

# Kleine Einführung in die Vererbungslehre, Rezessiver Erbgang, Mendel'sche Regeln 1 und 2.

Erarbeitet und zusammengefasst von Gisela Kemper

21. September 2005

Die Tatsache, dass bei vielen unserer Rassehunde leider eine Zunahme der Erbdefekte zu verzeichnen ist und da laut Aussage namhafter Genetiker die meisten Erbdefekte rezessiv (monogen rezessiv oder polygen rezessiv) vererbt werden, sollten sich verantwortungsvolle Züchter zunehmend mit dieser Art der Vererbung vertraut machen. Wenn man sich mit diesen Grundlagen ein wenig auseinandersetzt, erkennt man schnell, welche wichtigen Folgen diese Art der Vererbung für eine Population haben kann. Auf diese möglichen Folgen will ich im Anschluss eingehen. Da ich festgestellt habe, dass der rezessive Erbgang in vielen Büchern verwirrend, teilweise gar mit falschen Schlussfolgerungen dargestellt wird, ist dieses hier der Versuch, das Ganze etwas einfacher und anschaulicher darzustellen. Da dies ein Versuch ist, wäre ich für Ergänzungen, Korrekturen, kritische wie bestätigende Rückmeldungen dankbar. Am besten in mein email-Fenster eintippen. Diese Arbeit ist nicht abgeschlossen. Sie soll und kann immer wieder korrigiert und nachgebessert werden.

## Wie verschieden sind Geschwister ?

Nun, was wissen wir alle schon über Vererbung?

z.B. Dass in der Natur und bei der Vererbung Frau und Mann, bzw. Mutter und Vater gleichberechtigt sind.

Beide geben ihre Anlagen an die Kinder weiter. Trotzdem kommt es vor, dass manche Kinder mehr nach dem Vater oder mehr nach der Mutter geraten. Der Zufall mischt die Karten der Erbanlagen, die zum Tragen kommen. So haben manche Kinder mehr Glück als ihre Geschwister. Jeder von uns kennt dazu Beispiele aus der eigenen Verwandtschaft.

Wie kommt es zur Weitergabe der Erbanlagen von Vater und Mutter auf die Kinder? Und wie kommt es zu solch unterschiedlicher, manchmal „ungerechter“ Verteilung von Erbanlagen unter Geschwistern?

Jede Körperzelle trägt auf ihren Chromosomen die gesamte Erbinformation des betreffenden Individuums. Jede befruchtungsfähige Keimzelle (Sperma- oder Eizelle) trägt aber nur eine Hälfte der Erbinformationen, doch davon später.

Der Mensch hat 46 Chromosomen (bzw. 23 Chromosomenpaare), der Hund hat 78 Chromosomen (bzw. 39 Chromosomenpaare). Diese Chromosomenfäden beinhalten die sog. DNS (Dexyribo-Nukleinsäure), die in viele tausend Abschnitte, die Gene unterteilt ist.

Beim Menschen gibt es etwa 30.000 verschiedene Gene, beim Hund nimmt man zwischen 20.000 bis 30.000 Genen an.

Jedes dieser Gene ist für ein Merkmal oder für einen Teil eines Merkmals zuständig.

Ist nur ein Gen für die Ausbildung eines Merkmals zuständig, wird dieses Merkmal monogen bestimmt (mono=1), sind mehrere Gene für die Ausbildung eines Merkmals zuständig, wird dieses Merkmal oder auch dieser Defekt polygen (poly = viele) bestimmt. Der dazugehörige Erbgang wird als monogenetischer bzw. polygenetischer Erbgang bezeichnet.

Dass manche Kinder, was Schönheit bzw. Intelligenz betrifft, Vorteile gegenüber ihren Geschwistern haben, hängt unter anderem damit zusammen, dass diese Merkmale polygenetisch bestimmt werden. Der Zufall mischt die Karten: das eine Kind kriegt z.B. mehr von Mutters Intelligenz-Genen oder von Vaters Schönheits-Genen mit als das andere. Wie kommt es dazu?

### Reduktionsteilung (Meiose)

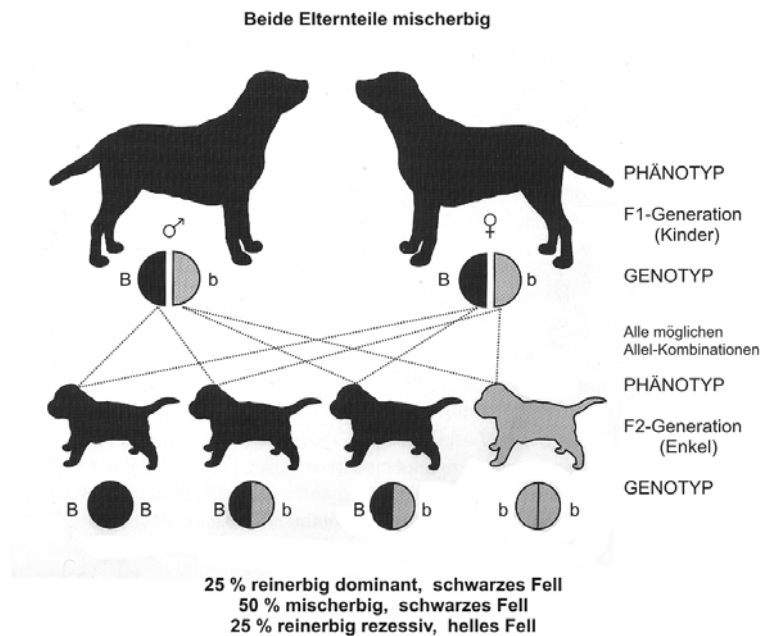
Die 1. Auswahl der Erbanlagen für ein neu gezeugtes Individuum erfolgt bei der Reduktionsteilung, der sogenannten „Meiose“.

Würden 2 Keimzellen jeweils ihren gesamten doppelten Chromosomensatz einbringen, hätten wir in der folgenden Generation zunächst den 4-fachen, dann den 8-fachen, später den 16-fachen Chromosomensatz. Der Chromosomensatz würde von Generation zu Generation exponential steigen, damit wären viele Störungen vorprogrammiert. Damit das nicht eintritt, wurde im Laufe der Evolution bei der Produktion von Samen- bzw. Eizellen für die geschlechtliche Vermehrung ein **Reduktionsmechanismus** „erfunden“, mit welchem die doppelte Genpackung dieser Zellen in eine einfache vermindert wird. Diese Reduktionsteilung läuft bei allen Säugetieren in den Eierstöcken bzw. in den Hoden ab. Weil dann in den Keimzellen jeweils nur noch die Hälfte der Genpackung enthalten ist, geben Vater oder Mutter bei einer Zeugung jeweils nur eine Hälfte ihrer Erbanlagen weiter. Bei jeder weiteren Zeugung geben die Elterntiere wieder eine anders „zusammengestellte“ Hälfte ihrer Erbanlagen weiter. Diese jeweils anders zusammengestellten Hälften „überlappen“ sich teilweise. Je größer diese „Überlappungen“ sind, umso größer ist die Ähnlichkeit der betreffenden Geschwister.



