



**LABOKLIN**  
Labor für klinische Diagnostik GmbH & Co. KG

**Die Fellfarben beim Barbet**

*,,...pigment is not merely decorative; pigment has structural and protective functions, and pigment cells have other duties beyond color.”*

Zitat: J.P. Yousha in Coat Color in Danes: History & current genetics

### Funktionen von Pigment:

- UV-Schutz; Schutz vor freien Radikalen (in Haut, Haaren und Auge, Schallschutz im Innenohr; Neuromelanine im Gehirn)
- Tarnung
- Kommunikation/Warnfarbe

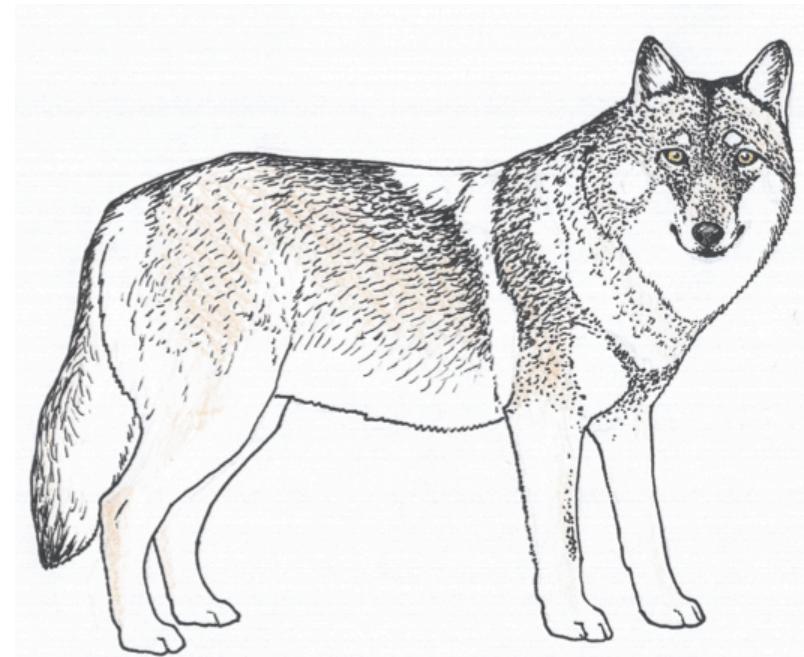
# Stammvater Wolf: die „Urfarbe“

**Zwei Pigmentarten:**

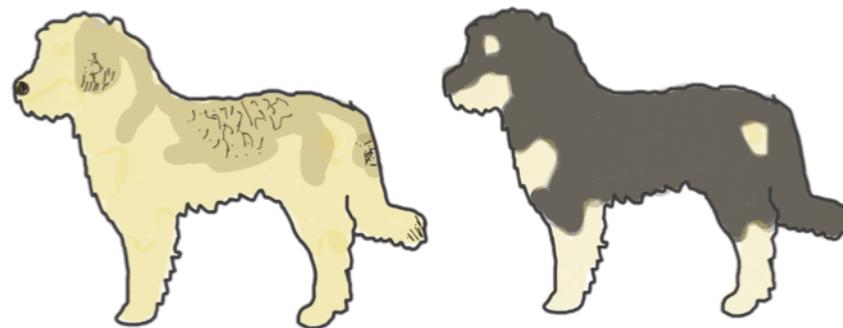
- ☞ Eumelanin (schwarz)
- ☞ Phäomelanin (gelblich)

**Zwei Merkmale:**

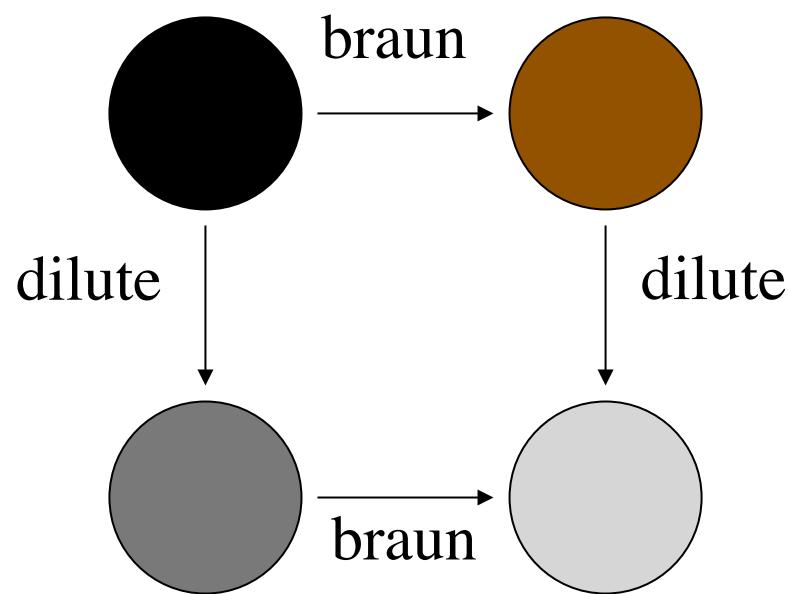
- ☞ Einzelhaaränderung
- ☞ Wildfarbigkeitsabzeichen



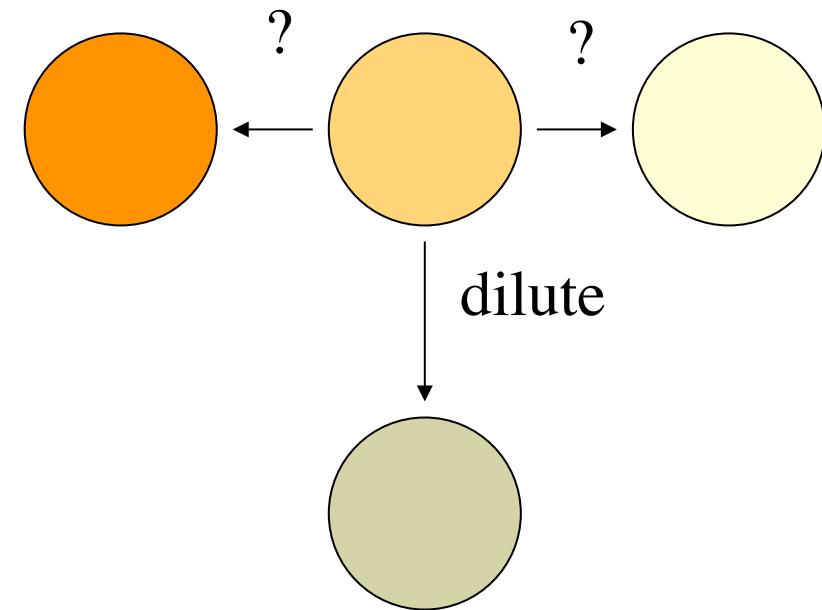
# Mutationen (I)



