus betrachten.

#### Ein Beispiel:

Ein Hund mit dem Genotyp E/E ky/ky at/at ist black and tan, ein Hund mit dem Genotyp e/e ky/ky at/at ist jedoch rezessiv rot, gelb oder cremefarben.

Ein anderes Beispiel: Ein Hund mit dem Genotyp E/e KB/ky Ay/Ay ist schwarz, ein anderer Hund mit dem gleichen Genotyp und zusätzlichem Stromungsfaktor ist gestromt. Um den Genotyp eines Hundes zu bestimmen, stehen kommerzielle Gentests zur Verfügung. Man kann also zur Analyse der genetischen Grundfarbe eines Hundes den A-Lokus, den K-Lokus und den E-Lokus und EM-Lokus bestimmen lassen. Für den Stromungsfaktor gibt es derzeit keinen Gentest.

Zur Erinnerung seien hier noch einmal die Genorte aufgeführt, die – je nach Kombination – zu den verschiedenen Grundfarben führen (Tabelle):

**Tabelle 1**

K-Lokus ->	KB/KB oder KB/ky		ky/ky	
A-Lokus ->	Ay/Ay oder Ay/at	at/at	Ay/Ay oder Ay/at	at/at
E-Lokus (unten)				
E/E oder E/e	Schwarz	Schwarz	Dominant rot, gelb oder creme	Black and tan
e/e	Rezessiv rot, gelb oder creme			

Hat der Hund statt des Allels E ein Allel EM, so hat er zusätzlich eine schwarze Maske.

Hat ein Hund mit dem Genotyp KB/ky zusätzlich den Stromungsfaktor, so zeigt er in den roten, gelben oder creme Bereichen eine Stromung.

Hat ein Hund zusätzlich einen Scheckungsfaktor, so zeigt er eine mehr oder weniger ausgedehnte Scheckung.

#### Doch zurück zum Zobel faktor:

Die EG Mutation wurde erstmals im Jahr 2010 bei zwei Rassen beschrieben (Schmutz 2010): Beim Saluki (hier nennt man die resultierende Zeichnung Grizzle, daher rührt auch das G im Allel-Kürzel EG) und beim Afghanen (hier nennt man die resultierende Zeichnung Domino (nach einem Rüden namens Domino, der diese Zeichnung aufwies und in den 1950 in den USA ausgestellt

wurde)). Bevor die Bezeichnung Domino für diese Zeichnung aufkam, nannte man so gezeichnete Afghanen „reverse mask“ (also „verkehrte Maske“). Im Jahr 2016 wurden bei LABOKLIN erstmals zwei (nicht miteinander verwandte) Barsois auf EG getestet, beide Hunde waren reinerbig für EG (also Genotyp EG/EG) (siehe Abb. 4). Somit konnte nachgewiesen werden, dass EG auch beim Barsoi vorkommt und auch hier zu dem entsprechenden Domino-artigen Phänotyp führt. Beim Barsoi wird dieser Phänotyp meist als Sable oder Zobel bezeichnet und ist sowohl von Black-and-tan als auch von dominantem Rot/Gelb mit dunklen Haarspitzen abzugrenzen.

Die Zobel-Mutation bewirkt, dass sich bei einem Black-and-tan Hund die Tan-Abzeichen weiter ausdehnen und auch die dunklen Einzelhaare am Rumpf im Bereich des Haaransatzes aufhellen. Sowohl Black-and-tan als auch Zobel können zusätzlich eine Weißscheckung aufweisen, solche Hunde werden dann oft als Tricolour bezeichnet, weil eben drei verschiedene Farben (Schwarz, Gelb, Creme oder Rot und weiß) zu sehen sind.

#### VERERBUNG

Somit kennt man zum derzeitigen Zeitpunkt (Februar 2018) auf dem E-Locus vier verschiedene Allele. Diese sind:

- EM:** Dies ist das so genannte Schwarzmasken-Allel. Hunde mit EM haben im Bereich des Fanges eine schwarze Maske.
- E:** Dieses Allel erlaubt die Ausprägung der Allele des K- und A-Locus ohne Zurückdrängung von Eumelanin.



**EG:** Dieses Allel ist verantwortlich für Domino/Grizzle/Zobel, drängt also Eumelanin zurück.

**e:** Dieses Allel ermöglicht in reinerbigem Genotyp (also e/e) nur die Einlagerung von Phäomelanin ins Haar. Das bedeutet, dass solche Hunde kein schwarzes Pigment ins Haar einlagern können. Sie sind einfarbig creme, gelb oder rot.