Ein Wurf Österreichische Pinscher  
So verschieden können Geschwister sein.

## Mischererbigkeit – Reinerbigkeit (Heterozytogie-Homozytogie) Zufälle bei der Vererbung



Der Einfachheit halber wollen wir uns im Folgenden auf monogen bestimmte Merkmale und auf Merkmale bei Hunden konzentrieren. Greifen wir uns z.B. ein für die Farbvererbung zuständiges Gen heraus. Jedes Gen besteht aus einem Paar von sogenannten Allelen. Jedes Einzelne dieser beiden Allele stammt vom Vater bzw. von der Mutter des betreffenden Hundes.

Gene bestehen also aus „Partner-Allelen“. Diese „Partner-Allele“ können identisch oder verschieden sein. Bei identischen Allelen spricht man von **reinerbig**, (=homozygot), bei gemischten Allelpaaaren von **mischerbig** (=heterozygot).

Die meisten Gene des Wolfes oder eines noch nicht reingezüchteten Hundes sind noch mischerbig. Sie enthalten noch 2 verschiedene Allele, meist ein dominantes und ein rezessives. Bei der rezessiven Vererbung wird ein rezessives Allel zwar von dem dazugehörigen dominanten Allel unterdrückt, aber es geht nicht verloren, sondern wird verdeckt (=rezessiv) weitervererbt. Die dominanten Allele werden mit Großbuchstaben, die rezessiven mit Kleinbuchstaben bezeichnet. So ein die Fellfarbe bestimmendes Gen einer Zelle besteht zunächst z.B. aus dem Allelpaar Bb. Nun reifen diese Zellen in den Keimdrüsen (Hoden oder Eierstöcken) zu Fortpflanzungszellen heran und müssen deshalb auf die Hälfte reduziert werden. So erhalten 50% der sich bildenden Keimzellen nur das Allel B und die anderen 50% nur das Allel b.

Das heißt, dass bei dem Einsatz einer einzelnen Keimzelle jeweils nur ein Allel weitergeht, das dazugehörige Partner-Allel kommt bei dieser Zellverschmelzung nicht zum Einsatz. So geben Vater-Rüde oder Mutter-Hündin jeweils nur eine Hälfte

ihrer Erbanlage weiter, die andere Hälfte geht verloren, zumindest bei dieser Zellverschmelzung, bei diesem **einen** neugezeugten Nachkommen.

Dieses Schema werde ich nachher wieder einsetzen, dann wollen wir es uns genauer betrachten. Vorab will ich damit nur kurz zeigen, dass Geschwister, bei Hunden Wurfgeschwister, sich nicht nur von Vater und Mutter unterscheiden können, sondern dass sie auch untereinander recht verschieden sein können.

Nun können wir uns vorstellen, dass es Zufall ist, welche Keimzellen mit welchem Allel bei einer Zeugung zum Einsatz kommt. So kann es bei der Zeugung von nur wenigen Kindern durchaus häufiger zum Einsatz des Allels b gegenüber dem Allel B kommen. Erst nach Einsatz von vielen Keimzellen, d.h. bei vielen Nachkommen kommt es zum statistisch gleichmäßigen Einsatz der Allele von beiden Seiten und zum Beispiel zu der gezeigten Verteilung von schwarzen und hellen Nachkommen.

**Diese Zufälligkeiten müssen wir uns im Folgenden unbedingt immer im Auge behalten.**

Die Mendel'schen Regeln sind für Hundezüchter nicht so leicht nachvollziehbar wie etwa für Züchter von Labormäusen oder Kaninchen oder auch für Pflanzenzüchter wie Mendel es war. Warum?

Bei Labormäusen kann man in sehr kurzer Zeit eine Vielzahl von Nachkommen erleben. Je größer aber die verfügbaren Zahlen sind, desto eher bestätigen sich bekanntlich statistische Berechnungen.

**Wir Hundezüchter erhalten bei einem einzigen Wurf dagegen nur einen kleinen zufälligen Ausschnitt der möglichen Nachkommen.**

Wenn wir uns vorstellen, dass alle Merkmale eines Hundes von insgesamt 100.000 Genen bzw. 200.000 Allelen bestimmt werden, merken wir, dass es viele 1000 Kombinationsmöglichkeiten der Erbinformationen gibt.

Bei der Entstehung eines neuen Individuums spielen 2 aufeinanderfolgende Zufälle eine Rolle:

1. welche Hälfte der Mutter-Allele kommen zum Einsatz und
2. mit welcher Hälfte der Vater-Allele treffen sie zusammen.

Daraus folgt, dass die häufig gehörte Aussage:

„Geschwister sind gleich, weil sie von den gleichen Eltern abstammen“, ein Irrtum ist. Allerdings sind Wurfgeschwister von Rassehunden untereinander meist ähnlicher als Menschengeschwister. Warum?

Die Eltern von Rassehunden sind bereits gezüchtet und deshalb auf vielen Genen **reinerbig**. **Deshalb können sie nur noch dieses eine Merkmal weitervererben.** In unserer Tafel sehen wir z.B. rechts unten den kleinen hellen Hund mit bb. Dieser reingezüchtete Welpen wird nur noch „b“ weitervererben können.

Je enger ein Hund gezüchtet, umso mehr seiner Gene sind reinerbig, umso eher wird er seine so „gefestigten“ Merkmale und Eigenschaften weitervererben. Die Züchter sprechen dann von einem **starken Vererber**.

Nun hat Mendel bei der Vererbung bestimmte Verteilungen erkannt. Mit Erbsen, Bohnen und Fuchsien konnte er eine Vielzahl von Nachkommen in sehr kurzer Zeit erzeugen.

Hierbei konzentrierte er sich immer auf ein oder höchstens zwei monogen bestimmte Merkmale. Dies wollen wir im Folgenden auch tun.

Jedes Gen besteht also aus 2 Allelen, einem vom Vater und einem von der Mutter. So müsste es theoretisch bei der Ausbildung eines jeden monogenetisch bestimmten Merkmals zu einer **Mischung** aus den Anlagen von Vater und Mutter kommen, sofern beide Allele „gleichberechtigt“ sind. Mendel hat diese Vermischung von Erbanlagen z.B. bei Fuchsien beobachtet. Da hat er aus der Kreuzung von roten und weißen Fuchsien tatsächlich rosafarbene erhalten. Diese Art der Vererbung, die sogenannte **intermediäre Vererbung** kennen wir bei der Hundezucht z.B. bei der Vererbung der Merlefarbe. Bei der Pinscherzucht kenne ich noch kein Beispiel für typische „intermediäre Vererbung“.

