

**LABOKLIN**

Labor für klinische Diagnostik GmbH & Co. KG

# Farbgenetik bei Pinschern und Schnauzern

*Dr. Anna Laukner*



*„...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



*„...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



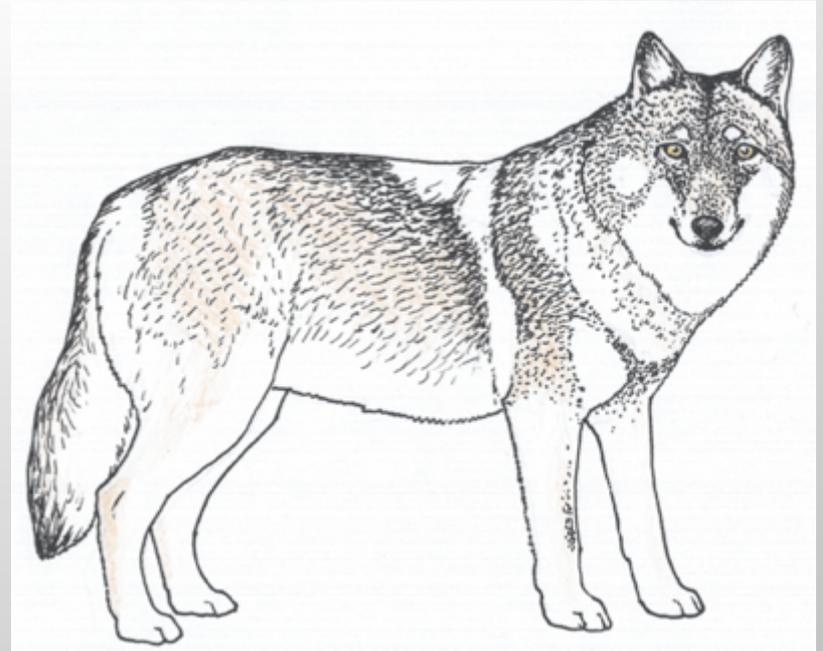
# Stammvater Wolf: die „Urfarbe“

## Zwei Pigmentarten:

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

## Zwei Merkmale:

- ☞ Einzelhaarbänderung
- ☞ Wildfarbigkeitsabzeichen



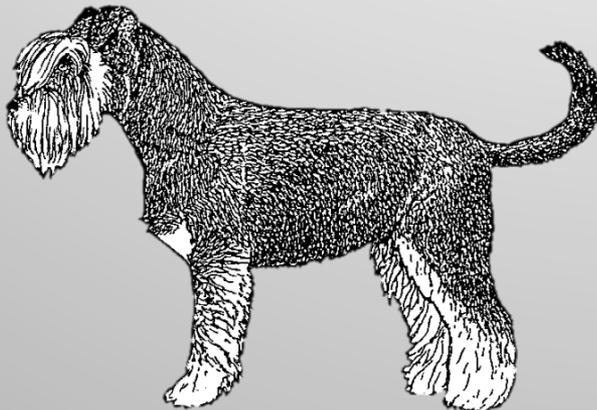
# Mutationen (I)

A-Locus

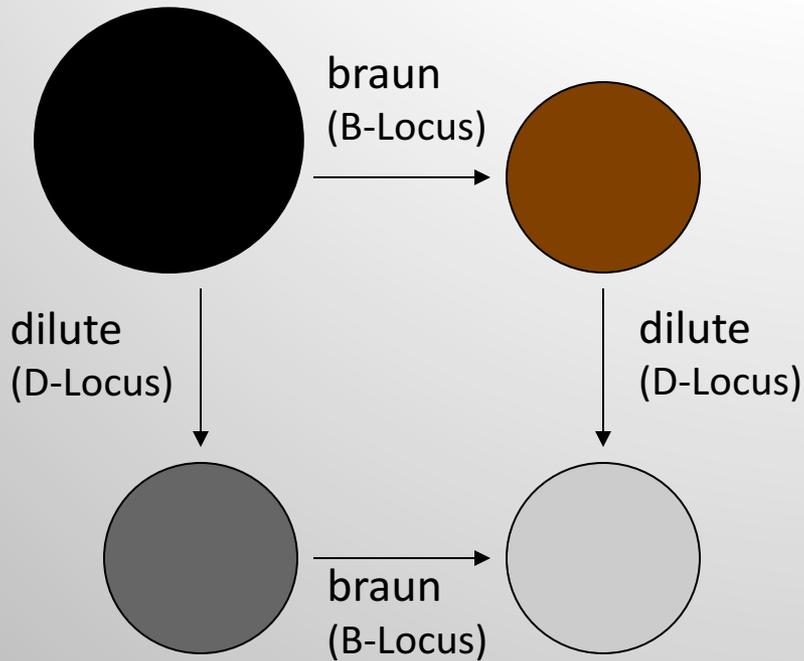


E-Locus

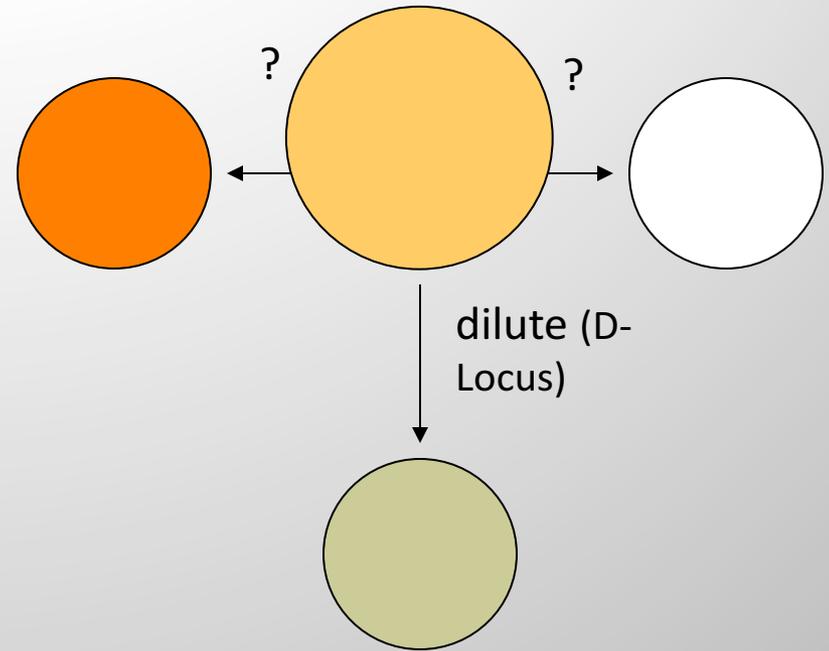
A-Locus



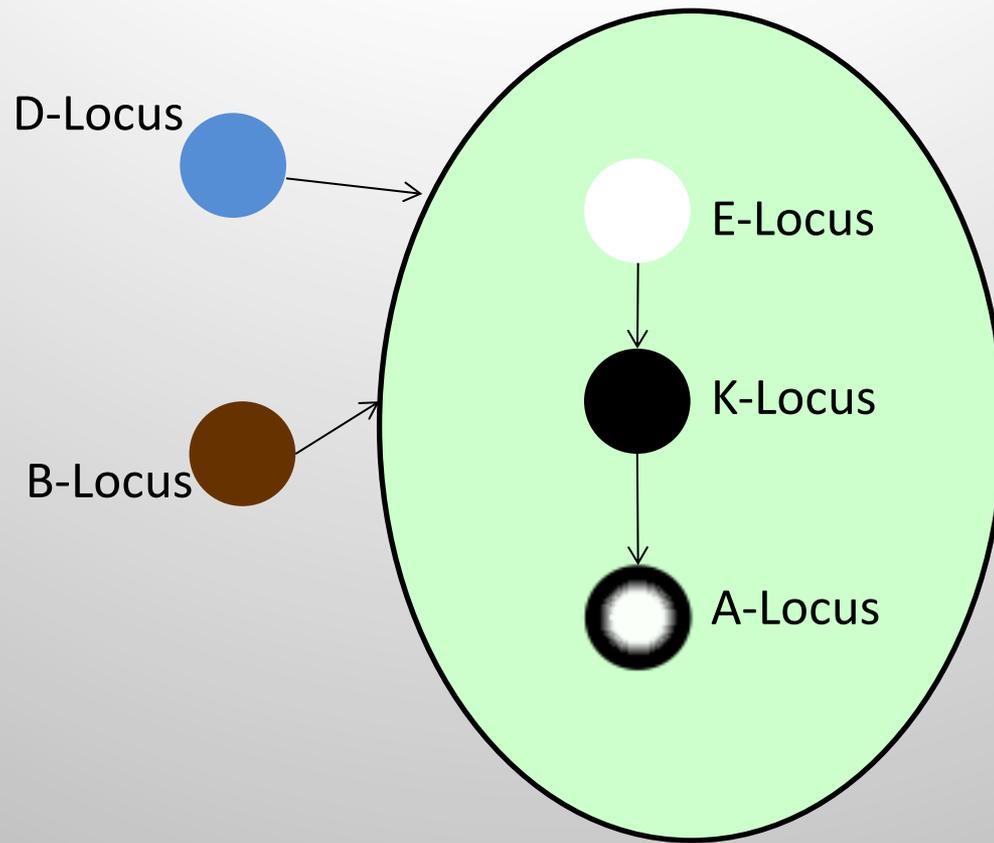
# Mutationen (II)