In der Studie von Schmutz et al. aus dem Jahr 2010 wurde für das Gen EG vermutet, dass es sich dominant gegenüber E (also Nicht-Zobel, volle Ausprägung von Eumelanin) verhält. Durch die Untersuchungen in unserem Projekt konnten wir zeigen, dass sich E dominant gegenüber EG verhält. Die Dominanzfolge lautet also: EM > E > EG > e (und nicht EG > E, wie bisher vermutet).

Für die Zucht bedeutet das, dass ein Zobel Barsoi keinen Faktor für eine schwarze Maske tragen kann. Ein Hund mit schwarzer Maske kann jedoch das Zobelgen tragen (siehe Abb. 8).

Der Phänotyp „Zobel gestromt“ ist ebenfalls möglich, solche Barsois haben dann zusätzlich noch den Stromungsfaktor. Im Gentest auf den K-Lokus haben Hunde mit Stromungsfaktor den Genotyp KB/ky (somit sind sie genetisch nicht von Hunden zu unterscheiden, die mischerbig für dominantes Schwarz sind).



**Abb. 7:** Links: EG/EG Ay/at KB/ky („Walholl’s Ghaniza“, rechts: EG/EG at/at KB/ky („Walholl’s Grisha“) Z: Kerstin Gröschel. Fotos oben und Mitte links: Anna Laukner, Fotos unten und Mitte rechts: Kerstin Gröschel



**Abb. 8:** Diese Hündin hat den Genotyp EM/EG at/at ky/ky. Man erkennt deutlich, dass sich hier im mischerbigen Genotyp EM/EG der Zobelgenfaktor nicht durchsetzen kann, sondern dass die Grundfarbe Black-and-tan mit schwarzer Maske ist (Durch die Weißscheckung wird die Grundfarbe teilweise weiß überlagert). („Philadelphian Sabanna Danijara“, Besitzerin: Annett Kitsche, Foto: Falko Kitsche)

Die Erkenntnis, dass EG rezessiv gegenüber EM und E sein muss, bedeutet außerdem, dass ein Allel EG nicht ausreicht, um sich gegen ein Allel EM oder E durchzusetzen. Damit der Zobelgenfaktor „aktiv“ werden kann und sich im Phänotyp zeigt, muss ein Barsoi also den Genotyp EG/EG (oder EG/e, was wir beim Barsoi noch nicht nachweisen konnten) haben.

In unserem Projekt konnten wir noch weitere interessante Feststellungen machen. So wirkt der Genotyp EG/EG nicht nur auf die Grundfarbe Black-and-tan (also ky/ky at/at), sondern auch auf den Genotyp KB/ky (ohne Stromungsfaktor). Ein Barsoi mit dem Genotyp KB/ky E/E oder E/EG ist schwarz (unabhängig von seinem Genotyp am A-Lokus).

Hat ein solcher Hund jedoch den Genotyp EG/EG, so wird sein schwarzes Pigment durch den Zobelgenfaktor stark zurückgedrängt, so dass dieser Hund eine graue Färbung annimmt (siehe Abb. 9 und 11).

Eine weitere höchst interessante Beobachtung konnten wir bei Barsois der Grundfarbe dominant Rot/Gelb machen. Hier zeigten Hunde mit dem Genotyp E/EG ky/ky Ay/at eine gelbliche bis rötliche Farbe mit dunklen Haarspitzen. Die Wurfgeschwister mit dem Genotyp EG/EG ky/ky Ay/at zeigten ebenfalls eine gelbliche/rötliche Grundfarbe, ihnen fehlten jedoch die dunklen Haarspitzen (siehe Abb. 10 und 12). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der





**Abb. 9** oben: Genotyp KB/ky E/EG Ay/at („Mireille Mathieu z Bilmy“, B: Monika Gall), Foto: Monika Gall, unten: KB/ky EG/EG Ay/at („Black Pendragon´s Magic Basted“, Z: Monika Gall) Foto: Angela Winter



**Abb. 10:** Wurfgeschwister: oben Genotyp E/EG ky/ky Ay/at, Foto links: Monika Gall, rechts: Anna Laukner unten: Genotyp EG/EG ky/ky Ay/at, (B-Wurf aus dem Zwinger „Black Pendragon´s Magic“, Züchter: Monika Gall), Foto links: Monika Gall, rechts: Carolin Ziefle