Meistens sind die Allele auf einem Genort aber nicht gleichberechtigt so wie bei der intermediären Vererbung, sondern es treffen dominante Allele mit rezessiven zusammen. Vor der Reinzüchtung unserer Hunderassen gab es hauptsächlich gemischterbige Hunde mit einem dominanten und einem rezessiven Allel auf einem Genort. Damit sind wir bei dem Begriff **dominant**, der Gegenbegriff heißt **rezessiv**. Ein rezessives Allel wird beim hier besprochenen rezessiven Erbgang vom dominanten Allel überdeckt. Das heißt, es kommt das Merkmal des dominanten Allels zur Ausprägung im **Erscheinungsbild**, im **Phänotyp**. Das rezessive Allel geht dabei aber keinesfalls verloren, sondern wird verdeckt (=rezessiv) weitervererbt. Im Genotyp bleibt es erhalten.

Bei den Fellfarbe bestimmenden Genen z.B. werden die rezessiven Allele für helles Fell unterdrückt von den dominanten Allelen für schwarzes Fell.

Durch die Züchtung auf bestimmte Merkmale wurden die verschiedenen Rassen reinerbig in bestimmten Merkmalen. Das heißt, es wurde nur noch dieses Merkmal innerhalb einer Rasse weitervererbt.

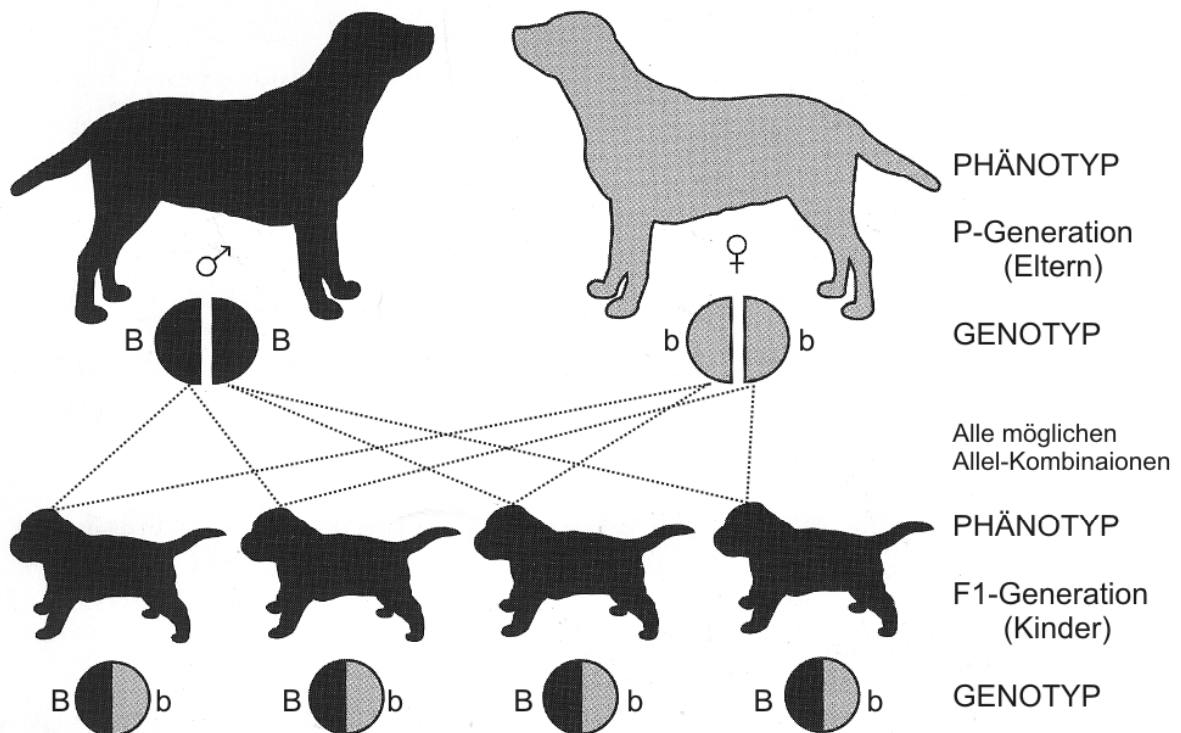
### 1. Mendel'sche Regel (Uniformitätsregel)

Bevor Mendel seine Erbgesetzmäßigkeiten herausfinden konnte, begann er zunächst reinerbige Erbsen zu züchten. **Diese reinerbigen Erbsen waren sein Ausgangsmaterial.**

Auch bei unseren nun folgenden Betrachtungen wollen wir zunächst von Hunden ausgehen, die in einem Merkmal reinerbig sind.

## TAFEL A

Ein Elternteil reinerbig dominant - ein Elternteil reinerbig rezessiv



Alle (100%) Nachkommen mischerbig, schwarzes Fell

- Uniformitätsregel -

Ist ein Elternteil reinerbig dominant für schwarzes Fell und ein Elternteil reinerbig rezessiv für helles Fell, so sind 100% aller Nachkommen mischerbig.

Da schwarz dominant über hell ist, werden alle Nachkommen aus dieser Verpaarung das dominante Gen zum Ausdruck bringen und schwarzes Fell haben.

**Tafel A** zeigt uns was passiert, wenn man einen reinerbig schwarzen Rüden mit einer reinerbig hellen Hündin verpaart (bzw. kreuzt). Dabei wird jedes Allel B des Vaters mit jedem Allel b der Mutter zu einem neuen Allelpaar Bb verschmelzen.

**Andere Allelkombinationen sind hierbei nicht möglich.**

So werden alle Nachkommen genau dieses gleiche Allelpaar erhalten und sowohl genotypisch wie auch phänotypisch in diesem Merkmal gleich sein.

Wenn wir das verstanden haben, haben wir bereits die **1. Mendel'sche Regel** verstanden.

Sie besagt, dass bei der Verpaarung von 2 Individuen, die beide reinerbig, aber verschieden sind in einem Merkmal, z.B. ein schwarzer Rüde und eine helle Hündin,

alle Nachkommen gleich bzw. „uniform“ sind bezüglich dieses einen Merkmals und zwar sowohl im Genotyp als auch im Phänotyp.  
Das ist die sogenannte 1.Regel von Mendel, die sogenannte

### **Uniformitätsregel**

Nochmal zur kurzen Vertiefung von Tafel A:

**Ist ein Elternteil reinerbig dominant für schwarzes Fell und ein Elternteil reinerbig rezessiv für helles Fell, so sind 100% der Nachkommen mischerbig.**

**Da schwarz dominant über hell ist, werden alle Nachkommen zwar das dominante Gen zum Ausdruck bringen und schwarzes Fell haben, aber sie werden alle die rezessive Anlage für helles Fell tragen und weitervererben.**

Erst wenn in irgendeiner Folgegeneration diese Anlageträger mit einem 2. Anlageträger zusammentreffen, wird die helle Haarfarbe wieder in Erscheinung treten.