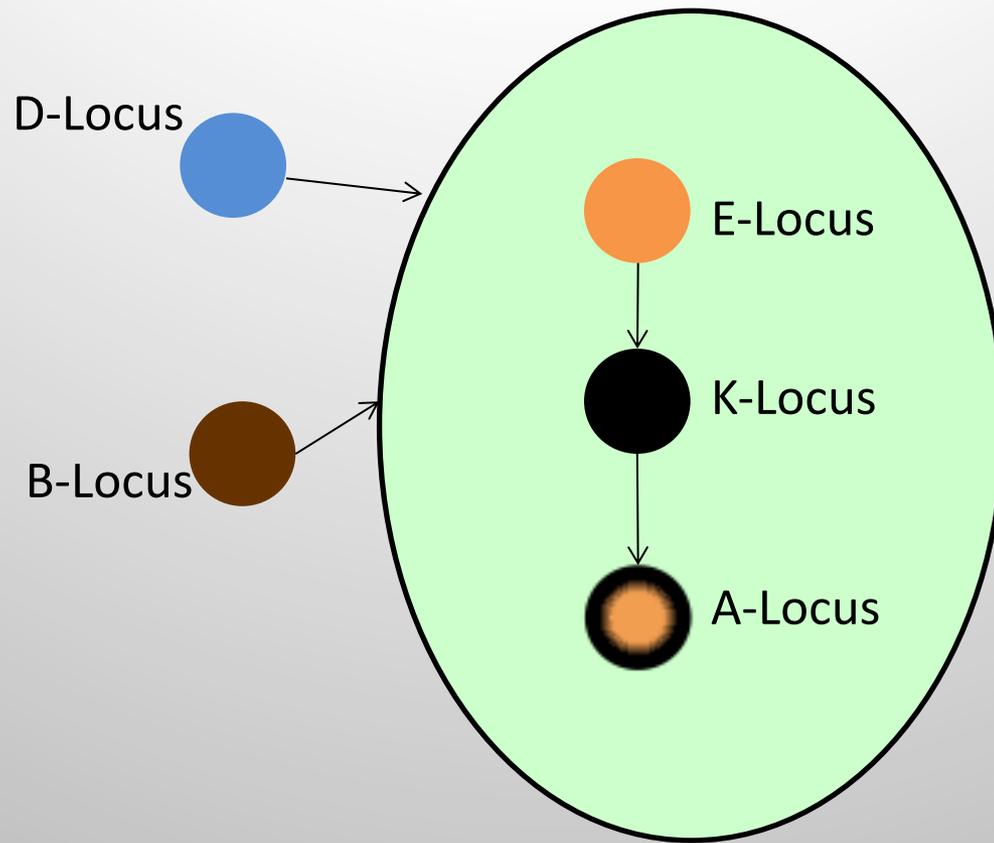


**Eumelanin**



**Phäomelanin**





# Merke:

**Jeder Hund hat an jedem Genort ein Genpaar (2 Allele).**

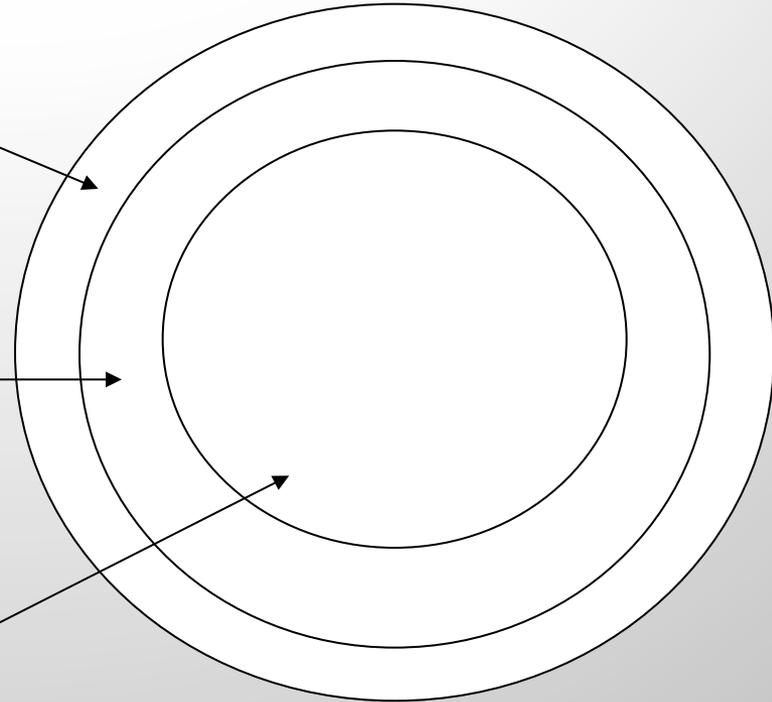
# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus

# „Zwiebelschalenmodell“

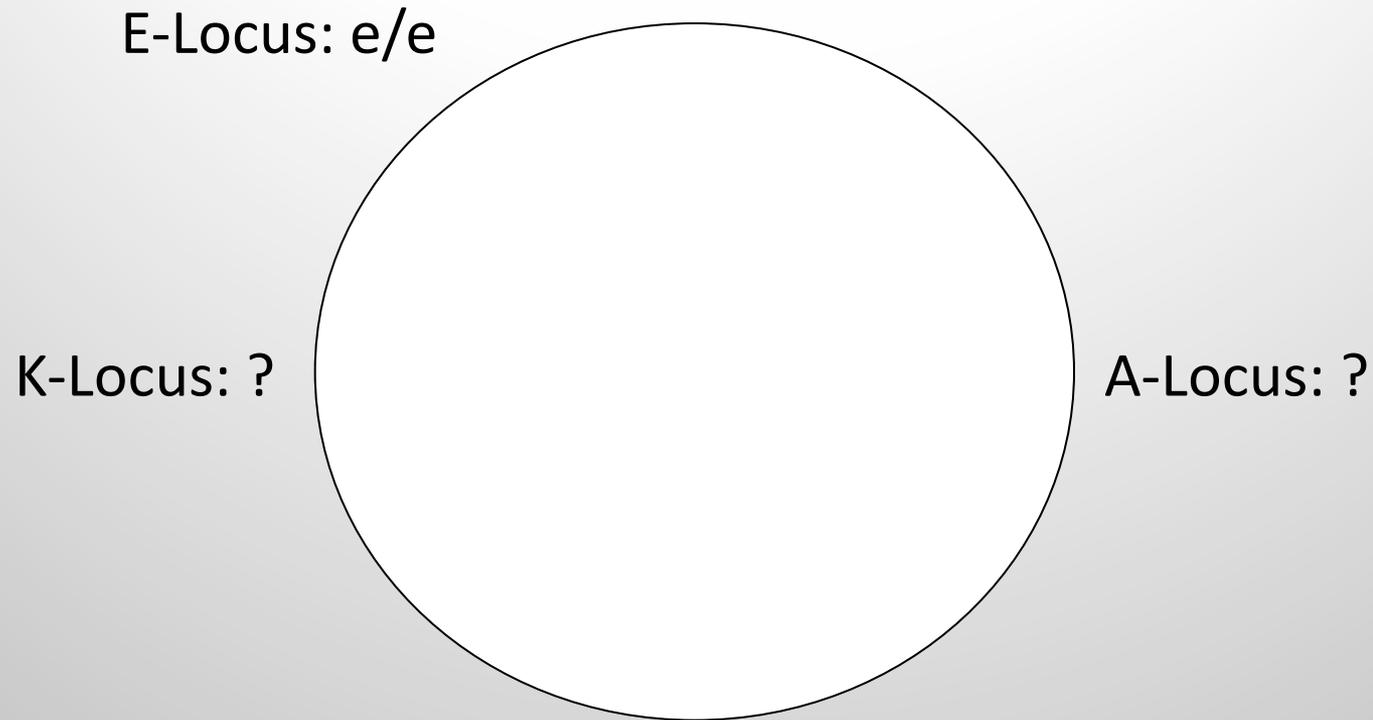
Äußerer Ring: E-Locus

Mittlerer Ring: K-Locus

Innerer Ring: A-Locus



# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus



# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus

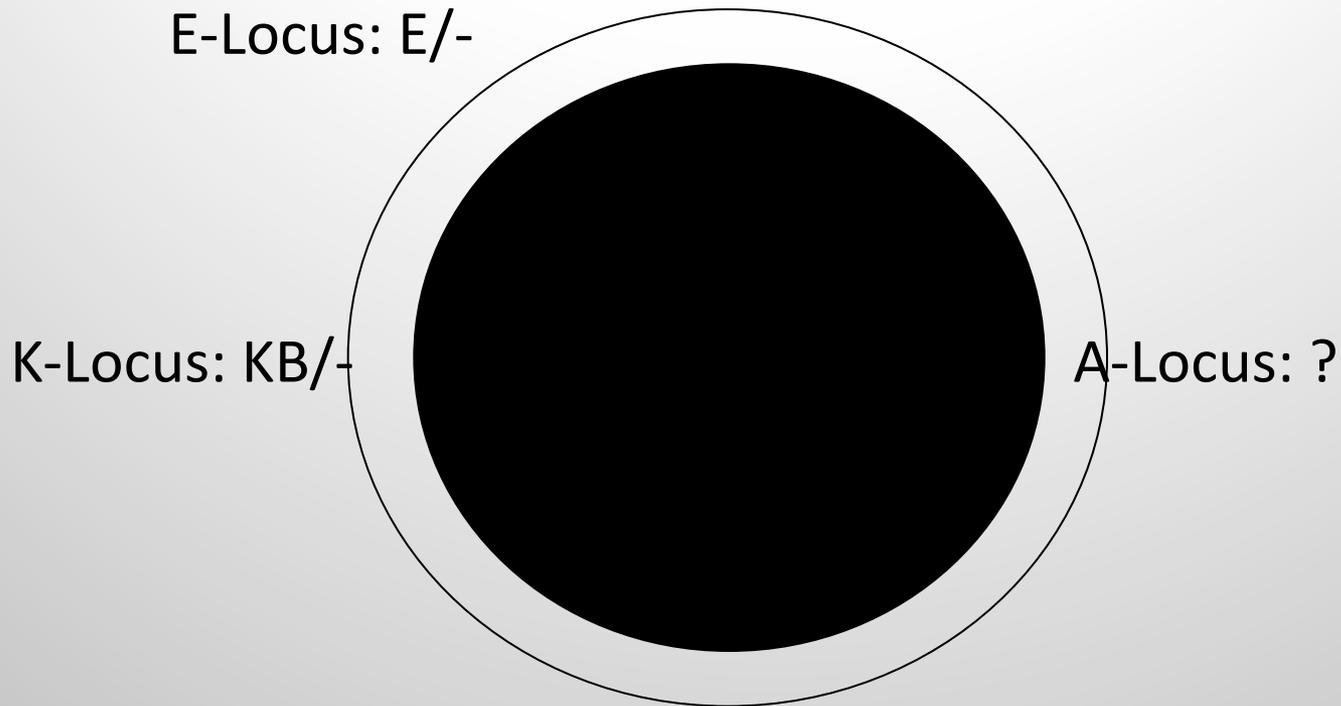
E-Locus: e/e

K-Locus: KB/-



A-Locus: aw/aw

# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus



# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus

E-Locus: E/-

K-Locus: KB/-

A-Locus: aw/aw



# Zusammenspiel E-, K- und A- Locus

E-Locus: E/-

K-Locus: ky/ky

A-Locus: aw/aw



# E-Locus

**E** Ausprägung von Eumelanin und Phäomelanin möglich

**EM** Schwarze Maske

**e** nur Phäomelanin (*Weiß beim Zwergschnauzer*)

# E-Locus (e/e)



- Genotyp e/e: Nur Einlagerung von Phäomelanin möglich-> Hund ist einfarbig gelblich bis rötlich.
- Kommt ein Aufhellungsfaktor hinzu, ist er weiß.
- e/e überlagert die Gene des K- und A-Locus („Tarnkappe“).
- Stammesgeschichtlich alte Mutation -> kommt in sehr vielen Rassen vor.
- Bei Pinschern/Schnauzern nur zugelassen beim Zwergschnauzer.
- Hunde mit e/e haben manchmal Wechsellnasen (saisonal heller).

# EM-Locus (Schwarzmaskenfaktor)

- Kommt nur beim Genotyp ky/ky zur Ausprägung (also bei pfeffersalz und schwarzsilber).
- Der Schwarzmaskenfaktor ist dominant über Nicht-Maske.
- Schwarz und weiß können den Faktor tragen und vererben, aber nicht ausprägen.



# EM-Locus (Schwarzmaskenfaktor)



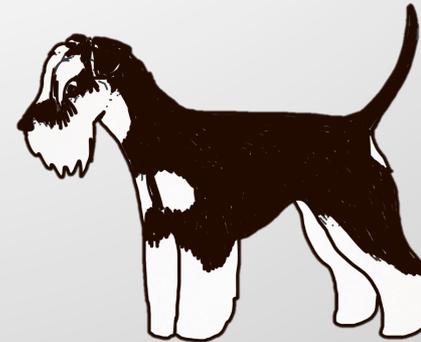
# EM-Locus (Schwarzmaskenfaktor)

Schwarz (mit Maskenfaktor)



x

Schwarz/silber (ohne Maskenfaktor)



Schwarz/silber (mit Maskenfaktor)



# K-Locus

**KB** nur Ausprägung von Eumelanin (dominantes schwarz)

**ky** Ausprägung von Eumelanin und Phäomelanin je nach Genotyp am A-Locus (also pfeffer-salz oder schwarz-silber)

# K-Locus: $K^B$



- $K^B$  ist Dominantes Schwarz.
- Ein solcher Hund kann alle Zeichnungen des A-Locus verdeckt tragen, zeigt sie selbst also nicht.
- Außerdem kann er das Allel e des E-Locus tragen und vererben.
- Deshalb sind dominant schwarze Hunde meistens „Überraschungseier“.