# Mutationen (II)

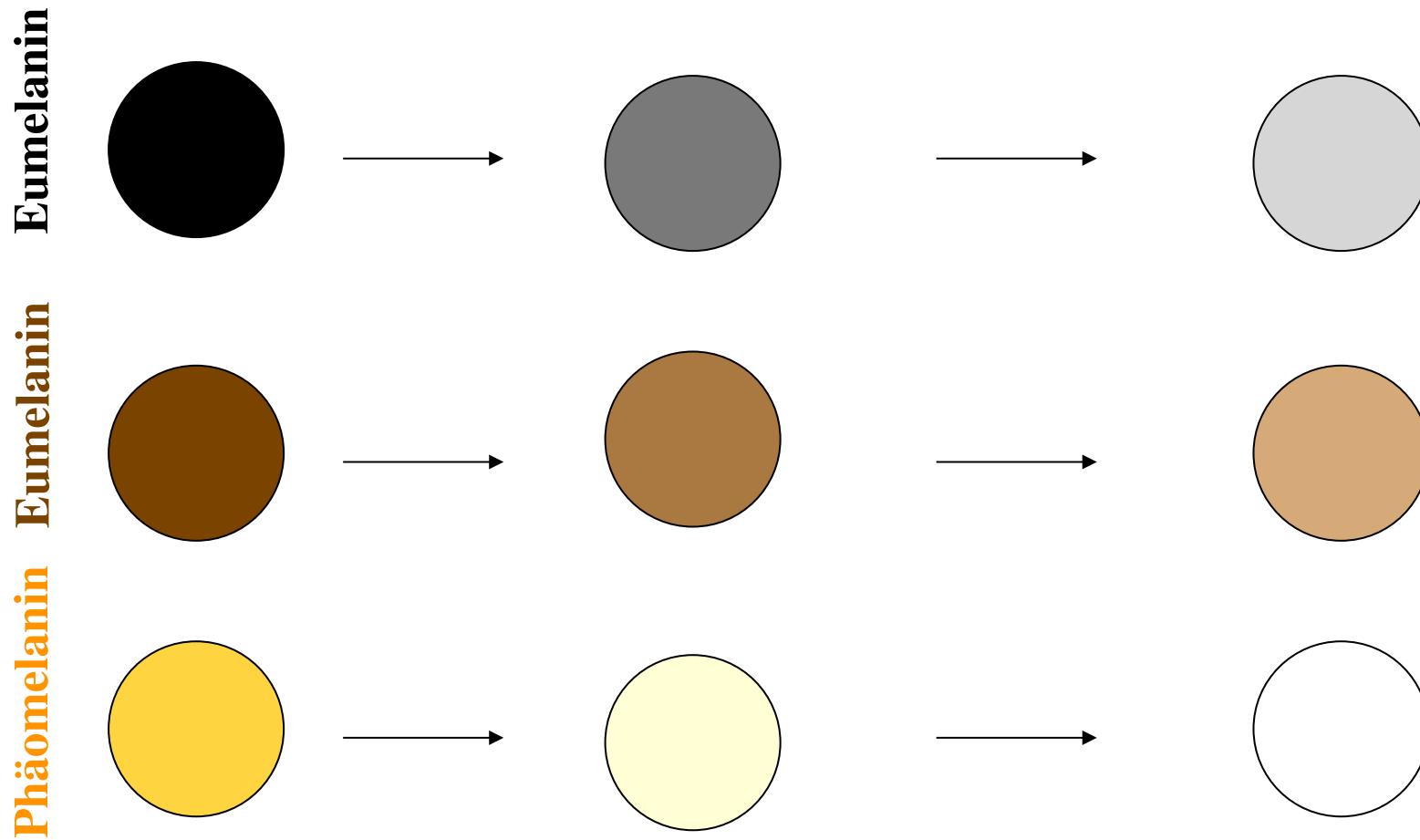


Eumelanin



Phäomelanin

# Mutationen (III)



# FCI-Standard

**Couleur du poil**: Unicolore noir, gris, marron, fauve, sable, blanc, ou plus ou moins panaché. Toutes les nuances du fauve et du sable sont acceptées. La nuance devra de préférence être la même sur l'ensemble du corps.

**Farbe**: Einfarbig schwarz, grau, braun, lohfarben (falb), sandfarben, weiß oder mehr oder weniger gescheckt. Alle Schattierungen von lohfarben und sandfarben sind erlaubt. Die Schattierung sollte vorzugsweise am ganzen Körper dieselbe sein.

# Entdeckte und noch vermutete Farbgene

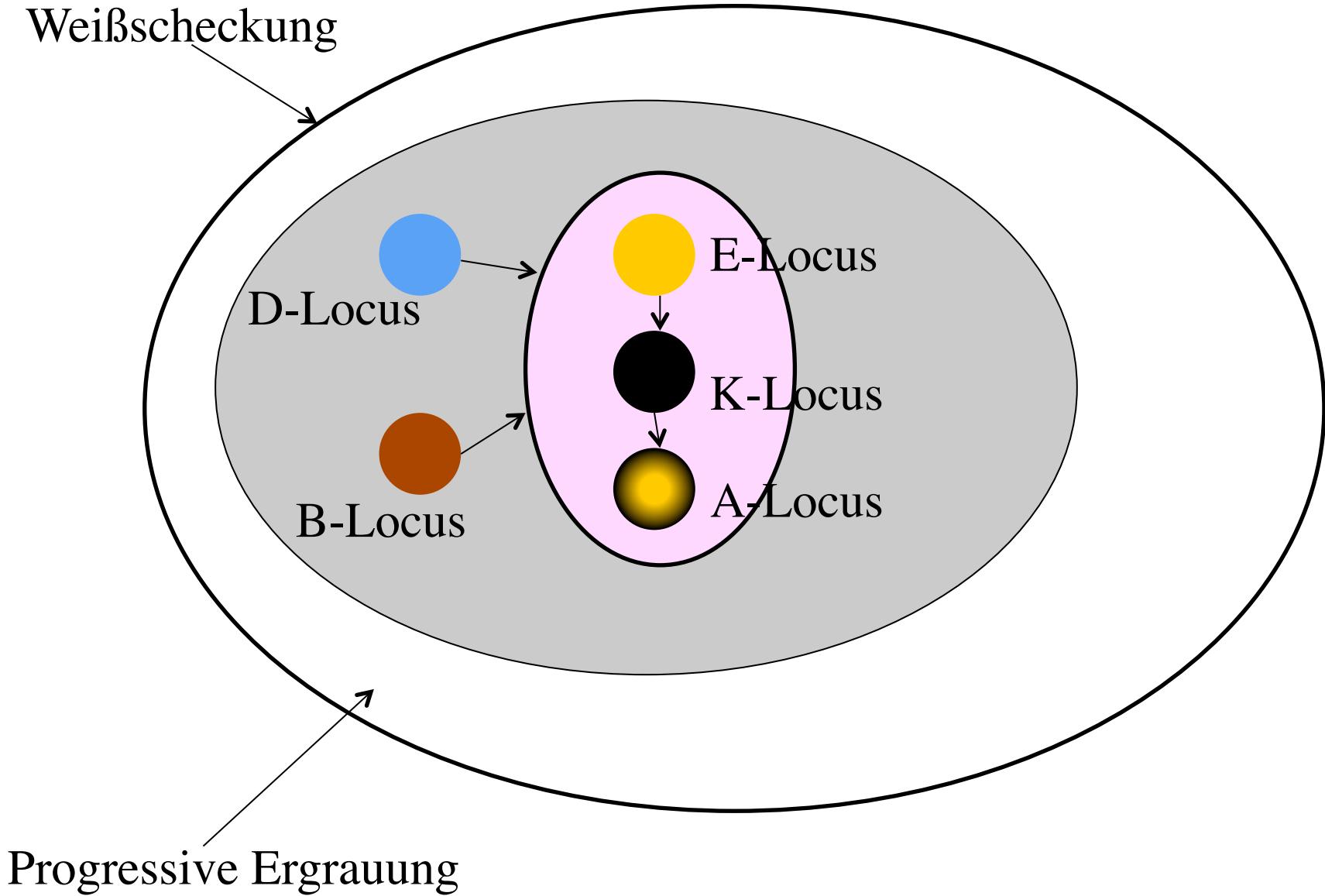
Locus	Gen bzw. kodiertes Protein	Gentest
A-Locus (Agouti)	ASIP (Agouti Signal Peptid)	A <sup>y</sup> , a <sup>w</sup> , a <sup>t</sup> , a
B-Locus (Braun)	TYRP1 (Tyrosinase Related Protein)	Drei Varianten mit je B und b <sup>s</sup> , b <sup>d</sup> oder b <sup>c</sup> , mind. eine weitere bei der Franz. Bulldogge, evtl. auch beim Spitz
C-Locus (Chinchilla)	TYR (Tyrosinase) ?	Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
D-Locus (Dilution)	MLPH (Melanophilin Gen)	D, d
E-Locus (Extension)	MC1R (Melanocortin Receptor 1 Gen)	E, E <sup>m</sup> , e <sup>h</sup> und e <sup>g</sup> , e
G-Locus (Greying)		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
H-Locus (Harlekin)	PSMB7 (Proteasome subunit beta-type 7)	H, h
K-Locus (Black)	CBD103 (Beta-Defensin 103)	K <sup>B</sup> , k <sup>y</sup>
M-Locus (Merle)	PMEL17 (SILV)	M, m
S-Locus (Scheckung)	MITF (Microphthalmia-associated transcription factor)	S, s <sup>p</sup> weitere Genorte für Scheckung werden vermutet
T-Locus (Tüpfelung, „mottle“)		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
V-Locus (Silvering) Dr. Anna Laukner		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen

# Entdeckte und noch vermutete Farbgene

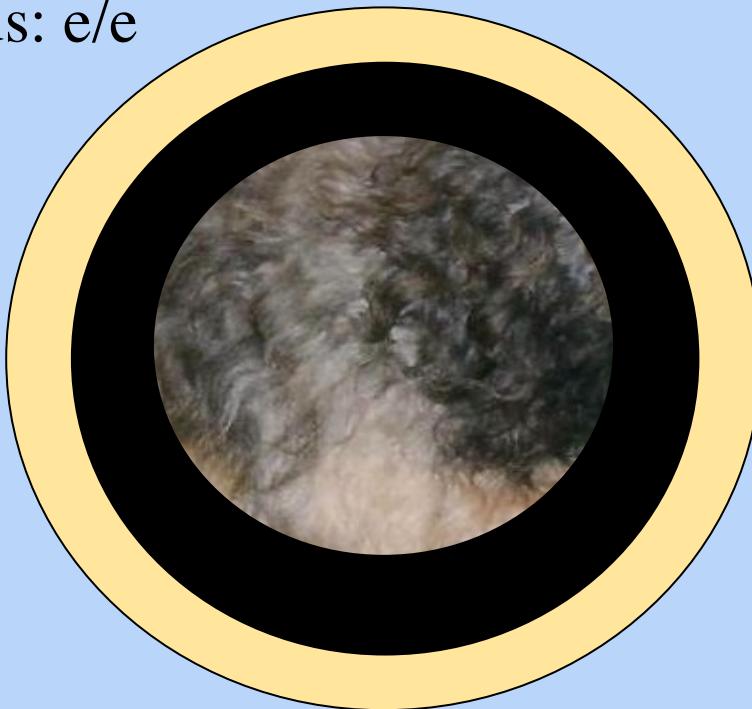
Locus	Gen bzw. kodiertes Protein	Gentest
A-Locus (Aguti)	ASIP (Agouti Signal Peptid)	A <sup>y</sup> , a <sup>w</sup> , a <sup>t</sup> , a
B-Locus (Braun)	TYRP1 (Tyrosinase Related Protein)	Drei Varianten mit je B und b <sup>s</sup> , b <sup>d</sup> oder b <sup>c</sup> , mind. eine weitere bei der Franz. Bulldogge, evtl. auch beim Spitz
C-Locus (Chinchilla)	TYR (Tyrosinase) ?	Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
D-Locus (Dilution)	MLPH (Melanophillin Gen)	D, d
E-Locus (Extension)	MC1R (Melanocortin Receptor 1 Gen)	E, E <sup>m</sup> , e <sup>h</sup> und e <sup>g</sup> , e
G-Locus (Greying)		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
H-Locus (Harlekin)	PSMB7 (Proteasome subunit beta-type 7)	H, h
K-Locus (Black)	CBD103 (Beta-Defensin 103)	K <sup>B</sup> , k <sup>y</sup>
M-Locus (Merle)	PMEL17 (SILV)	M, m
S-Locus (Scheckung)	MITF (Microphthalmia-associated transcription factor)	S, s <sup>p</sup> weitere Genorte für Scheckung werden vermutet
T-Locus (Tüpfelung, „mottle“)		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen
V-Locus (Silvering)		Bisher nicht molekulargenetisch nachgewiesen

## Merke:

Jeder Hund hat an jedem  
Genort zwei Allele!



E-Locus: e/e



E-Locus: E/-

K-Locus: KB/-



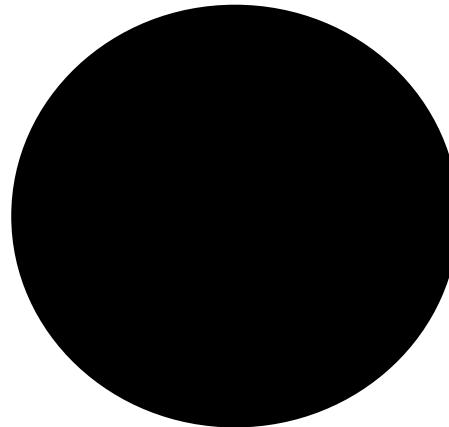
E-Locus: E/-  
K-Locus: ky/ky  
A-Locus: at/at



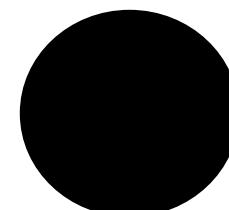
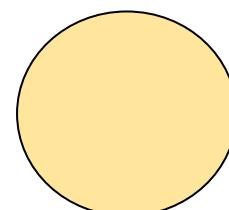
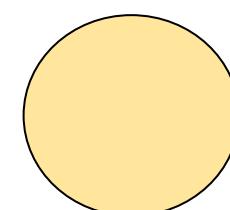
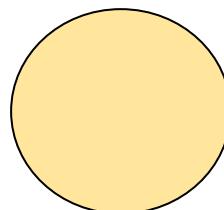
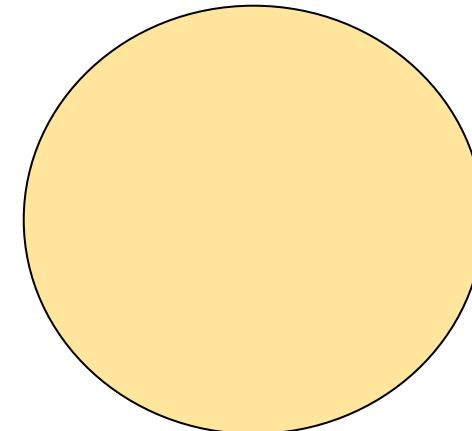
A-Locus  
at/at



K-Locus  
KB/-



E-Locus  
e/e





## E-Locus (e/e, fauve)

- Genotyp e/e: Nur Einlagerung von Phäomelanin ins Haar möglich-> Hund ist einfarbig gelb.
- Die Nasenfarbe wird vom B-Locus bestimmt.
- e/e überlagert die Gene des K- und A-Locus („Tarnkappe“).