Anmerkung am Rande: bei unseren DP ist dies nicht der Fall, da ist **rot** (hell) dominant über schwarz-rot. Die roten DP sind einfarbig, die schwarz-roten sind zweifarbig. Einfarbig (=rot) ist in diesem Fall dominant über zweifarbig.

Weil nun die Nachkommen von reinerbigen Eltern alle gleich sind, ist das Ganze vielleicht noch nicht so spannend, zumal man hieraus den voreiligen Schluss ziehen könnte, dass Geschwister oder Wurfgeschwister eben doch immer gleich sind, weil sie von den gleichen Eltern abstammen.

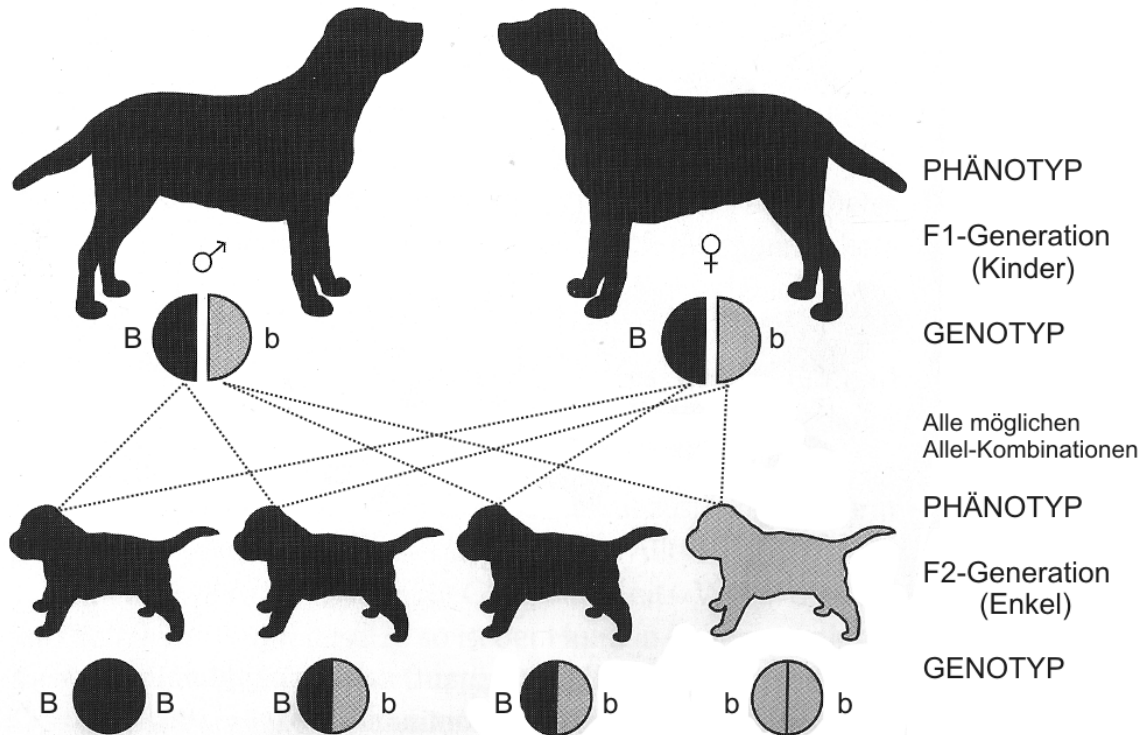
**So möchte ich noch mal betonen, dass sich diese gezeigten Wurfgeschwister nur in diesem einen Merkmal gleichen, und zwar nur, weil beide Eltern in diesem einen Merkmal reinerbig sind. Somit können sie nur das gleiche Allel weitergeben, somit müssen die hieraus resultierenden Genkombinationen von Vater und Mutter immer gleich sein.**

**Aus gemischterbigen Eltern können dagegen sehr unterschiedliche Kinder entstehen.** Doch davon weiter unten.

## 2. Mendel'sche Regel (Spaltungsregel)

### TAFEL B

Beide Elternteile mischerbig



**25 % reinerbig dominant, schwarzes Fell**  
**50 % mischerbig, schwarzes Fell**  
**25 % reinerbig rezessiv, helles Fell**

- Spaltungsregel -

Sind beide Elternteile mischerbig für das dominante und rezessive Gen Bb, so zeigen sie das rezessive Merkmal b (helles Fell) nicht.

25 % der Nachkommen sind dann reinerbig für das rezessive Gen bb und werden es phänotypisch zeigen, also helles Fell (bb) haben.

50 % der Nachkommen werden mischerbig sein und zwar die Erbanlage für helles Fell tragen, aber weil schwarz dominant über hell ist, wird sich im Phänotyp schwarz durchsetzen.

25 % der Nachkommen werden reinerbig für das dominante Gen BB sein und im Phänotyp natürlich auch schwarz sein.



**Tafel B** zeigt uns zwei gemischterbige Hunde aus der F1-oder Kinder-Generation von Tafel A als Elterntiere.

Beide sind im Phänotyp und im Genotyp gleich, aber wegen der Dominanz von schwarz über hell, sind beide im Erscheinungsbild schwarzhaarig, tragen im Genotyp aber das überdeckte (oder rezessive) Allel „b“ für die helle Fellfarbe der Großmutter (= Mutter von Tafel A) weiter. Das heißt, dass sie dieses Allel auch verdeckt weitervererben.

Nun lassen wir wieder jedes Allel des Rüden mit jedem Allel der Hündin der F1-Generation zusammenkommen. Daraus ergeben sich die folgenden Kombinationsmöglichkeiten für die F2- bzw. Enkel-Generation. Wie wir sehen entstehen jetzt Genkombinationen, die sich sowohl von Vater und Mutter als auch untereinander unterscheiden. Auch im Erscheinungsbild unterscheiden sich die Kinder zum Teil untereinander, ein Teil ähnelt weder dem Vater noch der Mutter.