**Abb. 11:** Auch wenn Hunde mit dem Genotyp KB/- EG/EG Ähnlichkeit mit blauen Hunden haben, so ist es doch genetisch klar voneinander abzugrenzen. Die abgebildeten Hunde sind weder Dilute noch Agouti, sondern „Domino Schwarz“. Oben: „Black Pendragon´s Magic Buran“, Foto: Anne-Sophia Kolb, unten: „Black Pendragon´s Magic Basted“, Foto: Angela Winter, Z: Monika Gall



Rüde „Balon“  
E/EG ky/ky Ay/at

Rüde „Bator“  
E/EG ky/ky Ay/at

Hündin „Befana“  
EG/EG ky/ky Ay/at

Rüde „Baldr“  
(Ergebnis lag bei Drucklegung des Beitrags noch nicht vor)

**Abb. 12:** Alle hier abgebildeten Welpen haben die Grundfarbe dominantes Rot/Gelb oder Creme, die beiden links abgebildeten Welpen haben jedoch nur ein Allel EG, der dritte Welpe hat den Genotyp EG/EG (der Genotyp des vierten Welpen lag bei Drucklegung noch nicht vor, nach unseren Beobachtungen müsste er ebenfalls den Genotyp EG/EG haben). Fotos: Monika Gall

Zobelfaktor auf dominantes Rot/Gelb einwirkt, indem er die schwarzen Haarspitzen hier zurückdrängt. Allgemein wurde bisher vermutet, dass durch den Zobelfaktor dunkle Haarspitzen und ein ausgeprägter Wittwenspitz bei dominant roten/gelben Hunden hervorgerufen werden, es scheint sich aber nun zu zeigen, dass das Gegenteil der Fall ist.

Interessant ist auch, dass die Welpen, die im Rahmen unseres Projekts mit dem Genotyp EG/EG ky/ky Ay/at getestet wurden, auch helle Sinushaare hatten. Das ist üblicherweise ein Erkennungsmerkmal von Hunden mit dem Genotyp e/e, also rezessiv gelben/roten Hunden. Es scheint also so zu sein, dass der Genotyp EG/EG auch



**Abb. 13:** Hündin mit dem Genotyp  $EG/EG\ ky/ky\ Ay/at$ , beachte die hellen Sinushaare (bei einem Hund mit dem Genotyp  $E/-\ ky/ky\ Ay/-$  wären diese schwarz) („Black Pendragon ‘s Magic Befana“, Z: Monika Gall).  
Foto links: Monika Gall, Foto rechts: Carolin Zieffle



**Abb. 14:** Zweimal Genotyp  $EG/EG\ ky/ky\ at/at$ : Der linke Hund hat ein sehr farbintensives Phäomelanin, der rechte Hund hat ein sehr helles Phäomelanin (links: „Patjomkin“, rechts: „Dusha Poley Aristarh“, B: Carolin Zieffle).  
Foto links: Carolin Zieffle, Foto rechts: Jürgen Heinzl

bei dominant gelben/roten Hunden das Eumelanin der Sinushaare zurückdrängt (siehe Abb. 13). Bereits bei der Geburt hatten die beiden Hunde deutlich weniger dunkle Haarspitzen, als man es bei dominant gelben/roten Hunden sonst erwarten würde (siehe Abb. 3).

In Tabelle 2 sind die Farben aufgeführt, die in Kombination des Genotyps  $EG/EG$  mit den Genotypen des K- und A-Lokus zu erwarten sind.

Tabelle 2

K-Lokus ->	KB/KB oder KB/ky		ky/ky	
A-Lokus ->	Ay/Ay oder Ay/at	at/at	Ay/Ay oder Ay/at	at/at
E-Lokus (unten)				
$EG/EG$	Grau („Silber“, „Domino-Schwarz“)	Vermutlich grau (Hunde mit diesem Genotyp konnten nicht im Rahmen des Projekts getestet werden)	Rot, Gelb oder Creme ohne schwarze Haarspitzen	Zobel (Sable, Domino)

### NOMENKLATUR

Da die Bezeichnung Zobel bzw. Sable bei vielen anderen Rassen (z.B. beim Collie, Sheltie, Spitz etc.) bereits für dominantes Gelb oder Rot mit schwarzen Haarspitzen verwendet wird, wäre zu überlegen, ob man für Barsois mit dem Genotyp  $EG/EG\ ky/ky\ at/at$  die Bezeichnung Domino übernimmt, um Verwechslungen mit anderen Genotypen und Phänotypen zu vermeiden. Für dominant schwarze Hunde mit dem Genotyp  $EG/EG$ , die zu Grau aufgehellt sind, könnte ebenfalls der Begriff Domino ver-

wendet werden, z.B. „Domino Schwarz“ (allerdings müssten solche Hunde im Zweifelsfall getestet werden, um sie von dilute und agouti Hunden abzugrenzen).