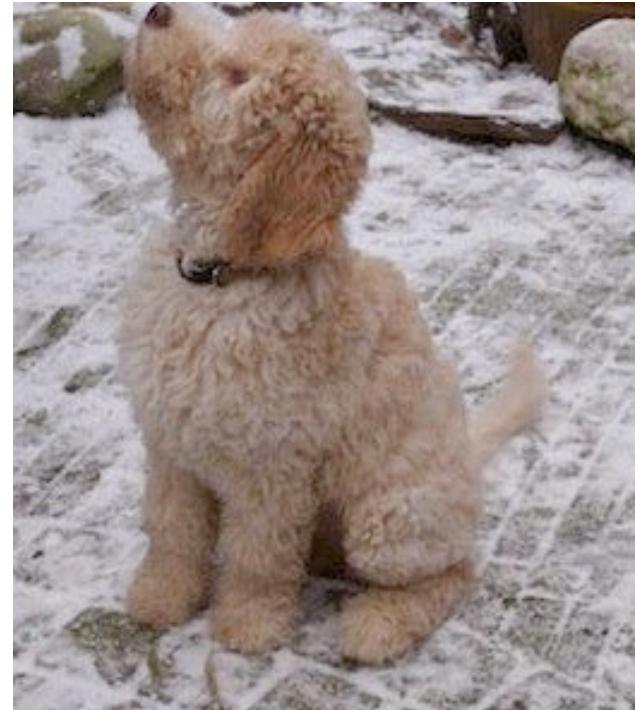




# Farbintensität Phäomelanin

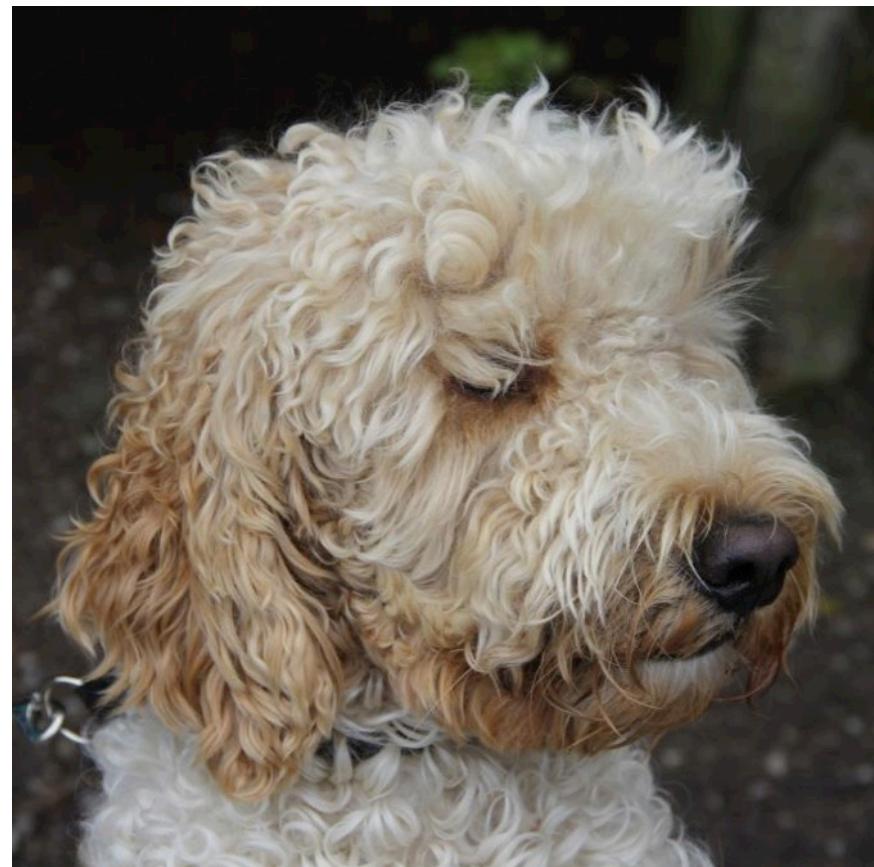
- Züchtererfahrungen besagen, dass intensive Ausprägung dominant über hellere Ausprägung ist.
- Mischerbige Hunde stehen möglicherweise im Phänotyp dazwischen (so genannter intermediärer Erbgang).
- Ebenfalls nicht geklärt ist, ob es ein separates Gen für sehr intensives Phäomelanin gibt (postuliert wurde bereits ein so genannter „Rufus-Faktor“).





# E-Locus (e/e, fauve)

Hunde mit dem Genotyp e/e entwickeln oft ab der ersten Läufigkeit (Rüden im entsprechenden Alter) eine Wechselnase.

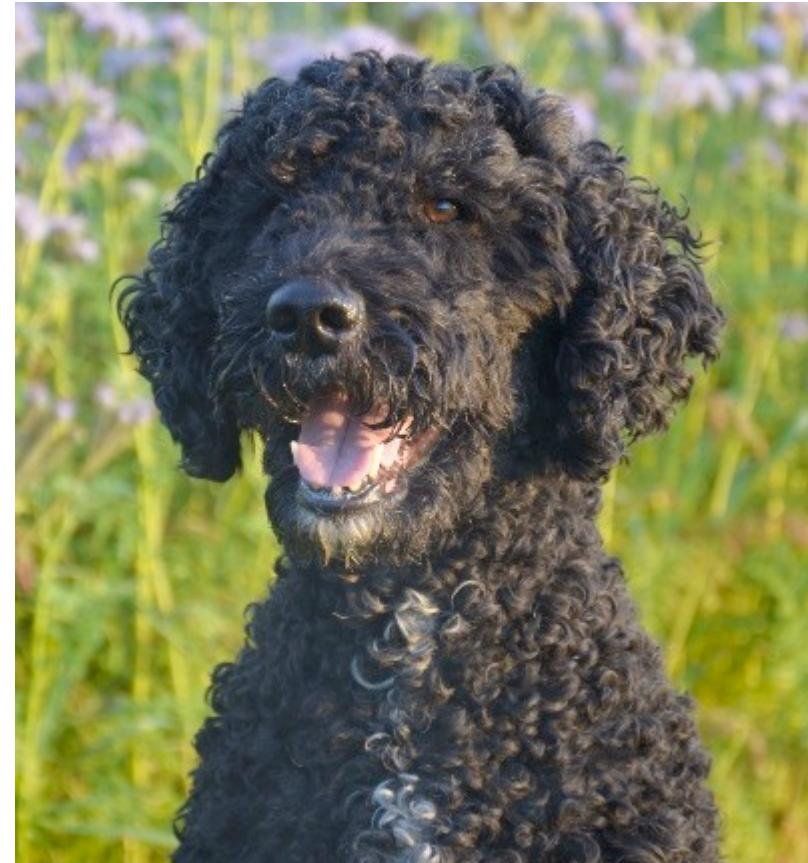




## K-Locus: K<sup>B</sup>

- K<sup>B</sup> ist Dominantes Schwarz. Ein solcher Hund kann alle Zeichnungen des A-Locus sowie gestromt verdeckt tragen, zeigt sie selbst also nicht. Außerdem kann er das Allel e des E-Locus tragen und vererben. Deshalb sind dominant schwarze Hunde mitunter „Überraschungseier“.
- (Noch) nicht genetisch belegt ist die Beobachtung mancher Züchter: Homozygot Schwarze sind lackschwarz, bei heterozygoten „scheint“ der A-Locus durch.

☞ Gentest „enthüllt“ das Überraschungsei!