Hierbei ist es wichtig, dass wir uns erinnern, dass sich in der Praxis eines Wurfes, diese Verteilung ganz selten, oft auch gar nicht zeigt. Wie eingangs erläutert, mischt der Zufall die Karten der Allele. Die Fortpflanzungszellen tragen jeweils nur den halben Chromosomensatz mit jeweils nur einem Allel, also in unserem Fall nur mit „B“ oder nur mit „b“. Daraus ergibt sich, dass es bei einer zufälligen Chromosomenmischung, nach einer einzigen Verpaarung zum Beispiel durchaus zur häufigeren Vereinigung von „B“ mit „B“ oder von „b“ mit „b“ als im Schema gezeigt kommen kann. Erst bei einer Zahl von mehr als 50 Nachkommen nach immer der gleichen Verpaarung, kämen wir zu dieser statistischen Verteilung von 25% „BB“, 50% „Bb“ und 25% „bb“.

Wenn wir aber diese statistische Verteilung, dieses Aufspalten sowohl der Erbanlagen als auch der Erscheinungsbilder, der Phänotypen, verstanden haben, haben wir die **2.Mendel'sche Regel**, die **Spaltungsregel** verstanden.

Obwohl  $\frac{1}{4}$  der möglichen Nachkommen in diesem Merkmal weder dem Vater-Rüden noch der Mutter-Hündin gleichen, war kein fremder Rüde am Hof.

Schauen wir uns dieses Schema noch mal an, dann sehen wir, dass in dieser Enkelgeneration ein Teil der Kinder äußerlich und genetisch weder mit Vater noch mit Mutter übereinstimmen. Diese Enkel gleichen sowohl phänotypisch wie genotypisch ihrer Großmutter (P-Generation). Die Eigenschaft der Großmutter, helles Fell, ist also verdeckt weitervererbt worden. In solch einem Fall, wenn die Vererbung eine oder mehrere Generationen überspringt, sagt man auch salopp, das betreffende Merkmal habe sich **„durchgemendelt“**.

### Spaltungsregel bezogen auf die Hundezucht

In der Hundezucht müssen wir uns immer wieder vor Augen halten, dass wir bei einem einzelnen Wurf nach einer einzigen Verpaarung nur einen zufälligen Ausschnitt der möglichen Nachkommen erhalten. Deshalb ist es bei der Hundezucht irreführend von Prozentzahlen der zu erwartenden Nachkommen zu sprechen. Erst bei über 50 Nachkommen nach der gleichen Verpaarung kämen wir allmählich zu der oben beschriebenen statistischen Verteilung. Aussagen wie, man erwarte einen Wurf mit „vorraussichtlich“ oder „ungefähr“ soundsoviel Welpen mit diesem oder jenem Merkmal sind falsch ! Bei der Hundezucht kann man lediglich von prozentualen Wahrscheinlichkeiten der zu erwartenden Nachkommen sprechen.

Jüngstes Beispiel dazu: in einem 8er Wurf fielen 6 blaue Welpen, bei einem anderen Züchter in einem 6er Wurf fiel nur 1 Blauer. Könnte man beide Verpaarungen sehr oft wiederholen, würden sich die Blauen allmählich „gerechter“ verteilen derart, dass jeder der betroffenen Züchter  $\frac{1}{4}$  blaue Welpen erhält

### Die 3. Mendel'sche Regel, die Regel von der Neukombination

Sie ist zwar die lustigste Regel, ich möchte sie aber nur kurz streifen.

Hierbei hat Mendel reinerbig **gelb-runzlige** mit **reinerbig grün-glattem** Erbsen gekreuzt. Hierbei hat er also 2 Merkmale gleichzeitig beobachtet und dabei festgestellt, dass man bei solch einer Kreuzung neue Merkmalskombinationen in einem bestimmten Zahlenverhältnis bekommt. Auch diese Erkenntnisse wurden in der Hundezucht angewandt. So kann man z.B. aus der Kreuzung einer **dunkel-glatthaarigen** Rasse mit einer **hell-gelockten** Rasse 2 neue Fellarten züchten, nämlich **dunkel gelockt** und **hell glatthaarig**.

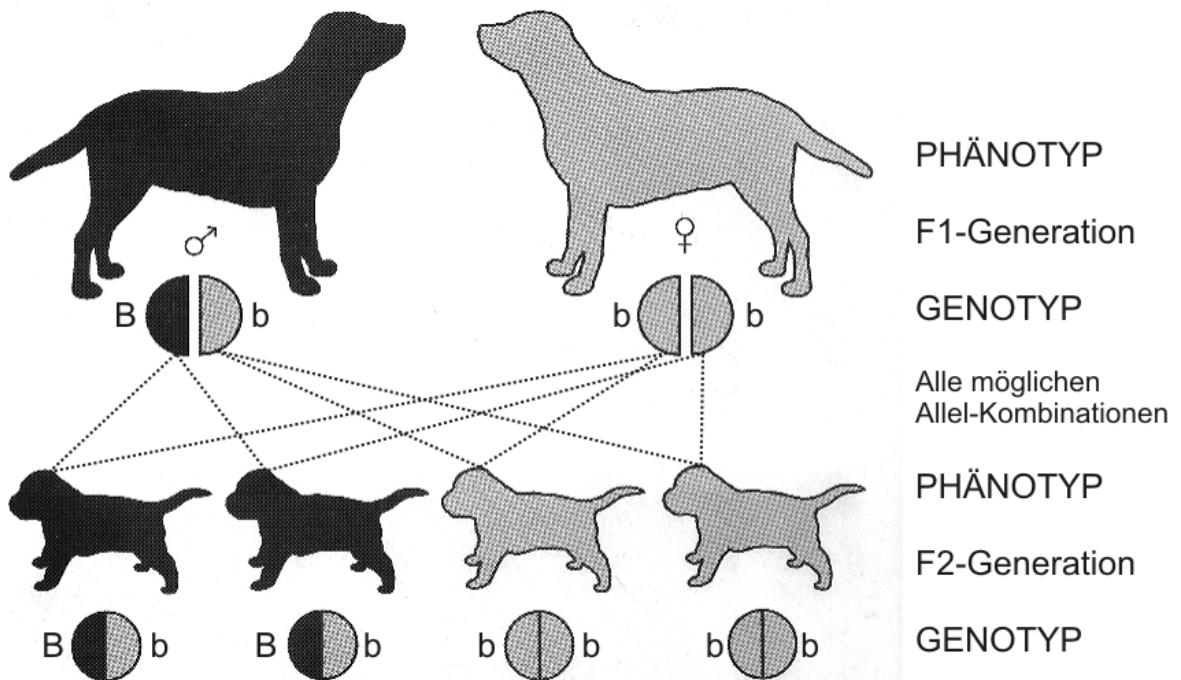
Da wir heute aber keine neuen Fellarten züchten wollen, möchte ich zurück zum Ausgang kommen und mich auf die Vererbung einzelner Merkmale, die auf einem Genort angeordnet sind, konzentrieren.