# K-Locus: $K^B$



(Noch) nicht genetisch belegt ist die Beobachtung mancher Züchter anderer Rassen: Homozygot Schwarze sind lackschwarz, bei heterozygoten „scheint“ der A-Locus durch (könnte bei Farbmischverpaarungen relevant sein).



# K-Locus: ky

Der Genotyp ky/ky läßt die Ausprägung der Allele des A-Locus zu.

**Merke:** Bei pfeffer-salz, schwarz-silber, rot und schwarzrot liegt immer ky/ky auf dem K-Locus vor.

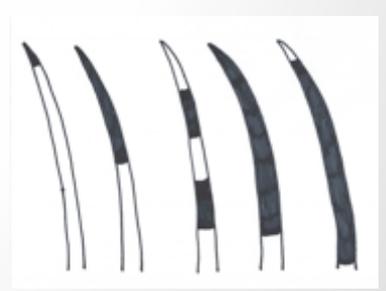
**Fazit:** Pinscher und Zwergpinscher sind immer reinerbig ky/ky auf dem K-Locus.

# A-Locus

Auf dem A-Locus gibt es vier Allele:

- Ay (rot)
- aw (pfeffersalz)
- at (schwarzsilber bzw. schwarzrot)
- a (rezessives schwarz)

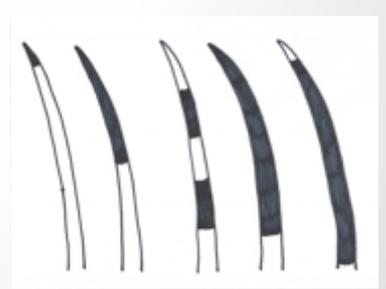
# A-Locus: $A^y$ (rot)



$A^y$ : Dominantes rot.



# A-Locus: $A^Y$ (rot)



- Ausdehnung der dunklen Haarspitzen sehr unterschiedlich - von sattelähnlicher Dichte bis zu wenigen schwarzen Haarspitzen alles möglich.
- Dunkle Haarspitzen nicht zwangsläufig ein Hinweis auf Trägerschaft von schwarzrot!
- Es muss separaten Faktor für die Ausdehnung der schwarzen Haarspitzen geben (darauf läßt sich bei roten Hunden besser selektieren als bei schwarzroten ...)



# A-Locus: $a^w$



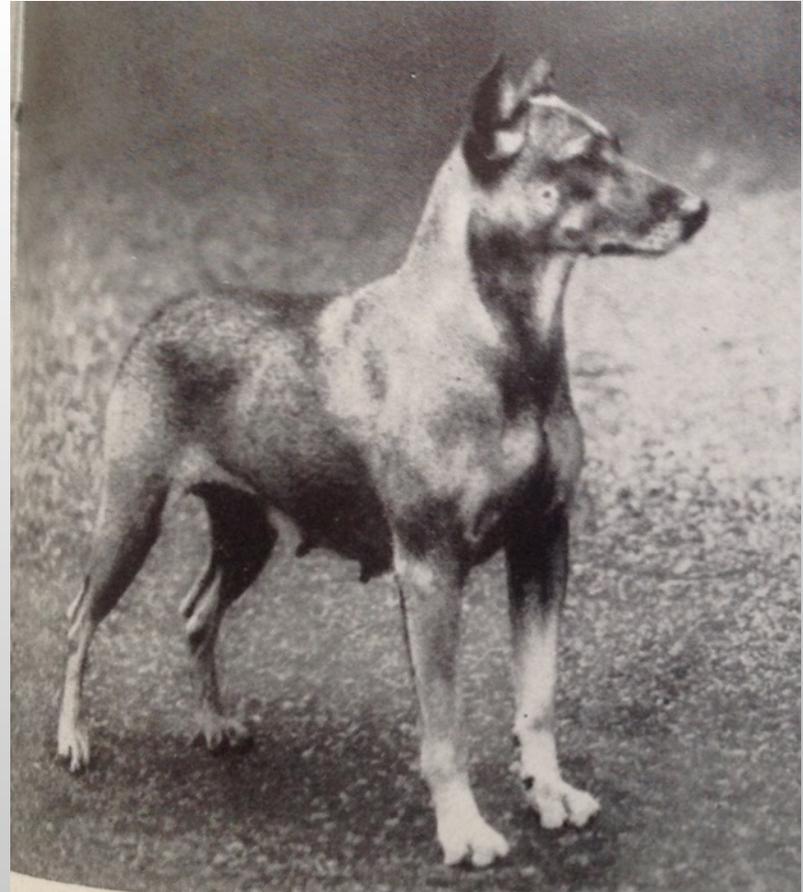
- $a^w$ : Wildfärbung analog zum „grauen“ Wolf. Einzelhaare mit mehreren Banden, i.d.R. „Brille“
- Pfeffersalz bei den Schnauzerrassen.



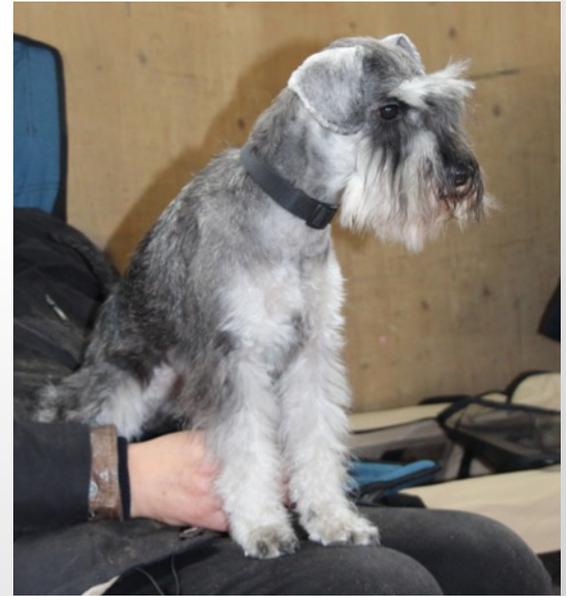
## A-Locus: $a^w$



- $a^w$ : Wildfärbung kam früher auch beim Pinscher vor (Trennung in Rauhhaar und Kurzhaar noch nicht so strikt)



A-Locus:  $a^w$



# A-Locus: $a^t$

$a^t$ : Wildfarbigkeits-abzeichen auf schwarzer Grundfarbe



# A-Locus: $a^t$



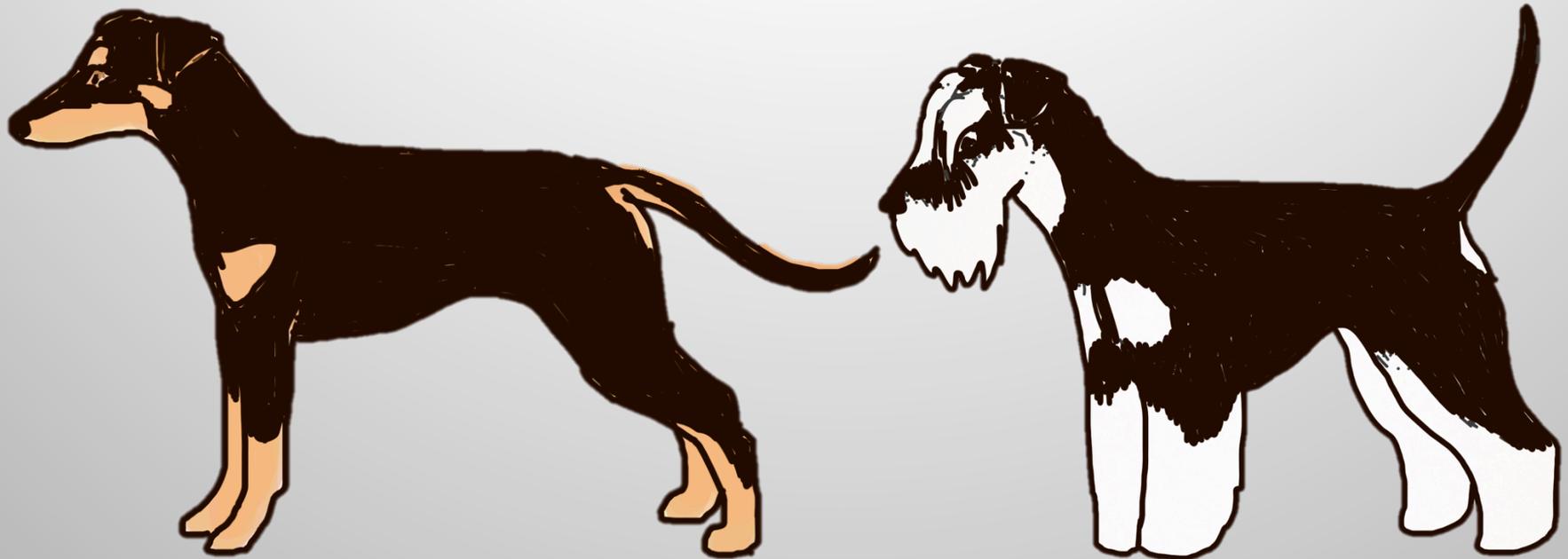
# A-Locus: $a^t$



# A-Locus: $a^t$

Pinscher/Zwergpinscher

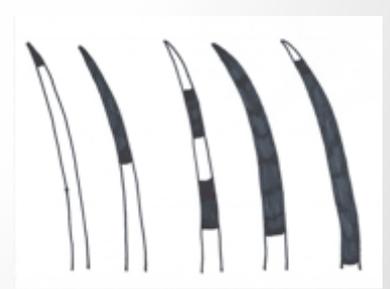
Zwergschnauzer



# A-Locus: $a^t$



# A-Locus: a

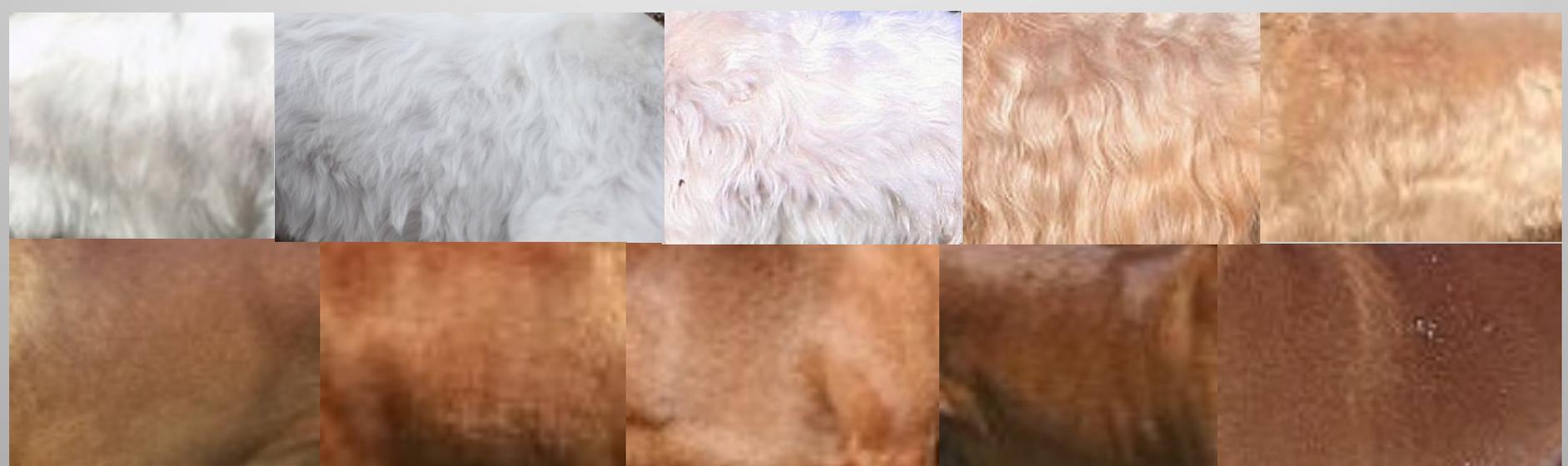


- a: rezessives Schwarz
- Häufigkeit bei den Schnauzern: unbekannt (Hinweis wäre etwa schwarzer Welpe aus ps oder ss Eltern).
- Vorkommen bei Pinschern: unbekannt: Hinweis wäre ein rein schwarzer Welpe aus roten oder schwarzroten Eltern.