# A-Locus: A<sup>y</sup> (sable)



- Ay: Dominantes Gelb.  
Ausprägung je nach Haarart und  
evtl. noch unbekannten  
Modifikatoren sehr  
unterschiedlich.
- Farbe verändert sich stark vom  
Welpen zum erwachsenen Hund.
- Ausdehnung der dunklen  
Haarspitzen sehr unterschiedlich  
- von sattelähnlicher Dichte bis  
zu wenigen schwarzen  
Haarspitzen alles möglich.
- Gentest verfügbar.



# A-Locus: $a^w$ (wildfarben,



- ay: Wildfarbigkeit.  
Phänotypisch nicht immer eindeutig von Ay (sable) zu unterscheiden.
- Farbe verändert sich vom Welpen zum erwachsenen Hund.
- Gentest verfügbar.



# A-Locus: a<sup>t</sup>

## (Wildfarbigkeitsabzeichen)



- a<sup>t</sup>: Wildfarbigkeitsabzeichen auf dunklem Grund
- Black and Tan
- Ergibt in Kombination mit Weißscheckung Tricolor.
- Merke: Black kann (je nach B-Locus) auch durch braun ersetzt werden.
- Farbe der Abzeichen kann hell, mittel oder intensiv gefärbt sein.





# A-Locus: a<sup>t</sup>

## (Wildfarbigkeitsabzeichen)

- a<sup>t</sup>: Wildfarbigkeitsabzeichen auf dunklem Grund
- Black and Tan
- Ergibt in Kombination mit Weißscheckung Tricolor.
- Merke: Black kann (je nach B-Locus) auch durch braun ersetzt werden.
- Farbe der Abzeichen kann hell, mittel oder intensiv gefärbt sein.



## A-Locus: a



- a: rezessives Schwarz
- Vor allem bei Hütehunderassen  
(Deutscher Schäferhund, Puli, Sheltie,  
aber auch Schipperke, Spitz)
- Häufigkeit beim Barbet unbekannt.

# E-Locus (EM, Maskenfaktor)

Beim schwarzen, weißen und fauve Barbet nicht zu sehen, nur bei sable, wildfarben, black and tan.

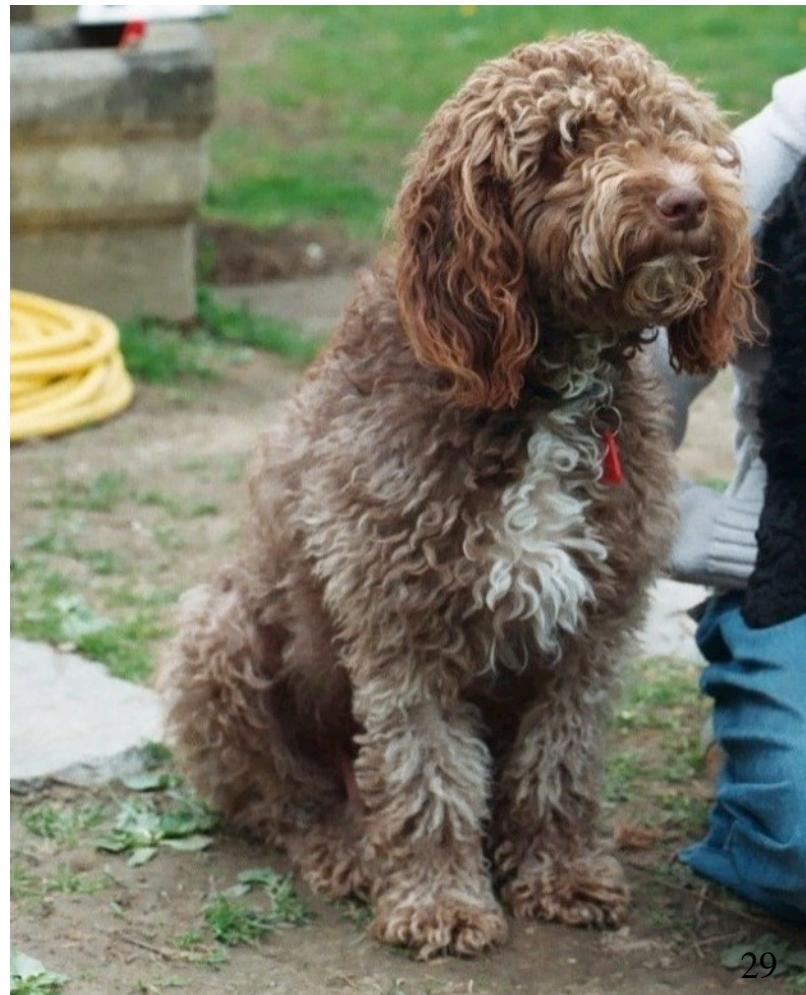
Es gibt Hinweise darauf, dass der Ergrauungsfaktor keinen Einfluss auf die Maske hat.





## B-Locus: b (braun)

- Verdünnt schwarzes Eumelanin zu braun.
- Es gibt (mindestens) drei verschiedene Allele b.
- b ist entwicklungsgeschichtlich sehr alt (in allen Rassen vorhanden, mit je nach Selektionsdruck unterschiedlich starker Verbreitung).
- War früher (außer bei deutschen Jagdhunderassen) wenig beliebt, man vermutete „Degeneration“ als Ursache. Heute weitgehend „rehabilitiert“, erlebt sogar einen Boom als Modefarbe.



# V-Locus: Silvering

- John Armstrong postulierte zwei unterschiedliche Genorte: V (**silver**) für die Aufhellung beim Pudel mit unvollständiger Dominanz und G (**greying**) für das Ergrauen (viele bärtige Rassen wie Briard, Bearded Collie etc.)
- Vermutet wird für G ein dominant-rezessiver und für V ein intermediärer Erbgang.
- (interessanter Link:  
<http://www.netpets.org/dogs/healthspa/pdlcolor.html>)

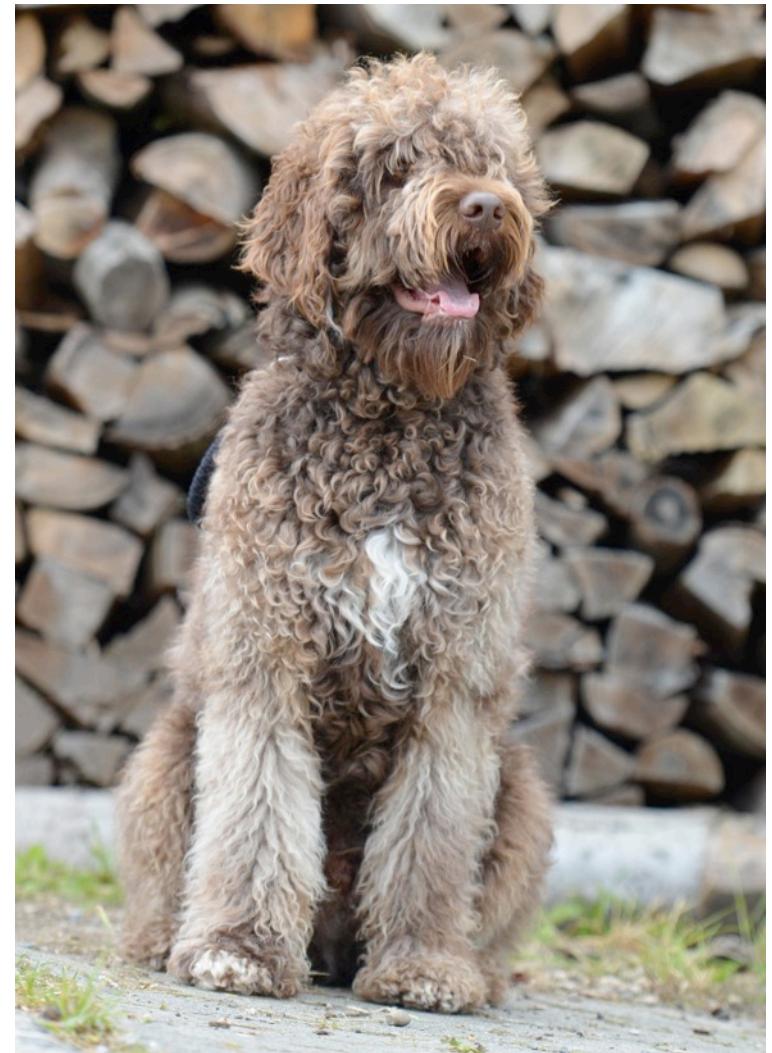
Schwarz (BBEEvv)	...Vv	Blue	...VV	Silber
Braun (bbEEvv)	...Vv	Silver-beige	...VV	Champagner
Fauve (Bbeevv)	...Vv	Cream	...VV	Weiß





# Silvering

Wirkt sich nicht nur auf schwarz,  
sondern auch auf braun aus.