### Weitere Kombinationsmöglichkeiten beim rezessiven Erbgang

Nun wollen wir uns ansehen, was passiert, wenn man einen Hund mit einem reinerbig rezessiven Merkmal mit einem Hund verpaart, der bei dem gleichen Merkmal gemischerbig (heterozygot) ist:

## TAFEL C

Ein Elternteil mischerbig - ein Elternteil reinerbig rezessiv



50 % mischerbig, schwarzes Fell  
50 % reinerbig rezessiv, helles Fell

Ist ein Elternteil reinerbig rezessiv für helles Fell (bb) und der andere Elternteil mischerbig (Bb), dann werden

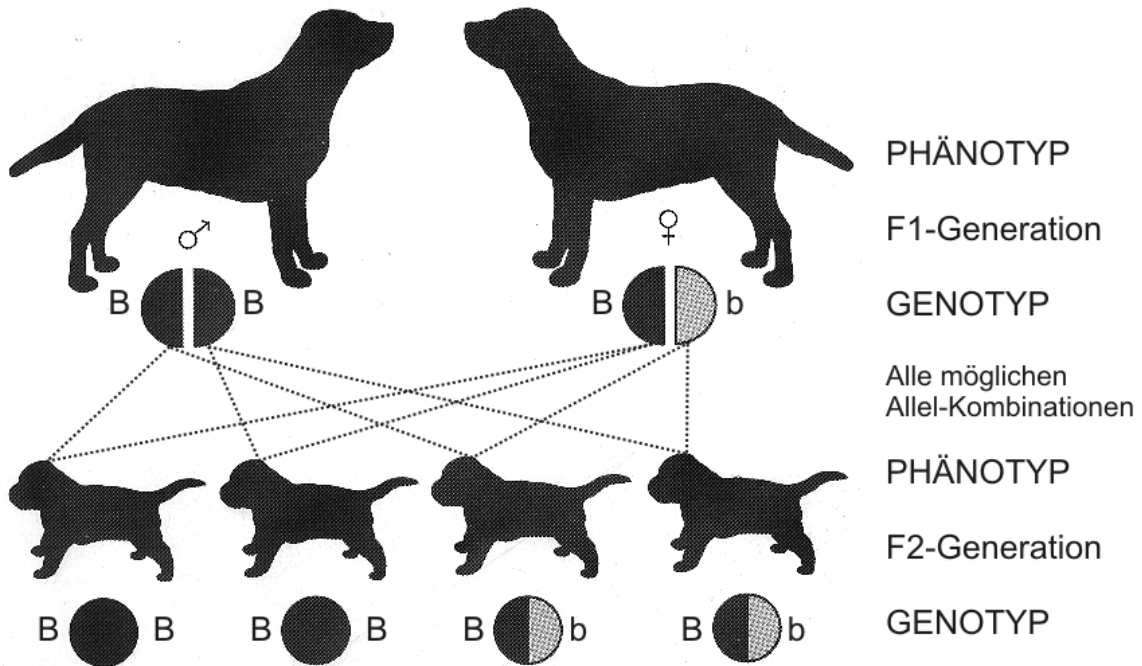
50 % der Nachkommen mischerbig (Bb) sein und das dominante Gen in Phänotyp zum Ausdruck bringen, also schwarzes Fell haben.

50 % der Nachkommen werden das rezessive Gen für helles Fell reinerbig (bb) erhalten und deshalb im Phänotyp zum Ausdruck bringen.

und nun wollen wir uns noch eine Verpaarung eines Hundes, der auf einem Gen reinerbig dominant ist, mit einem auf dem gleichen Gen gemischerbigen Hund ansehen.

## TAFEL D

### Ein Elternteil reinerbig dominant - ein Elternteil mischerbig



**50 % reinerbig dominant, schwarzes Fell**  
**50 % mischerbig, schwarzes Fell**

Falls ein Elternteil reinerbig für das dominante Gen BB (=schwarzhaarig) und das andere Elternteil mischerbig ist,

dann werden 50 % der Nachkommen das rezessive Gen für helles Fell tragen und weitervererben,

und 50 % werden reinerbig dominant sein.

100 % werden das dominante Gen im Phänotyp zum Ausdruck bringen.

### Rezessiver Erbgang im Hinblick auf Defekte

Da viele Erbdefekte dem Modus der rezessiven Vererbung folgen, sind sie für die Genetik einer Rassepopulation und damit für den verantwortungsvollen Hundezüchter von großer Bedeutung. Deshalb wollen wir uns diese Gesetzmäßigkeiten, die Mendel bei der rezessiven Vererbung festgestellt und aufgezeichnet hat, nochmals kurz Tafel für Tafel ansehen.

Dabei stellen wir uns vor, dass das rezessive Gen nicht für helle Fellfarbe, sondern für einen Defekt verantwortlich ist.

Z.B. verursacht das sogenannte Farbverdünner-Gen bei den Deutschen Pinschern die blaue oder isabellfarbene Fellfarbe, die meist mit Haarausfall, Pusteln und quälendem Juckreiz verbunden ist.

Ebenso folgt die PRA (progressive Retina-Atrophie) beim Zwergschnauzer dem beschriebenen rezessiven Erbgang. PRA ist, ähnlich wie erbliche Katarakt, eine Augenkrankheit, die beim Welpen oder Junghund meist noch nicht erkennbar ist, aber im späteren Leben, oftmals schon in jungen Jahren, zu fortschreitender Erblindung führt.

Nun wollen wir uns die Tafeln nochmals ansehen im Hinblick darauf, dass es sich bei dem **rezessiv vererbten Merkmal um einen Defekt** handelt und sehen, welche Auswirkungen diese Art der Vererbung auf künftige Generationen haben kann.

**Sehen wir uns nochmal Tafel B an:**

**Beide Elternteile** sind mischerbig, in unserem Fall **Anlageträger für einen rezessiv vererbten Defekt**.

Hier verpaart der Züchter 2 gesund erscheinende Tiere, trotzdem „trifft ihn der Schlag“, ein Teil seiner Welpen kann den Defekt haben. .

Beispiel: Ein Züchter hatte einen 8er-Wurf mit 6 Defekträgern (Blauen), ein anderer Züchter hatte einen 6er Wurf mit nur 1 Defekträger. Was ist passiert?

Bei der Verpaarung von solchen Mischerbigen oder Anlageträgern für einen Defekt sind

25% (1/4) aller möglichen Nachkommen reinerbige Merkmalsträger, weitere 50% sind mischerbige Anlageträger.

Nur 1/4 **aller möglichen** Nachkommen ist genetisch frei. 3/4 der Tiere sind phänotypisch normal.

Von der **Restgröße** der phänotypisch normalen sind jedoch 2/3 Anlageträger und geben den Defekt weiter.

Das heißt auch, dass jedes der phänotypisch freien Geschwister eines Defekträgers mit 2/3 Wahrscheinlichkeit Anlageträger ist.