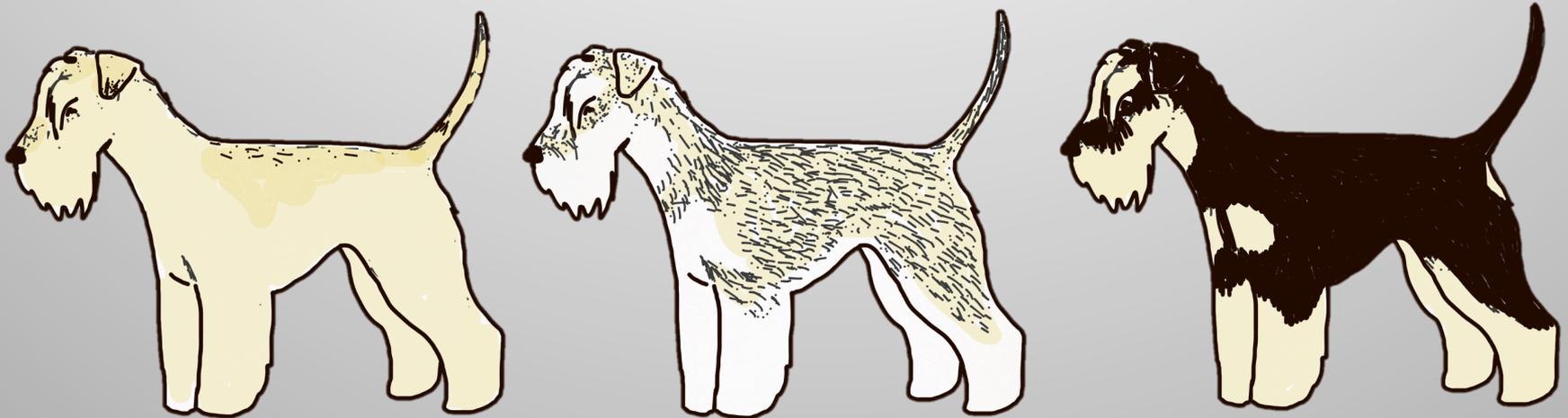
# Farbintensität Phäomelanin

- Züchtererfahrung: volle Intensität dominant über aufgehelltes Phäomelanin.
- Derzeit noch kein Gentest verfügbar.

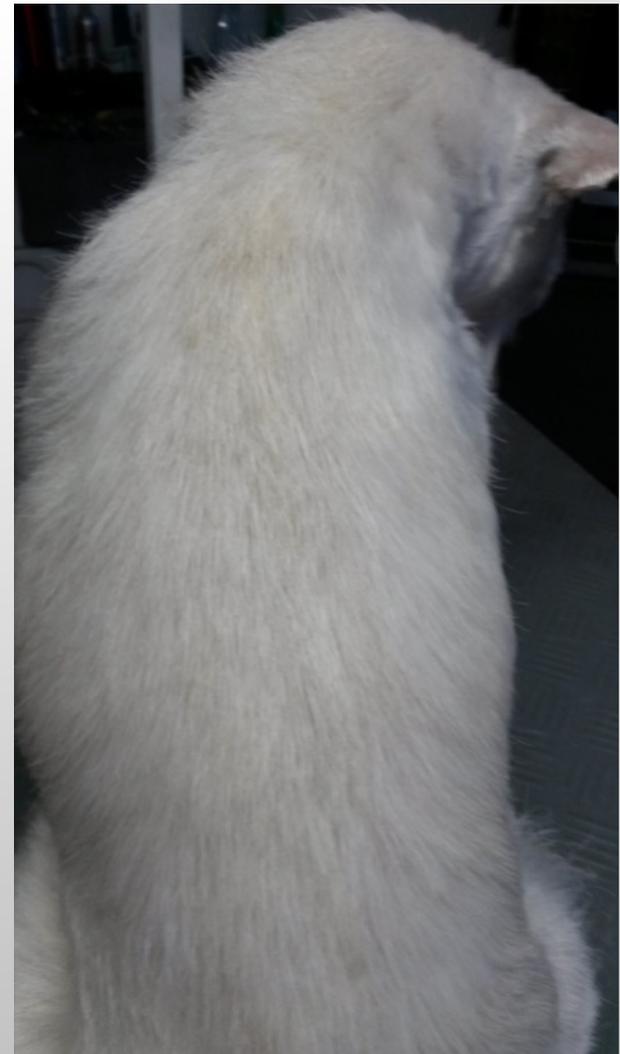


# Farbintensität Phäomelanin

- ps Schnauzer mit gelblichem Anflug, ss Schnauzer mit gelblichen Abzeichen
- Die Anlage wird vor allem von schwarzen Schnauzern weitergegeben - denn ps, ss und weiß sieht man es ja an!



# Farbintensität Phäomelanin



# Farbintensität Phäomelanin



# Farbintensität Phäomelanin



# Farbintensität Phäomelanin



# Farbintensität Phäomelanin



# B-Locus

**B** kein braun

**b** braun



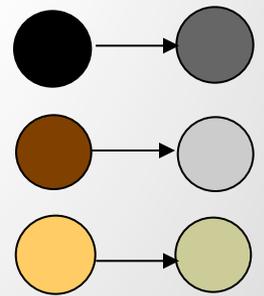
Beispielfoto: Deutsche Jagdterrier  
links schwarzrot glatthaar, rechts braunrot rauhaar

# B-Locus: b (braun, chocolate, liver)

- Verdünnt schwarzes Eumelanin zu braun bzw. blau zu lilac.
- Es gibt (mindestens) drei verschiedene Allele b.
- b ist entwicklungsgeschichtlich sehr alt (in allen Rassen vorhanden, mit je nach Selektionsdruck unterschiedlich starker Verbreitung).

A-Locus B-Locus	Genotyp Ay/Ay	Genotyp Ay/at	Genotyp at/at
Genotyp B/B	 <p>Rot, trägt kein schwarzrot, kein Braunträger</p>	 <p>Rot, trägt schwarzrot, kein Braunträger</p>	 <p>Schwarzrot, kein Braunträger</p>
Genotyp B/b	 <p>Rot, trägt kein schwarzrot, Braunträger,</p>	 <p>Rot, trägt schwarzrot, Braunträger</p>	 <p>Schwarzrot, Braunträger</p>
Genotyp b/b	 <p>Rot, braune Nase, Lefzen und Lider, trägt kein schwarzrot</p>	 <p>Rot, braune Nase, Lefzen und Lider, trägt schwarzrot bzw. braunrot</p>	 <p>Braunrot, braune Nase, Lefzen und Lider</p>

# D-Locus (d) dilute



- d/d führt zu Verklumpung der Pigmentkörnchen: schwarz wird blau; rot wird zimtfarben/bronze.
- Beim Pinscher häufig mit Farbmutantenalopezie assoziiert.
- Kann per Gentest identifiziert werden.
- **Blauträger nicht mit Blauträger verpaaren!**

# Farbmutantenalopezie

- Syn.: Color Mutant Alopecia (CMA), Colour Dilution Alopecia (CDA), Blue Dog Disease, Blue Dobeman Disease.
- Vor allem Bereiche mit Eumelanin betroffen, Phäomelanin weniger.
- Nur pigmentierte Bereiche betroffen, unpigmentierte (weiße) Bereiche nicht.
- **Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft: Keine Heilung möglich, nur Kontrolle von Sekundärinfektionen.**







# M-Locus

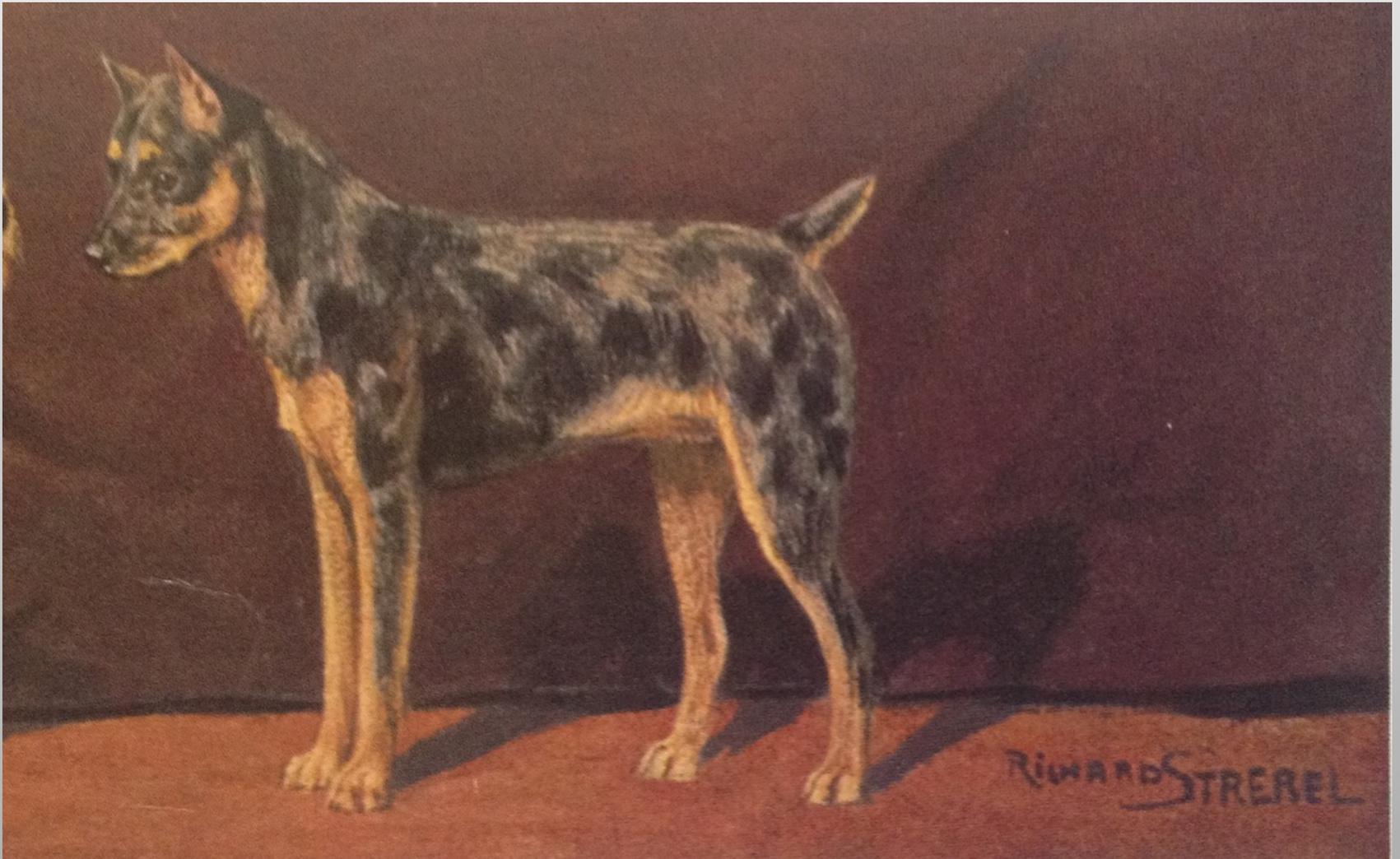
**M** merle

**Mc** cryptic merle

**m** non merle

# Harlekinpinscher

Früher anerkannt – heute ausgestorben



# Harlekinpinscher?

... oder Mischlinge?