Auch wenn graue (also schwarze Barsois mit Zobelfaktor) phänotypisch Ähnlichkeit mit dilute (also genetisch  $d/d$  am D-Lokus) und mit agouti (wildfarbenen) (genetisch  $aw/-$  am A-Lokus) Hunden haben, muss man sie doch klar voneinander abgrenzen, da die genetischen Ursachen vollkommen unterschiedlich sind.

Für die beiden im Rahmen unseres Projekts getesteten grauen Hunde kann der Dilutionsfaktor klar ausgeschlossen werden (Die Elterntiere des Wurfes wurden beide  $D/D$  auf dem D-Lokus getestet), ebenso kann der Agouti-Faktor ausgeschlossen werden (alle Wurfgeschwister haben den Genotyp  $Ay/at$  am A-Lokus).

Offensichtlich hat sich für Barsois mit einem entsprechenden grauen Phänotyp die Bezeichnung „Silber“ eingebürgert. Wenn man den Begriff „Silber“ strikt auf graue Hunde mit dem Genotyp  $KB/-\ EG/EG$  beschränkt, so wäre auch dies eine Möglichkeit, die entsprechenden Hunde klar zu bezeichnen.

### FAZIT UND AUSBLICK

Einige falsche Vermutungen können durch unser Projekt widerlegt werden, zum Beispiel die Dominanzfolge. Neue Erkenntnisse konnten gewonnen werden, wie der Effekt von  $EG/EG$  auf eine dominant schwarze Grundfarbe, und der mögliche Effekt von  $EG/EG$  auf die schwarzen Haarspitzen bei dominant roten/gelben/creme Hunden. Einige Fragen bleiben aber weiterhin offen: Wie wirkt sich der Genotyp  $EG/EG$  auf reinerbigen dominant schwarze Hunde (also  $KB/KB$ ) aus?

Wie groß ist die Variation dominant roter/gelber/creme Hunde mit dem Genotyp  $EM/EM, EM/E$  oder  $E/E$ , was schwarze Haarspitzen angeht? Gibt es auch solche Hunde ohne schwarze Haarspitzen, oder ist dafür tatsächlich der Zobelfaktor notwendig? Gibt es dominant rote/gelbe/creme Hunde mit dem Genotyp  $EG/EG$ , die deutlich ausgeprägte dunkle Haarspitzen haben?



## DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei den Züchterinnen Kerstin Gröschel und Carolin Ziefle (Züchtergemeinschaft „Walholl´s“), Monika Gall („Black Pendragon´s Magic“) und Annett Kitsche („Avant-Garde Art“) für Ihr großes Interesse und die Bereitsstellung von Proben und Fotos Ihrer Hunde. Außerdem bedanke ich mich bei den Besitzern der (mittlerweile schon großen) Welpen, die ebenfalls Proben ihrer Hunde sowie Fotos zur Verfügung gestellt haben.

Ganz besonders bedanke ich mich auch bei meinen Kollegen von Laboklin, insbesondere bei Dr. Christoph Beitzinger, für die großzügige Verwirklichung dieses Projektes aus wissenschaftlichem Interesse.

## LITERATUR:

LAUKNER, A., C. BEITZINGER und P. KÜHNLEIN (2017): Die Genetik der Fellfarben beim Hund, Kynos Verlag

SCHMUTZ, S. und D. L. DREGER (2010): A new mutation in MC1R explains a coat colour phenotype in 2 „old“ breeds: Saluki and Afghan Hound. J. Hered., 101(5): 644-649

## Hinweise zur Probenanforderung:

Die Tests auf EM, EG und e werden jeweils separat durchgeführt, darum muss beim Untersuchungsantrag beachtet werden, alle drei Tests anzufordern (also den Test auf den EM-Lokus, auf den EG-Lokus und auf den E-Lokus).

## Für Informationen und Rückfragen rund um Fellfarben und Genetik:

[www.laboklin.com](http://www.laboklin.com)

[www.labogen.com](http://www.labogen.com)

[labogen@laboklin.com](mailto:labogen@laboklin.com)

## Link zum Webshop:

<https://shop.labogen.com/>

© Dr. Anna Laukner 2018