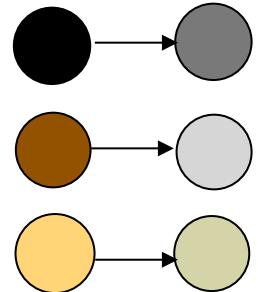












# D-Locus (d) dilute

- d/d führt zu Verklumpung der Pigmentkörnchen: schwarz wird blau(schieferfarben); braun wird lilac; fauve wird sandfarben.
- Unterschied zu silvering: bereits von Geburt an blaugrau
- Bislang nur Gentest auf Blaufaktor möglich, nicht aber, ob defekt oder gesund.
- Beim Barbet in Europa selten, kommt aber vor.
- **Empfehlung wegen des Krankheitsrisikos: Zuchttiere auf D-Locus testen!**



# Farbmutantenlopezie



# Farbmutantenalopezie



# Braunstich bei schwarzen Hunden

- **Physikalisch:**
  - durch Speichel (würde ich am Rumpf/Rücken ausschließen)
  - durch Sonneneinstrahlung (Farbpigment im Haar wird oxidiert und dadurch rötlich). Es gibt wohl auch Hunde, deren schwarzes Fell nur saisonal bedingt rötlich wird (also im Winter schwarz und im Sommer dann wieder rötlich-schwarz). In dem Zusammenhang erinnre ich auch an die so genannten "Winter-Rappen" beim Pferd, die ebenfalls von schwarz zu rötlich-schwarz wechseln.
- **Haaralterung:** Kurz vor dem Haarwechsel ist die "Lebensdauer" des Haares und auch des eingelagerten Melanins "abgelaufen", das Melanin wird (von der Haarspitze ausgehend, denn dort ist das Haar am ältesten) rötlich statt schwarz. Für diese These spricht der Zeitpunkt des ersten Auftretens.
- **Genetisch:** es gibt höchstwahrscheinlich auch eine genetische Komponente, die zu einer Aufhellung des schwarzen Pigmentes hin zu rötlich führt - hierzu gibt es allerdings keine Studien. Ein Braunstich bzw. Rotstich im Fell kommt bei vielen schwarzen Hunderassen vor. Durch Färben des Felles vor Ausstellungen wird mitunter eine unerwünschte Verfärbung "vertuscht" und kann sich so weiter in der Zucht ausbreiten. Zeigen Geschwisterhunde ein ähnliches Erscheinungsbild, so liegt ein genetischer Hintergrund nahe.
- **Ernährungs-/Stoffwechselbedingt:** Ein Kupfermangel (auch sekundär durch einen Zinküberschuss) kann zu einer rötlichen Aufhellung des Felles führen (Kupfer ist ein wichtiger Baustein von Tyrosin, und Tyrosin wird für die Melaninsynthese benötigt). Ist bei einer ausgewogenen Ernährung eher unwahrscheinlich.
  - Eine Tyrosin-arme sowie eine Phenylalanin-arme Ernährung kann ebenfalls zu einer rötlichen Verfärbung des schwarzen Pigments führen (dies ist zumindest bei schwarzen Katzen beobachtet worden). Beide Aminosäuren sind Ausgangsstoffe in der Melaninsynthese.

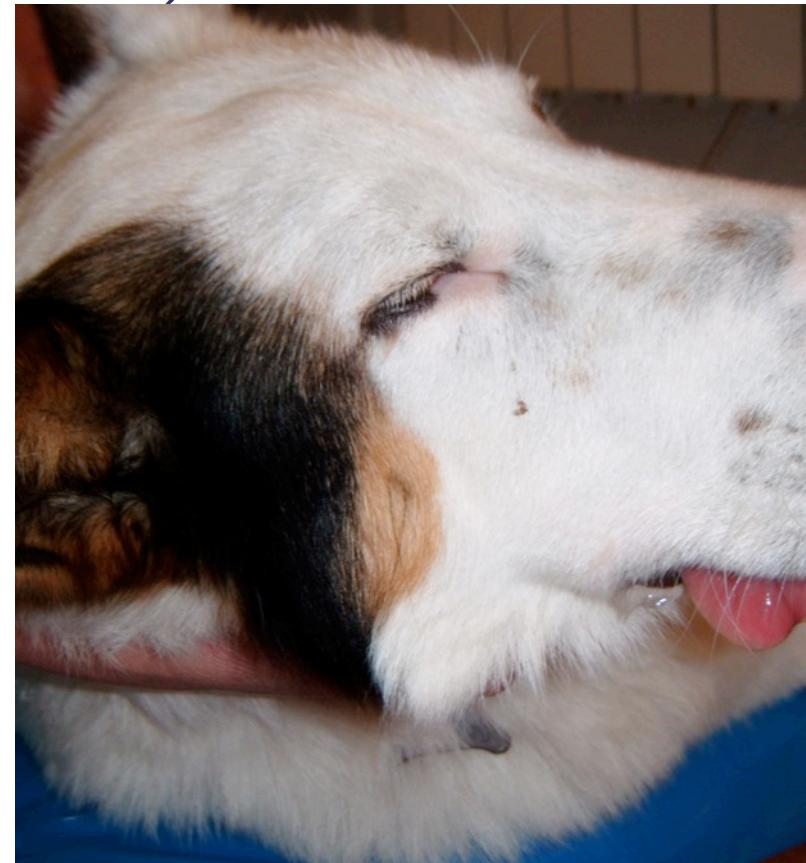
# Weißscheckung



Danischer, und Zerghüdene Budel-Hunder

# S-Locus (Weißscheckung, Piebald)

- Pigmentzellen wandern während der Embryonalentwicklung in die Haut
- Pigmentierung geht von zwei Pigmentzentren aus: am hinteren Körperende und am Kopf. Ganz zum Schluss schließen sich die pigmentierten Areale an der Brust, an der Mittellinie des Kopfes und an den Körperspitzen (Pfoten, Rutenende).
- Wird diese Pigmentzellwanderung gestört oder unterbrochen, so ist die „genetische Grundfarbe“ nur unvollständig zu sehen, der Rest erscheint weiß (wie eine unbemalte Leinwand).