Sind beide Elternteile mischerbig mit einem rezessiven Gen für einen Defekt, werden  $\frac{1}{4}$  der Nachkommen (vieler Nachkommen!) das rezessive Gen reinerbig erhalten und somit den Defekt tragen.

Tritt ein rezessiv vererbter Defekt nur ein Mal auf, so folgt daraus, dass beide Elterntiere Anlagetträger sind, obwohl sie phänotypisch normal sind .

**Die Mehrzahl von Defekttägern weisen phänotypisch gesunde Eltern auf.**

**Betrachten wir uns noch Mal Tafel D:**

Auch hier verpaart der Züchter 2 gesund erscheinende Tiere. In diesem Fall wird keiner seiner Welpen den Defekt zeigen.

Werden 2 phänotypisch gesunde Tiere miteinander verpaart, von dem nur das eine Anlagetträger ist , das andere genetisch frei ist, sind trotzdem 50% der (phänotypisch) gesunden Nachkommen Anlagetträger und geben den Defekt weiter. Der Defekt kann Generationen überspringen.

Da wir derzeit noch keinem Tier ansehen können, ob es Anlagetträger für irgendeinen Defekt ist und da mit der Zunahme von Defekten bei den Rassehunden eine weit größere Zunahme von nicht erkennbaren Anlagetägern verbunden ist, ist heutzutage das Risiko größer als früher, ein Tier besonders häufig zur Zucht einzusetzen.

Deshalb sehe (nicht nur) ich heutzutage eine zunehmend große Gefahr bei dem massiven und übertriebenen Einsatz von Rüden. Zwar können wir keinem Tier ansehen, ob es Anlagetträger ist oder nicht, aber falls ein Deckrüde Anlagetträger für einen rezessiv vererbten Defekt ist, dann produziert er umso mehr weitere Anlagetträger je häufiger er eingesetzt wird.

Damit vergrößert sich das Risiko, dass sich in folgenden Generationen der Kreis seiner Anlagetträger-Nachkommen schließt und es zum Ausbruch des Defekts kommt.

Hierbei kann es durchaus auch zum erstmaligen Auftreten eines Defekts in einer Population kommen. In diesem Zusammenhang wird meines Erachtens der Begriff „Mutation“ häufig zu leichtfertig gebraucht. „Mutation“ klingt wie eine Entschuldigung. Weil das Merkmal oder der Defekt vorher nie da war, hat man quasi keine Schuld. Mutation klingt wie Schicksalsschlag. Nach meinem Verständnis waren aber viele Defekte oder Merkmale durchaus schon vorher verdeckt vorhanden. Erst durch den übermäßigen Einsatz bestimmter Rüden, verbunden mit fortschreitender Zucht auf Reinerbigkeit **gewünschter** Exterieur-Merkmale, wurden fatalerweise **auch unerwünschte Merkmale** reinerbig und damit erstmalig sichtbar.

Für solch einen Anlagetträger-Rüden trifft der alte Züchterspruch zu :

**„Großer Vererber = großer Verderber“**

So muss man bei der Ahnenforschung und der Suche nach dem ursprünglichen Verursacher eines Erbdefekts nicht unbedingt nach einem Merkmalsträger, nach einem kranken Tier suchen. Solch ein Defekt kann durchaus auch von einem (oder mehreren) gesund erscheinenden Anlagetägern ausgegangen sein.

**Aus Tafel D folgt auch, dass bei rezessiv vererbten Defekten Nachzuchtkontrolle keinerlei Aufschluss gibt über die Erbgesundheit eines der Elterntiere!**

So geben auch gesunde Nachkommen letztlich keinerlei Rechtfertigung für einen erhöhten Zuchteinsatz des betreffenden Vater-Rüden.

Es gibt in der Hundezucht derzeit noch kein praktisch brauchbares Mittel die Erbgesundheit eines Hundes festzustellen. Erst durch Gen-tests werden uns hierfür traumhafte Möglichkeiten eröffnet werden.

Ein für die Hundezucht wenig geeignetes Mittel, Anlageträger festzustellen, wäre lediglich die Rückkreuzung. Doch davon später.

**Persönliche Gedanken bezüglich Linien, in denen Anlageträger aufgetreten sind:**

Die Betrachtung der Verpaarung „Anlageträger mit genetisch freiem Tier“ wie auf Tafel D ersichtlich, hat auch einen positiven Aspekt, der in den meisten Diskussionen übersehen wird: Die anderen 50% der Nachkommen aus solch einer Verpaarung sind nämlich nicht nur phänotypisch gesund, sondern auch **genetisch ganz frei** und können den Defekt nicht weitergeben. Würden in der Folgegeneration **alle** Nachkommen an genetisch freie Tiere angepaart, würde sich die Rate der genetisch freien Tiere von 50 auf 75% erhöhen, in der übernächsten Generation (der Ur-Ur-Enkel eines Defektträgers) schon auf über 90%. Das heißt, dass mit zunehmendem Generationenabstand, die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass ein aus solch einer „Linie“ stammendes Tier, Anlageträger ist. Waren die angepaarten Tiere alle genetisch frei, steigt der Prozentsatz der genetisch freien Tiere von Generation zu Generation bis auf **fast** 100%.

Ein Enkelkind eines Blauen hat z.B. die Chance von 50%, dass es kein Anlageträger ist, das Urenkel hat bereits eine Chance von 75%, dass es genetisch frei ist, das Ur-Ur-Enkel eine Chance von ca 90%. Auf 100% wird diese Chance allerdings nie steigen. Dies sowie die Tatsache, dass in den Anfängen enger gezüchtet wurde, wodurch mehrere Anlageträger gleichzeitig in die Zucht gingen, ist der Grund dafür, warum manchmal noch nach vielen Generationen ein Merkmal „durchmendet“.

Insofern ist nach meinem Gefühl zum Teil oft übertriebene Angst im Spiel, ein genetisch belastetes Tier zu haben, nur weil es aus einer bestimmten „Linie“ stammt. Ich finde, es wird da oft zu „linear“ (eingleisig) gedacht und übersehen, wie viel mehr **gesunde** Abkömmlinge aus ein und demselben „verdächtigen Ahnen“ hervorgegangen sind! Dieser positive Aspekt wird natürlich beeinträchtigt, sobald sich weitere Anlageträger aus anderen Linien dazu „gesellen“.. Je verbreiteter ein Defekt ist in einer Population, umso größer ist natürlich diese Gefahr.

---

### **Betrachten wir uns noch mal Tafel A:**

Hier verpaart der Züchter ein sichtbar krankes Tier, in unserem Beispiel das Helle, und freut sich, dass keiner seiner Welpen den Defekt zeigt.