<http://www.cani.com/cane-di-razza-harlekinpinscher>

# M-Locus (Merle)

## Unvollständig dominanter Erbgang

**M/m (heterozygot):** bisher kein Beleg für  
Schadwirkung



**M/M (homozygot):** Weißtiger, hoher Prozentsatz  
an Taubheit und Augenanomalien



# M-Locus (Merle)

- Gefahr:  
Merle prägt sich nur auf Eumelanin aus, nicht auf Phäomelanin!
- ☞ **Fazit:** Merle sieht man nur auf Eumelanin (ideal: schwarzem Pigment); nicht auf Phäomelanin (rotem oder gelbem Pigment).  
Weißscheckung „überdeckt“ Merle-Zeichnung.

# Merle-Faktor

- In USA werden merle Zwergschnauzer angeboten
- Merle-Gen ist höchstwahrscheinlich durch Einkreuzung in die Rasse gebracht worden

Fotos: [www.ssmithkennels.com](http://www.ssmithkennels.com)

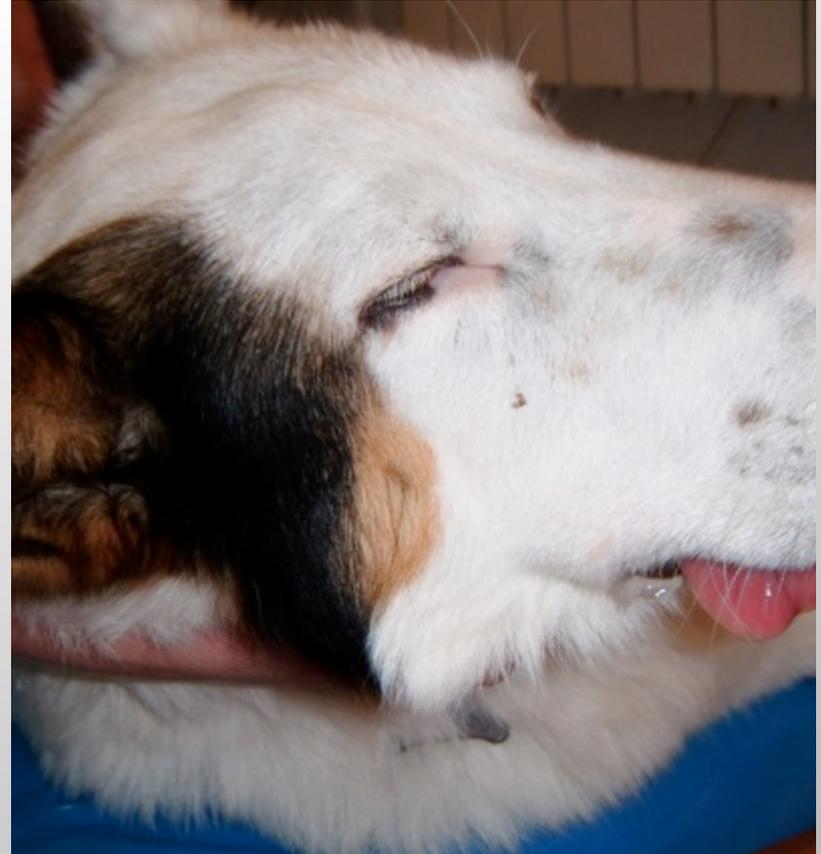
# S-Locus

**N** keine Piebald-Scheckung

**S** Piebald-Scheckung

# S-Locus (Piebald-Scheckung)

- Pigmentzellen wandern während der Embryonalentwicklung von der Neuralleiste in die Haut.
- Pigmentierung geht zentrifugal und konvex 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 Pfoten.
- Wird diese Migration gestört oder unterbrochen, so ist die „genetische Grundfarbe“ nur unvollständig zu sehen.



# Weißscheckung

- Wird in den USA beim Zwergschnauzer als „Parti“ gezüchtet (außerhalb des AKC)

Foto: [www.ssmithkennels.com](http://www.ssmithkennels.com)



# Weißscheckung

- Bei manchen Rassen (z.B. Britische Hütehunde, manche Doggen) gibt es offensichtlich noch eine andere Form der Weißscheckung, das so genannte Irish Pattern, das unabhängig von der Piebald-Scheckung des S-Locus vererbt wird.



# Extremscheckung

- Genotyp S/S
- Kommt bei verschiedenen Rassen vor:  
Dalmatiner, English Setter, weißer Bullterrier,  
Engl. Bulldogge, Franz. Bully, Chihuahua, Boxer  
etc.
- Nicht zu verwechseln mit weißer Fellfarbe  
durch aufgehelltes Phäomelanin!

## Extremscheckung



- Weiß ist reinweiß
- Unpigmentierte (rosa) Haut
- Helle Ballen und Krallen
- Lider und Lefzen teils unpigmentiert
- „Pigmentinseln“ möglich
- Dunkle Pigmentflecken am Bauch möglich
- **Taubheitsrisiko erhöht**

## Aufgehelltes Phäomelanin

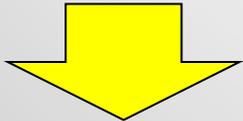


- Weiß kann Gelbstich haben
- Pigmentierte Haut
- Pigmentierte Ballen
- Pigmentierte Lider und Lefzen
- Keine „Pigmentinseln“
- Keine dunklen Pigmentflecken am Bauch
- Taubheitsrisiko nicht erhöht



## Extremscheckung

Keine Pigmentzellen vorhanden  
**Taubheitsrisiko, Sonnenbrand**

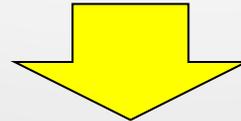


Chihuahua  
Bulldoggen  
Dalmatiner  
Bullterrier  
English Setter  
Dogo Argentino  
Sealyham Terrier  
etc.

# Dreierlei Weiß

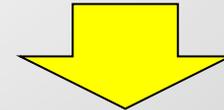


Aufgehelltes  
Phäomelanin  
Pigmentzellen vorhanden



Chihuahua  
Bulldoggen  
Weißer Zwergschnauzer  
West Highland White Terrier  
Pudel  
Weißer Schäferhund  
Spitz  
etc.

Tyrosinasemangel (verschiedene  
Grade möglich) Pigmentzellen  
vorhanden, aber keine  
Tyrosinaseaktivität  
**Lichtempfindlichkeit, Hauttumoren**



Sehr selten!  
Gezielte Zucht beim  
Dobermann, sonst  
sporadisch in diversen  
Rassen

# Problem:

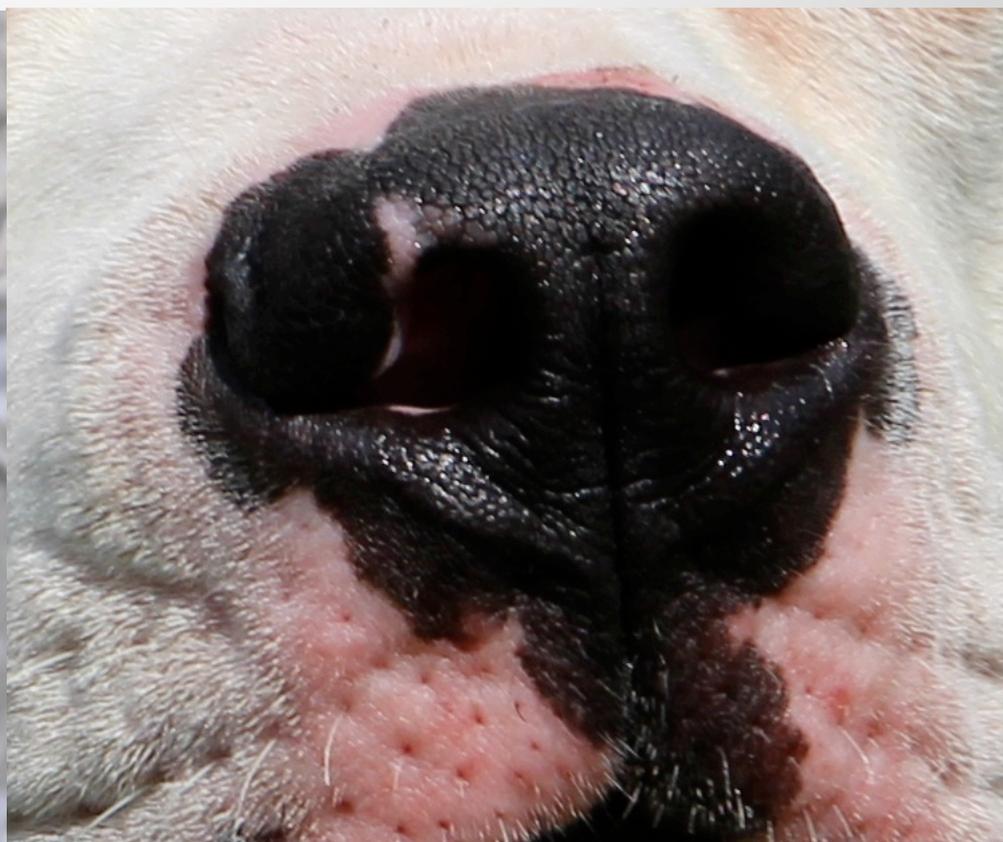
- Extremscheckung und aufgehelltes Phäomelanin kann zugleich auftreten