## Merke:

**Die Grundfarbe vererbt sich  
unabhängig von der Weißscheckung.**

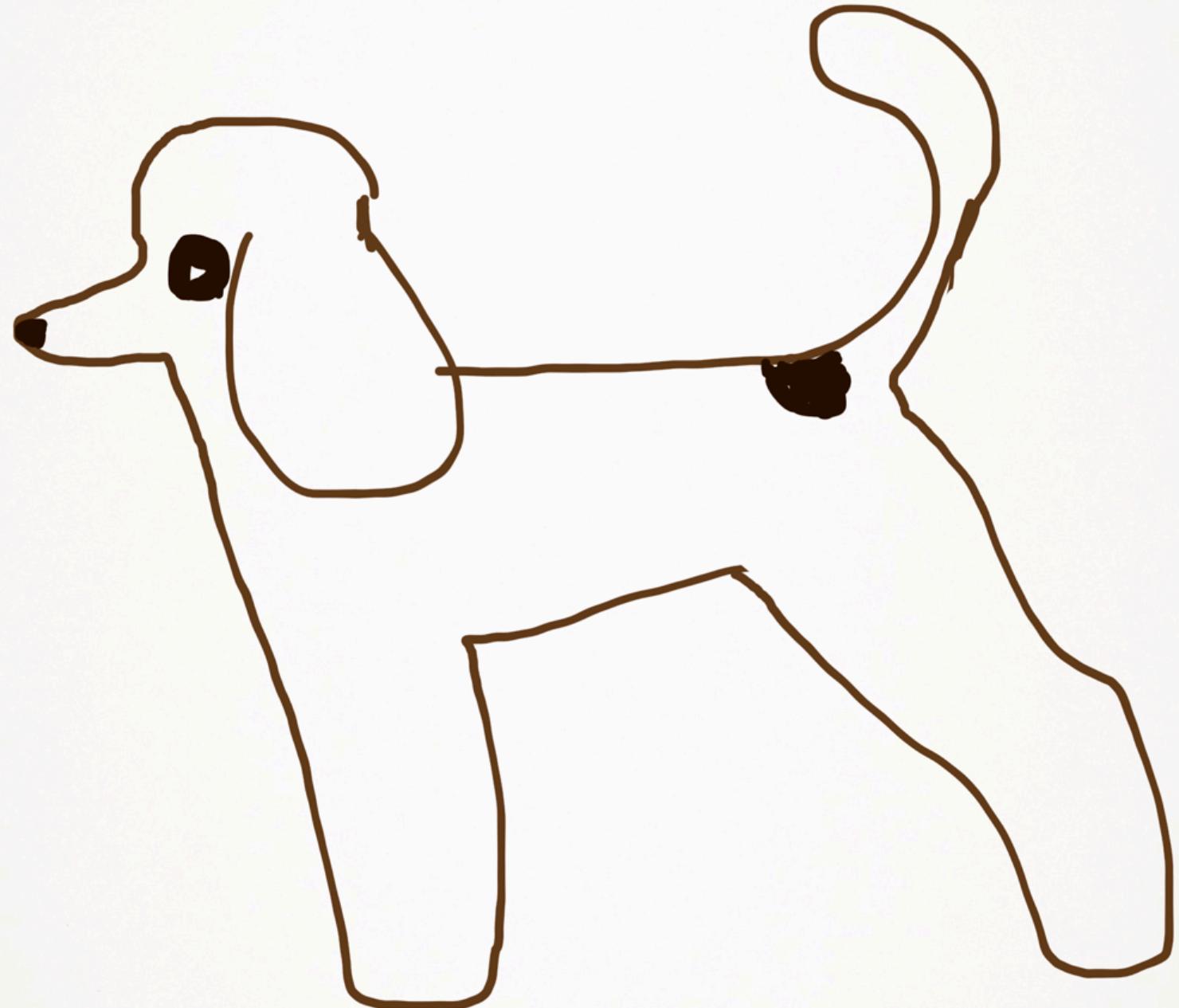
- Schwarz-weiß ist also genetisch Schwarz mit Weißscheckung; braun-weiß ist genetisch Braun mit Weißscheckung.
- Alle Grundfarben können frei mit Weißscheckung kombiniert werden -> Schecken kann es in jeder Farbe geben!



© Jacky Glück Fotografie







# Problem: Taubheit

- Pigmentzellen im Innenohr sind wichtig für die Schallweiterleitung.
- Auch diese Pigmentzellen können bei einer Weißscheckung fehlen

**Folge:** Einseitige oder beidseitige Taubheit

**Fazit:** Nicht auf weiße Köpfe selektieren!

# Extremscheckung



Dr. Anna Laukner



# Problem: blaue Augen

- Auch die Augenpigmentierung kann bei einer Weißscheckung betroffen sein

**Folge:** Ein oder zwei blaue Augen

**Fazit:** Nicht auf Extremscheckung selektieren!

Möglichst viel Pigment im Kopfbereich (keine zu breiten Blessen)

# Weißscheckung

- Reinerbige Hunde für S/S zeigen Piebald-Scheckung (bis zur Extremscheckung)
- Nicht jede Form der Weißscheckung ist schon molekulargenetisch identifiziert -> es gibt weiteren Forschungsbedarf



# Manche Formen der Weißscheckung noch nicht geklärt:





# T-Locus: Ticking

- Bisher noch kein Gen identifiziert
- Postuliert wurden T (dominant) für ticking und t (rezessiv) für non ticking
- Ticking prägt sich nur in unpigmentierten Bereichen einer Weißscheckung aus
- Ticking entwickelt sich erst in den ersten Lebenswochen-> Hunde werden als Schecken geboren
- Pfotenballen rosa, evtl. rosa gefleckte Nase → Schecke
- Pfotenballen pigmentiert, Nase durchpigmentiert -> ticking



# Fellfarbe und Verhalten

- Zusammenhang wird immer wieder hergestellt, geistert auch zur Zeit wieder durch viele Foren und Vorträge.
- Wird mit Tyrosinaseaktivität begründet (vereinfacht: Tyrosin ist Ausgangsstoff für Melanin, Thyroxin und Adrenalin).
- Aber: nicht wissenschaftlich belegt.
- Auch bei hellhaarigen Hunden kann die Haut dunkel sein (Melanozyten in Haarfollikeln unterscheiden sich von Melanozyten in Haut).
- Generelle Tyrosinaseaktivität lässt sich nicht unbedingt an Fellfarbe ablesen (Weißscheckung).
- „Cockerwut“ bei roten Cockern: lässt sich durch getrennte Farbzucht erklären, rote waren außerdem lange Zeit am häufigsten.



Foto: Cynthia Bennett Horn, USA

# Warum auf Fellfarben testen?

- Züchterinteresse:
  - ☞ Identifizierung von Anlageträgern, vor allem vor Farbmischverpaarungen
  - ☞ Identifizierung der Farbe eines bestimmten Hundes
  - ☞ Vermeidung von Fehlfarben
- Medizinisches Interesse:
  - ☞ Vermeidung von gesundheitsrelevanten Farbschlägen und -zeichnungen