Wird ein Defektträger mit einem genetisch freien Tier verpaart, trägt zwar keiner der Nachkommen den Defekt, alle sind phänotypisch gesund, aber alle (**100%!**) sind Anlageträger und geben den Defekt weiter. Der Defekt kann Generationen überspringen. Er wird erst dann wieder auftreten, wenn die nachfolgenden Anlageträger mit einem 2. Anlageträger zusammentreffen.

#### **Oder**

Beim rezessiven Erbgang werden die Nachkommen eines Defektträgers „in aller Regel“ phänotypisch gesund sein (solange das angepaarte 2. Elterntier genetisch frei war).

Man braucht zwar keine Bedenken haben, diese Welpen heranzuziehen und zu verkaufen. Allerdings werden **sie alle Anlageträger sein** und können somit den Defekt weitergeben. Man sollte sie nicht zur Weiterzucht einsetzen.

#### **Oder**

Ein häufig gehörter **Fehlschluss**:

Ich habe zwar mit einem kranken Tier gezüchtet, aber es hat den Defekt nicht weitervererbt. Also kann ich auch aus einem kranken Tier gesunde Tiere züchten. Ein verantwortungsvoller Züchter denkt aber auch an die weiteren Folgegenerationen.

Bei rezessiv vererbten Krankheiten könnte man nur dann aus kranken Tieren auf Dauer gesunde züchten, wenn man die mischerbigen Anlageträger nur an genetisch freie Tiere verpaaren würde und aus deren Nachkommen wiederum nur die reinerbig gesunden zur Weiterzucht auswählen würde. Da wir aber heutzutage, ohne Gen-Test, noch nicht reinerbig gesunde Hunde von mischerbig gesunden unterscheiden können, lassen sich aus kranken Tieren auf Dauer keine Gesunden züchten! Im Gegenteil, das Risiko bei Zuchteinsatz von Merkmalsträgern ist für künftige Generationen besonders groß, da die direkten Nachkommen zu 100% Anlageträger sind! Deshalb gilt nach wie vor die alte Züchterregel:

#### **Mit kranken Tieren züchtet man nicht...**

selbst dann nicht, wenn in der 1. Folgegeneration keine sichtbar kranken Tiere auftreten!

#### **Das verlangt auch der Tierschutz!**

Beispiel „Blaue“ und „Isabellfarbene“, PRA beim ZS, vermutlich auch erbliche Katarakt (= HC) beim DP.

### **Nun betrachten wir uns noch Mal Tafel C :**

Hier verpaart der Züchter wieder einen Defektträger, ein krankes (helles) Tier, diesmal allerdings mit einem Anlageträger.



Nur wenn ein Defekträger mit einem Anlageträger verpaart wird, fallen Defekträger in der 1. Generation. In diesem Fall wird der Züchter sozusagen „bestraft“, dass er mit einem Defekträger gezüchtet hat. In diesem Fall fallen 50% Defekträger, die wahrscheinlich schon in einem Wurf deutlich werden dürften. Die anderen 50% sind wieder „gefährliche“ Anlageträger.

Anders ausgedrückt:

Bei der Verpaarung eines Merkmalsträgers mit einem Anlageträger entstehen 50% Merkmalsträger und 50% phänotypisch gesunde Anlageträger. Da nur in diesem Falle das Merkmal direkt weitervererbt wird, könnte man auch an dominante Vererbung denken, deshalb spricht man hier auch von „Pseudodominanz“.

**Sollten bei der Nachzuchtkontrolle eines Defekträgers, Defekträger auftauchen, beweist dies den angepaarten, phänotypisch gesunden Elternteil als Anlageträger.**

Somit kann man Anlageträger auch herausfinden bzw. feststellen, indem man sie an Defekträger (Rückkreuzung) anpaart.

Wenn nach solch einer Verpaarung, in 1-2 Würfen, mindestens 7 gesunde Welpen fallen, (ohne einen einzigen Defekträger! ), ist der angepaarte Partner als genetisch frei einzustufen. Solche Rückkreuzungen werden in der Modelltierzucht und auch in Amerika praktiziert. Da die gefallenen, phänotypisch gesunden Welpen (Tafel A: angepaartes Tier ist genetisch frei) aber in jedem Fall Anlageträger sind, sollte mit diesen NICHT weitergezüchtet werden! Es sollte lediglich mit dem als genetisch frei „bewiesenen“ Elterntier weitergezüchtet werden.

Der vor kurzem verstorbene Amerikaner, G.A. Padgett vermutete, dass gerade durch unsachgemäß durchgeführte „Test-matings“ die Defektrate in USA in einigen Hunde-Populationen unnötig gestiegen ist. Solange man nicht konsequenterweise die Nachkommen solcher Testverpaarungen aus der Zucht nimmt, züchtet man ja vermehrt mit Merkmalsträgern. Drum bin ich eigentlich froh, dass Testverpaarungen bei Hunden hierzulande nur unter fachmännischer Aufsicht erfolgen dürfen.

Zudem dürften sie in der Hundezucht aus ethischen Gründen nicht erlaubt sein, denn erwischt man bei der Testanpaarung einen Anlageträger, produziert man auf jeden Fall 50% Merkmalsträger. Was macht man mit diesen kranken Hunden?

Lediglich als Vorbereitung für die Einkreuzung einer anderen Rasse könnte ich solch eine Testanpaarung unter Umständen rechtfertigen. In diesem Fall ginge es um die Gesunderhaltung einer ganzen Population und die Vermeidung großer Zahlen kranker Nachfahren. So sollte man nach Möglichkeiten suchen, genetisch gesunde Tiere einzukreuzen.

Vielleicht wird uns die beginnende Gen-Forschung hierfür in Zukunft bessere Möglichkeiten eröffnen?

**Drum lasst uns die weiteren Gen- Forschungen aufmerksam beobachten, unterstützen und nützen !**

### Fazit

- Wer sich für Vererbungslehre interessiert und wichtige Zuchtentscheidungen verantwortungsvoll treffen möchte, sollte sich zunächst mit den Mendel'schen Gesetzen und der rezessiven Vererbung vertraut machen.
- In der Literatur ist diese Art der Vererbung teilweise unübersichtlich dargestellt.
- Da von Trägern nicht erkennbarer Anlagen eine große Gefahr für zukünftige Generationen ausgehen kann, sollte kein Rüde allzu oft zur Zucht eingesetzt werden.
- Es sollten mehr Rüden für die Zucht gewonnen werden.
- Die Zuchtzulassung sollte daher zumindest für Rüden nicht unnötig erschwert werden.
- Mit Defekträgern sollte nicht gezüchtet werden.
- Zuchthunde sollten auf eventuell später auftretende erbliche Defekte untersucht werden.

Beispiele:

HD-Untersuchung (Pflicht im PSK)

Freiwillige Untersuchung auf erbliche Augenkrankheiten