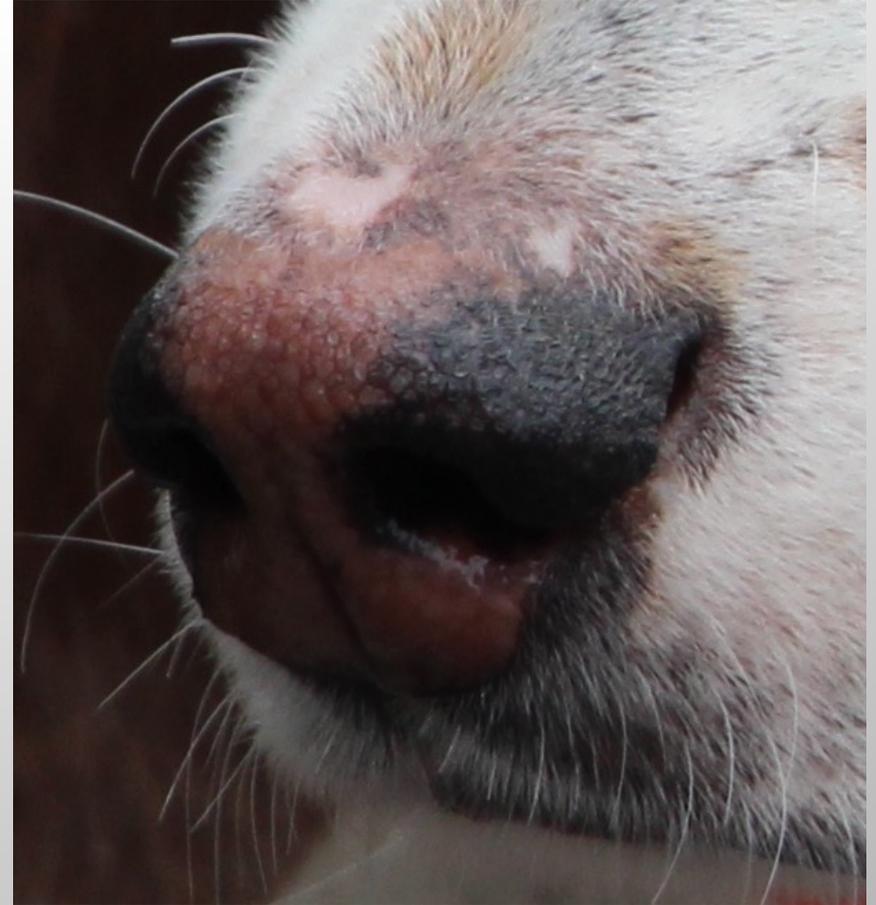
# Problem:

- Darum: Bei weißen Zwergschnauzern unbedingt auf dunkel pigmentierte Lider und Haut achten



# Problem:

- Darum: Bei weißen Zwergschnauzern unbedingt auf dunkel pigmentierte Lider und Haut achten  
(Wechselnase ist keine Depigmentierung!)



# Blaue Augen

Es gibt mindestens 3 verschiedene genetische Ursachen für blaue Augen:

- Merle
- Weißscheckung
- Bislam nicht identifizierter Faktor für blaue Augen



# Blaue Augen

Bei Pinscher- und Schnauzerrassen eher selten, da weder mit Merle noch mit Piebald gezüchtet wird (dieses Foto stammt aus einem amerikanischen Zwinger, in dem auch mit merle gezüchtet wird).

Foto: [www.ssmithkennels.com](http://www.ssmithkennels.com)

# Rotstich im Fell

- **Physikalisch/Chemikalisch:**
  - durch Speichel
  - Durch Chemikalien (Chlorwasser, Shampoo etc.)
  - 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 erinnere 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.
- **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 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.

# Rotstich bei schwarzen Hunden



# Rotstich bei schwarzen Hunden



# Rotstich bei weißen Hunden

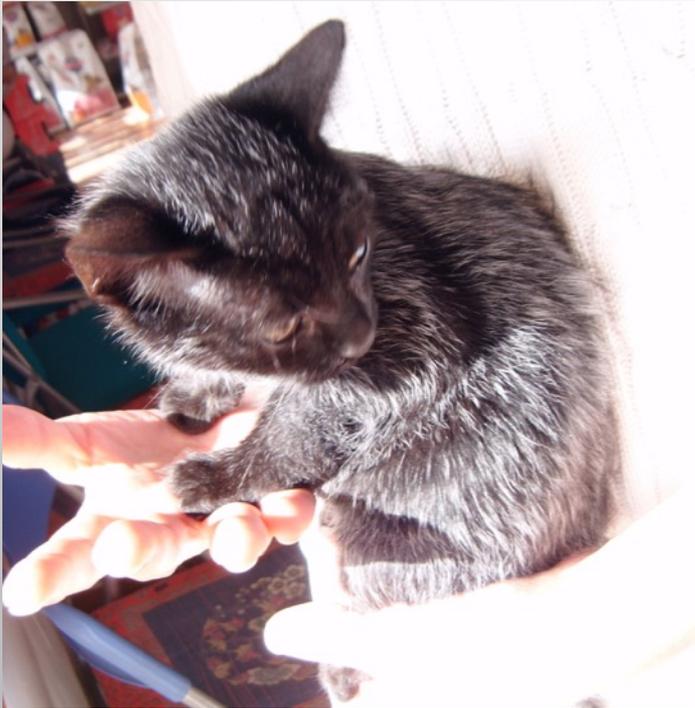




# „Fever Coat“

- Schwarzes Fell bei Geburt mit weißen Stichelhaaren versetzt
- Bisher vor allem bei Bearded Collie und Border Collie beobachtet, kommt aber wahrscheinlich auch bei anderen Rassen vor.
- Auffällig: Stichelhaare vor allem in wärmeren Körperregionen (Rumpf)
- Bisher keine gesicherten Erkenntnisse über die Entstehung
- Theorie I: Fiebrige Erkrankung (oder Impfung?) der Mutter während Trächtigkeit?
- Theorie II: Hypothyreose während Trächtigkeit?

# „Fever Coat“



# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- Stichelhaare
- Helle Unterwolle
- Mischerbig KB/ky
- Dilution
- Progressive Ergrauung

# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- **Stichelhaare**
- Helle Unterwolle
- Mischerbig KB/ky
- Dilution
- Progressive Ergrauung

# Stichelhaare



# Stichelhaare



# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- Stichelhaare
- **Helle Unterwolle**
- Mischerbig KB/ky
- Dilution
- Progressive Ergrauung

# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- Stichelhaare
- Helle Unterwolle
- **Mischerbig KB/ky**
- Dilution
- Progressive Ergrauung



# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- Stichelhaare
- Helle Unterwolle
- Mischerbig KB/ky
- **Dilution**
- Progressive Ergrauung

# Dilution

- D-Locus  
(Blauverdünnung)
- Welpen sind  
bereits bei Geburt  
blaugrau



# Problem: Ergrauung schwarzer Schnauzer

Verschiedene Ursachen möglich:

- Stichelhaare
- Helle Unterwolle
- Mischerbig KB/ky
- Dilution
- **Progressive Ergrauung**

# Progressive Ergrauung



# Progressive Ergrauung



# Progressive Ergrauung



# Progressive Ergrauung: Woran erkennt man, dass ein schwarzer Welpe ergrauen wird?

- Verschiedene Züchterbeobachtungen:
  - Hellere Haare zwischen Pfotenballen bei neugeborenen Welpen
  - Hellerer Haarkranz unterhalb der Augen, um Fang herum (ca. 7. bis 9. Woche)
  - Ergrauung dominant über Nicht-Ergrauung

# Progressive Ergrauung

Beispiel Silberpudel: Erste Anzeichen: weiße Härchen zwischen Pfotenballen, dann weiße Haare um Augen und Schnauze.



# Progressive Ergrauung

**Vor dem ersten Puppy-Clip**



**Nach dem ersten Puppy-Clip**



Beispiel Silberpudel: Hier sieht man deutlich, wie das Haar an der Basis beginnt heller zu werden.



# Vitiligo

- Autoimmunreaktion gegen Pigmentzellen
- Genetische Komponente wird vermutet
- Nicht heilbar
- Leichte Rückbildung möglich

# Fellfarbe und Verhalten

- Zusammenhang wird mit Tyrosinase-Aktivität 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 Epidermis)
- Es gibt unterschiedliche MC1R-Rezeptoren
- Tyrosinaseaktivität läßt sich nicht unbedingt an Fellfarbe ablesen (Weißscheckung)
- Tyrosinasmangel führt zu Albinos (hier evtl. Unterschiede vorhanden, allerdings beim Hund nicht wissenschaftlich untersucht)
- „Cockerwut“ bei roten Cockern: läßt sich durch getrennte Farbzucht erklären, rote waren außerdem lange Zeit am häufigsten.



# Gentest: Chancen und Risiken

## Chancen:

- ☞ Gesundheitliche Probleme ausschließen (z.B. dilute, Extremscheckung)
- ☞ Eindeutige Zuordnung eines unklaren Phänotyps

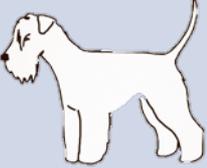
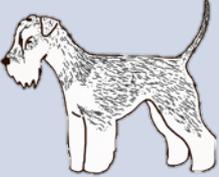
## Risiken:

- ☞ Genetische Verarmung durch einseitige Selektion und Verzicht auf Zucht mit Trägern

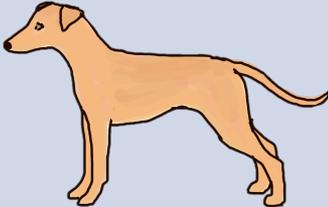
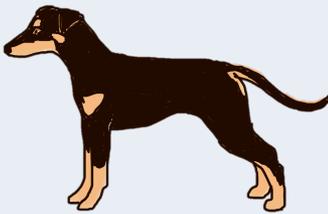
# Interpretation der Befunde

- Schreibweise kann je nach Labor unterschiedlich sein.
- Entweder Großbuchstabe für dominantes Allel, Kleinbuchstabe für rezessives Allel.  
Beispiel: KB/ky oder E/e
- Manchmal auch Buchstabenkürzel für die Mutation und N für die Wildform.  
Beispiel: S-Locus mit N und S

# Was kann der Gentest - Schnauzer

	Fellfarbe	Trägt er ...?	Genort	Er kann nicht tragen ...
	Weiß	Dominant schwarz Pfeffer-salz Schwarz-silber Rezessiv schwarz	K-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus	
	Dominant Schwarz	Weiß Pfeffer-salz Schwarz-silber	E-Locus K-Locus, A-Locus K-Locus, A-Locus	
	Pfeffer-salz	Weiß Schwarz-silber Rezessiv schwarz	E-Locus A-Locus A-Locus	Dominant schwarz
	Schwarz-silber	Rezessiv schwarz Weiß	A-Locus E-Locus	Pfeffer-salz, Dominant schwarz
 Dr. Anna Laukner	Rezessiv schwarz	Weiß	E-Locus	Pfeffer-salz, schwarz-silber, dominant schwarz

# Was kann der Gentest - Pinscher

	Fellfarbe	Trägt er ...?	Genort	Er kann nicht tragen ...
	Rot	Schwarz-rot Dilute	A-Locus D-Locus	
	Schwarz-rot	Dilute	D-Locus	Rot

# Welche Gentests auf Farben gibt es?

- A-Locus
  - B-Locus
  - D-Locus
  - E-Locus
  - EM-Locus
  - EH- (EG-) Locus
  - H-Locus
  - K-Locus
  - M-Locus
  - S-Locus
  - Saddle-tan-Locus
- Fellarten:
- Furnishing
  - Curly
  - Langhaar