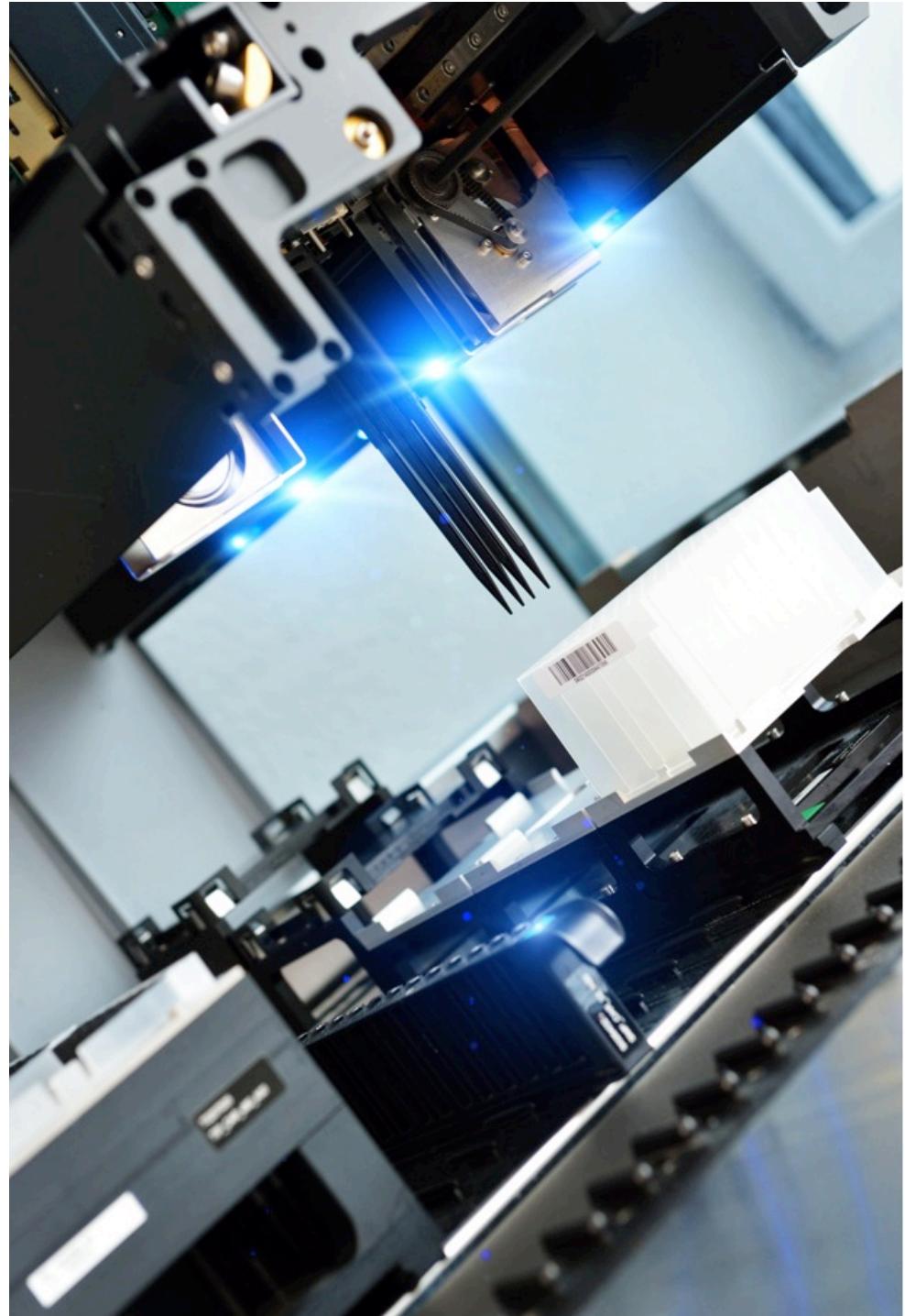




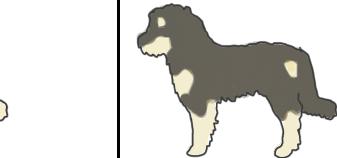
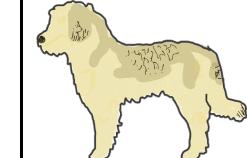
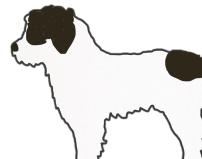
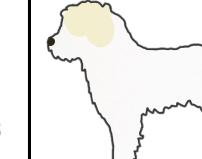
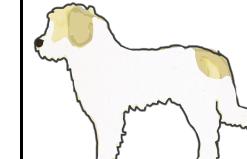
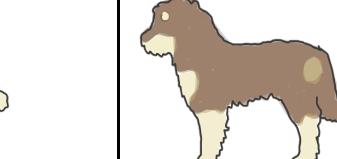
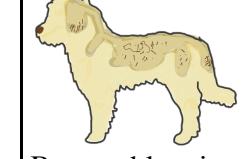
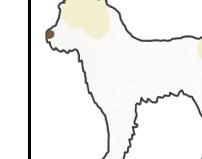
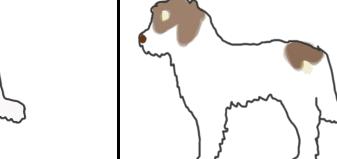
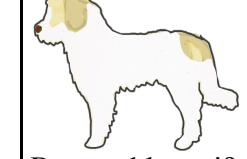
# Gentest

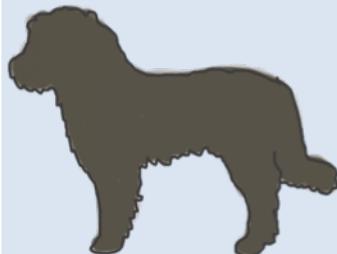
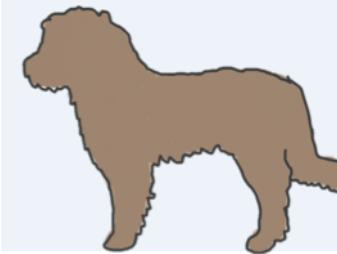
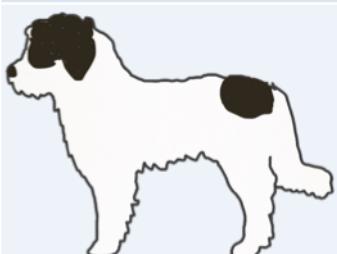
- Auf Züchterwunsch
- Aus Blutprobe (Tierarzt)  
oder Backenabstrich  
(Züchter)
- Bei Fragen:
  - ☞ [www.labogen.de](http://www.labogen.de)
  - ☞ [labogen@laboklin.de](mailto:labogen@laboklin.de)
  - ☞ Webshop:  
<https://shop.labogen.com/>

Dr. Anna Laukner



# Tabelle mit Farb-Genotypen

		Einheitliche Grundfarbe		Lohfaktor E/- ky/ky at/at	Sable-Faktor E/- ky/ky Ay/- oder E/- ky/ky aw/-
		Haarkleid nur Eumelanin <b>KB/- E/-</b>	Haarkleid nur Phäomelanin <b>e/e</b>		
<b>Eumelanin schwarz, schwarzes Nasenpigment <b>B/-</b></b>	<b>Einfarbig N/S</b>				
	<b>Weißscheckung S/S</b>				
<b>Eumelanin braun, braunes Nasenpigment <b>b/b</b></b>	<b>Einfarbig N/S</b>				
	<b>Weißscheckung S/S</b>				

	Fellfarbe	Trägt er ...?	Genort	Er kann nicht tragen ...
	Schwarz	Braun Fauve Sable Tanzeichnung Weißscheckung	B-Locus E-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus S-Locus	
	Braun	Fauve Sable Tanzeichnung Weißscheckung	E-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus S-Locus	Schwarz
	Fauve	Schwarz Braun Sable Tanzeichnung Weißscheckung	K-Locus K-Locus, B-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus S-Locus	
	Weißscheckung (schwarz-weiß)	Braun (Braun-weiß) Fauve (Fauve-weiß) Sable (Sable-weiß) Tanzeichnung (Tricolor)	B-Locus E-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus	Einfarbig

# ... und auf was kann man nicht testen?

- Progressive Ergrauung/Silvering
- Ausmaß der Weißscheckung

# LABOKLIN

Labor für klinische Diagnostik GmbH & Co. KG

*Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!*



*ck Fotografie*