# Gentest

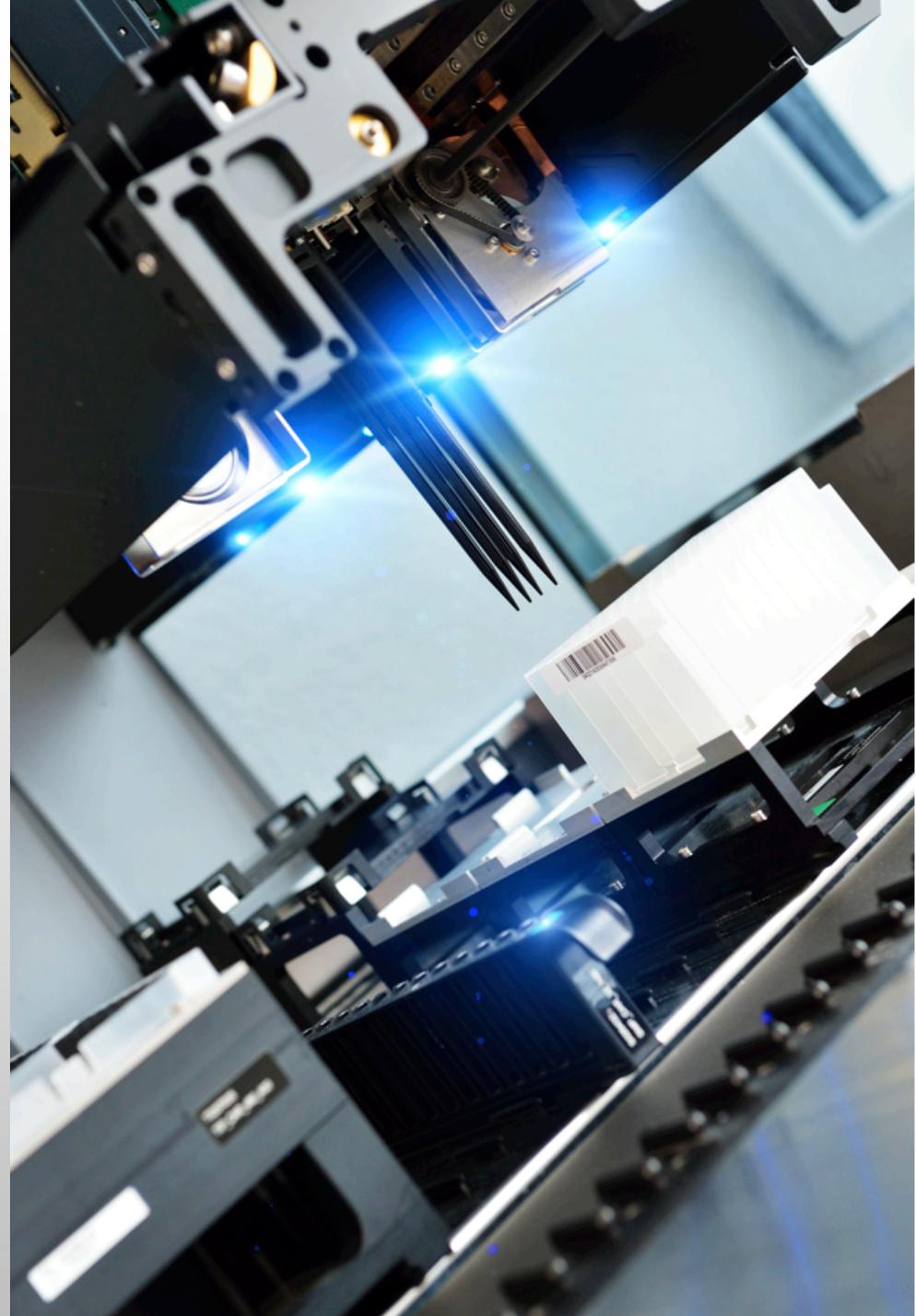
- Auf Züchterwunsch
- Aus Blutprobe (Tierarzt) oder Backenabstrich (Züchter)
- Bei rechtlicher Relevanz:  
Immer Blutprobe mit Identitätsnachweis!
- Bei Fragen:

👉 [www.labogen.de](http://www.labogen.de)

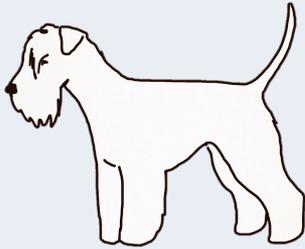
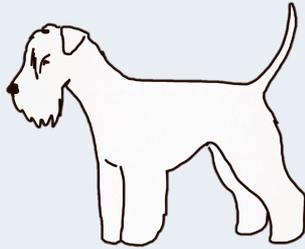
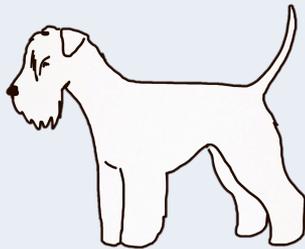
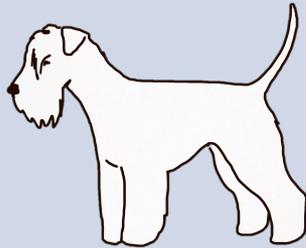
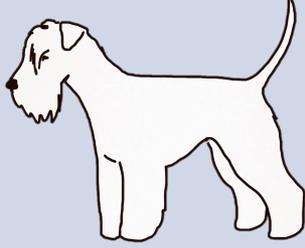
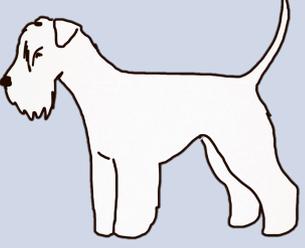
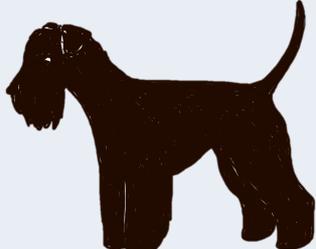
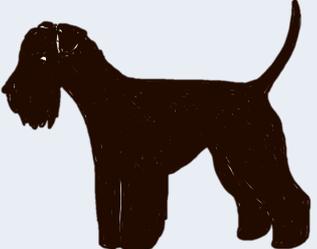
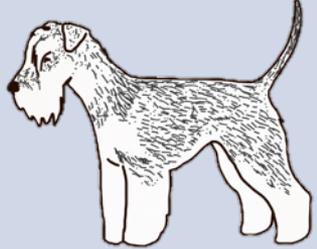
👉 [labogen@laboklin.de](mailto:labogen@laboklin.de)

👉 Webshop:

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



# Ein paar praktische Übungen ...

		K-Lokus		A-Lokus	
				Pfeffersalz (aw/-)	Schwarzsilber (at/at)
E-Lokus	e/e (nur Phäomelanin)	KB/-			
		ky/ky			
	E/-	KB/-			
		ky/ky			

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

at/at am A-Locus

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

at/at am A-Locus

KB/ky am K-Locus

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

at/at am A-Locus

KB/ky am K-Locus

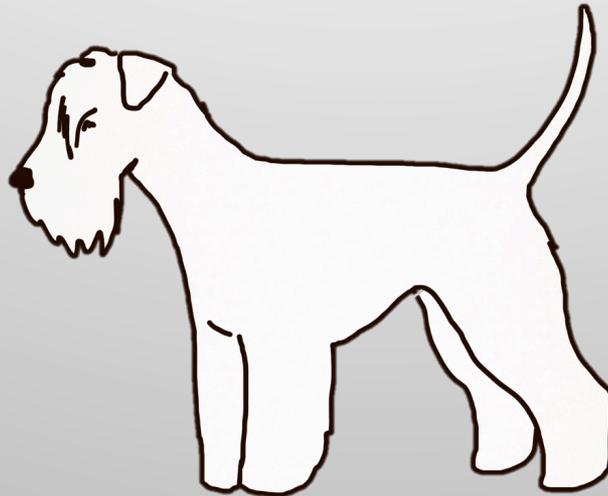
e/e am E-Locus

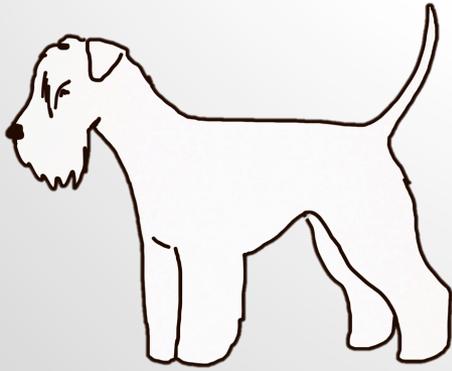
Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

at/at am A-Locus

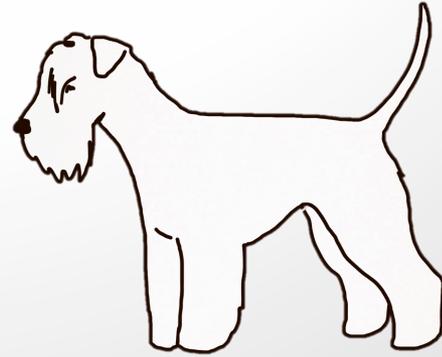
KB/ky am K-Locus

e/e am E-Locus



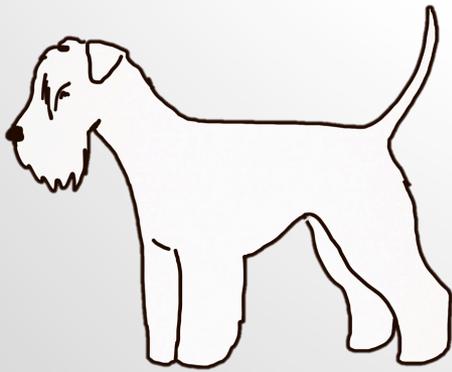


X

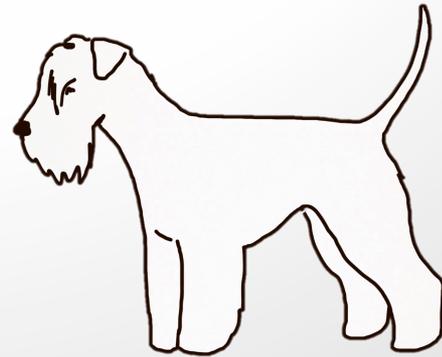


=

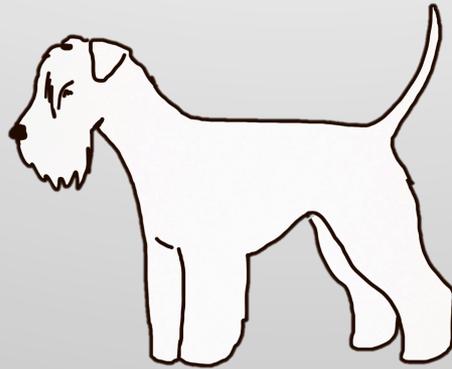
?



X



=



Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

Genotyp E/e am E-Locus

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

Genotyp E/e am E-Locus

Genotyp at/at am A-Locus

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

Genotyp E/e am E-Locus

Genotyp at/at am A-Locus

Genotyp KB/KB am K-Locus

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus?

Genotyp E/e am E-Locus

Genotyp at/at am A-Locus

Genotyp KB/KB am K-Locus

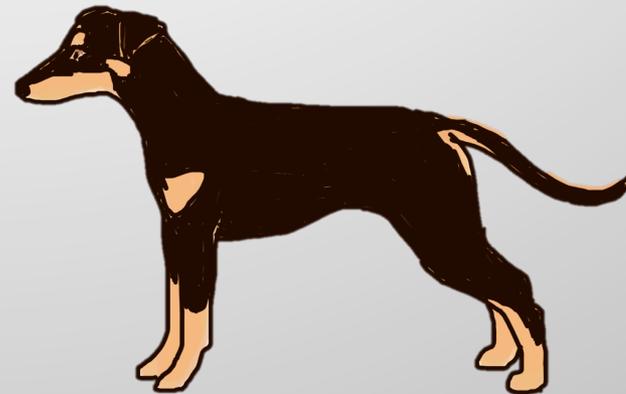


Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus:

$E/e \text{ ky/ky at/at}$

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus:

$E/e$   $ky/ky$   $at/at$

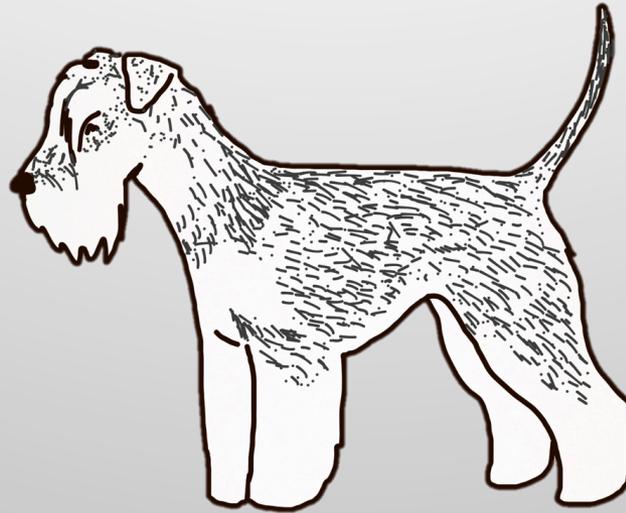


Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus:

$E/e \text{ ky/ky aw/at}$

Wie sieht ein Hund mit folgendem Genotyp aus:

$E/e$   $ky/ky$   $aw/at$



Welche Genorte würden Sie bei diesem Hund testen lassen?



# Welche Genorte würden Sie bei diesem Hund testen lassen?



E-Locus  
A-Locus

# Welche Genorte würden Sie bei diesem Hund testen lassen?



Ergebnisse:

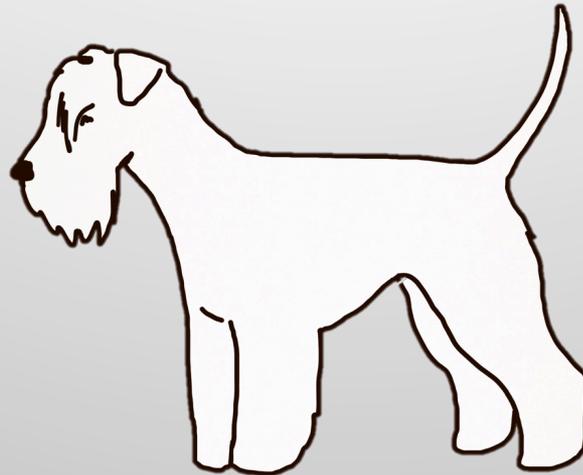
E-Locus: E/e

A-Locus: aw/at

Was bedeutet das für den Zuchteinsatz?

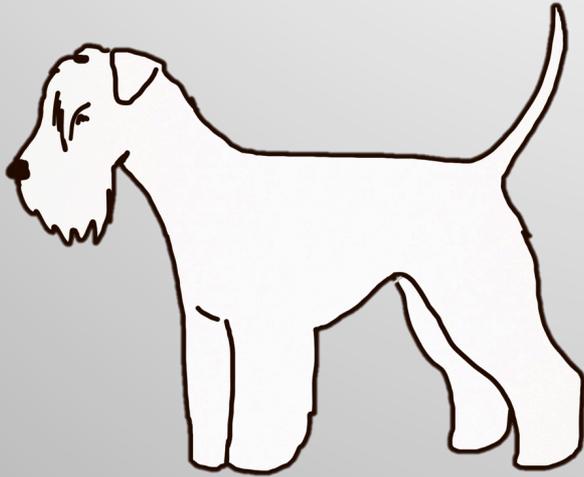
# Neuer Fall ...

- Weisse Zwergschnauzer-Hündin
- Frage: Wie finde ich heraus, ob diese Hündin pfeffersalz oder schwarzsilber trägt?



# Neuer Fall ...

- Weisse Zwergschnauzer-Hündin
- Frage: Wie finde ich heraus, ob diese Hündin pfeffersalz oder schwarz Silber trägt?

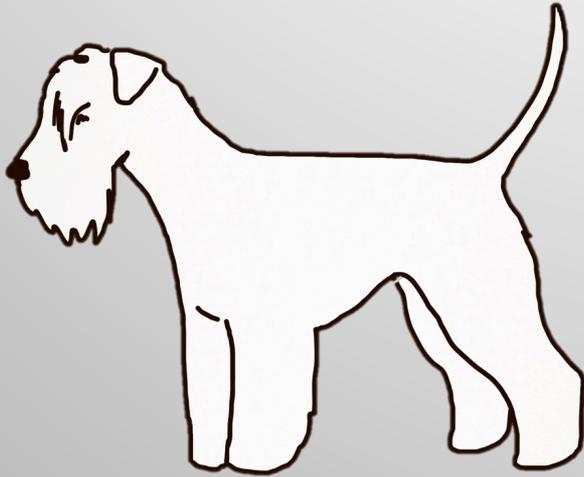


## Antwort:

- Test auf den K-Locus (sie braucht mindestens ein  $ky$ )
- Test auf den A-Locus

# Neuer Fall ...

- Weisse Zwergschnauzer-Hündin
- Frage: Wie finde ich heraus, ob diese Hündin pfeffersalz oder schwarzsilber trägt?



## Testergebnis:

- KB/ky
- aw/at

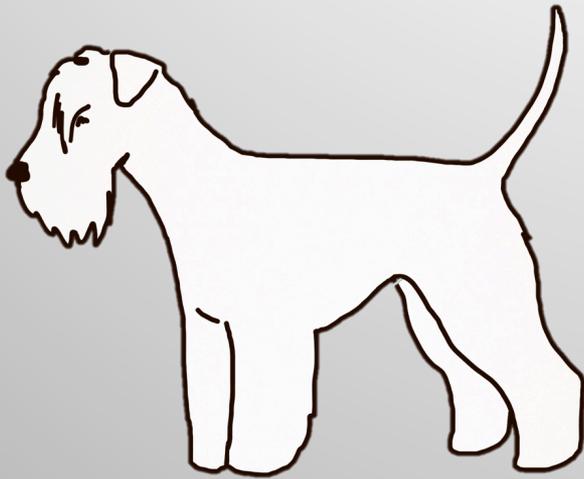
## Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarzsilber Rüden möglich?

# Neuer Fall ...

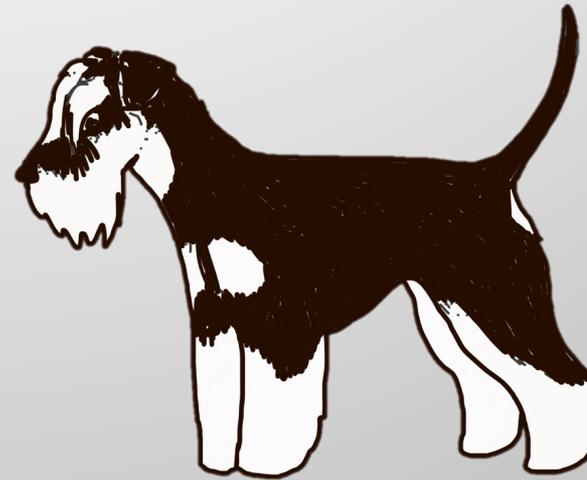
Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarz-silber Rüden möglich?



e/e KB/ky aw/at

X

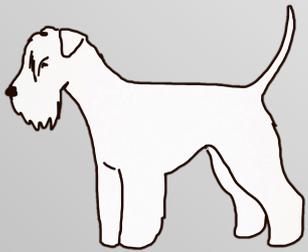


E/? ky/ky at/?

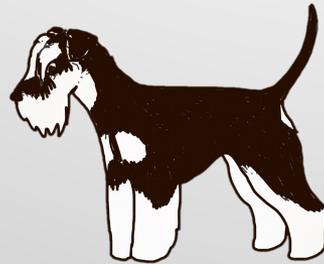
# Neuer Fall ...

Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarz-silber Rüden möglich?



X



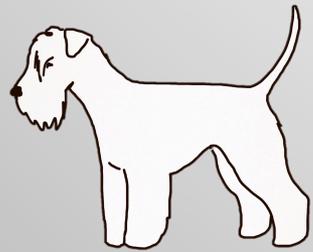
e/e KB/ky aw/at

E/e ky/ky at/at

# Neuer Fall ...

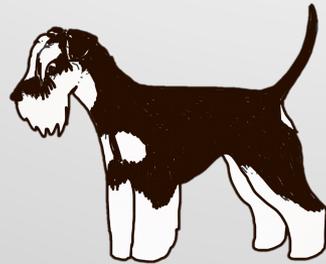
Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarz-silber Rüden möglich?

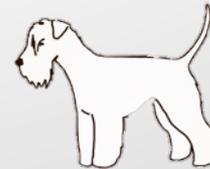


e/e KB/ky aw/at

X



E/e ky/ky at/at



e/e



E/- ky/ky at/at



E/- ky/ky aw/at

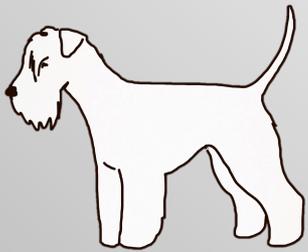


E/- KB/ky

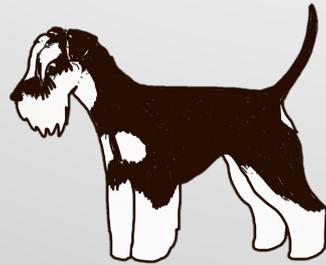
# Neuer Fall ...

Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarz-silber Rüden möglich?



X



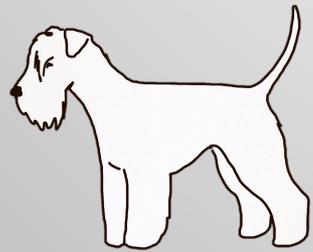
e/e KB/ky aw/at

E/E ky/ky at/at

# Neuer Fall ...

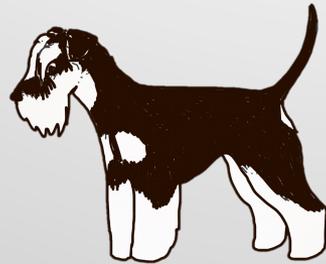
## Frage:

Was für Farben sind bei der Verpaarung mit einem schwarz-silber Rüden möglich?

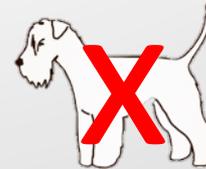


e/e KB/ky aw/at

X



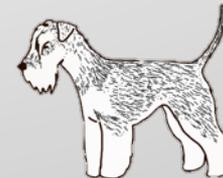
E/E ky/ky at/at



e/e



E/- ky/ky at/at



E/- ky/ky aw/-



E/- KB/ky

# Merke:

- Weiß x Weiß gibt immer weiß
- Schwarz aus ps/ss x ps/ss kann zwei mögliche Ursachen haben: Anderer Vater oder rezessives schwarz
- Pfeffersalz kann schwarz-silber tragen, aber nicht andersherum
- Schwarzmaske ist dominant über Nicht-Maske

# Farbmischverpaarungen – was muss man beachten?

- Schwarz kann Träger von farbintensivem Phäomelanin sein
- Genotyp aw/at (Pfeffersalz, der schwarzsilber trägt) kann dunkler sein als reinerbiger Pfeffersalz (aw/aw)
- Weiß kann eingesetzt werden, um die Farbintensität von Phäomelanin „aufzuhellen“ – vorher sollte aber auf A-Lokus und K-Lokus getestet werden.

**Fazit: Gentests sind ein wichtiges Instrument zur effektiven Planung von Farbmischverpaarungen!**