

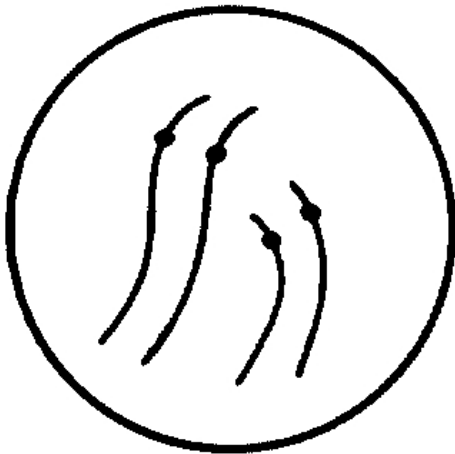
Mutationen bei Sittichen und Papageien

Teil 13: Vererbungsgrundlagen

Aufgrund diverser Anfragen möchte ich heute die Zucht von Farbmutationen etwas näher erklären. Dazu benötigt man allerdings eine gewisse Kenntnis der Vererbungslehre (Genetik), die ich einfach und kurz zu vermitteln suche.

1. Grundlagen:

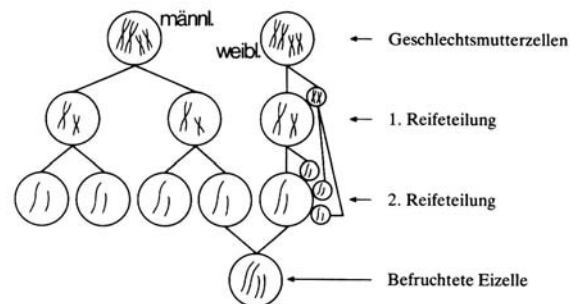
Jede Zelle (mit Ausnahme einiger Organismen, auf die wir aber nicht weiter eingehen) besitzt einen Zellkern in dem sich die Chromosomen befinden. Chromosomen sind die Träger der Erbinformation, der Gene. Zu den wichtigsten Grundlagen der Genetik gehört es, zu wissen, dass die Chromosomen in den Zellkernen immer paarweise (diploid) vorkommen. Also kommt auch jedes Gen immer zweimal vor. Die



Vereinfachte Darstellung eines Zellkerns mit zwei Chromosomenpaaren

benachbarten (zueinander gehörigen) Gene auf den Chromosomenpaaren nennt man Allele.

Die Geschlechtszellen des Männchens und des Weibchens hingegen haben einen einfachen (haploiden) Chromosomensatz. Bei der Befruchtung schließen sich die Keimzellen (Sie haben einen einfachen Chromosomensatz) des Männchens und die des Weibchens zusammen, so dass die befruchtete Eizelle wieder einen doppelten (normalen) Chromosomensatz erhält, der zur Hälfte von dem Weibchen und zur Hälfte von dem Männchen stammt. Durch Umwelteinflüsse können sich die Chromosomen und damit die Gene verändern (mutieren). Die Folge einer solchen Veränderung sind Mutationen, die eine Farbveränderung des Gefieders oder anderer Merkmale bewirken. Farbmutationen entstehen also dann, wenn



Vereinfachte Darstellung einer Befruchtung

mindestens ein Gen, das für ein bestimmtes Farbmerkmal verantwortlich ist, verändert (mutiert) ist. Verwandte Arten besitzen annähernd die gleiche Anzahl an Chromosomen. Diese schwankt bei verschiedenen Tier- und Pflanzenarten. Z.B.: Mensch: 46; Taubfregate: 8. Weil die Beschaffenheit der Gene von Individuum zu Individuum geringfügig variiert, gibt es keine zwei absolut gleichen Lebewesen. Diese geringen Unterschiede sind unter anderem der Kernpunkt der Mutationszucht. Die Beschaffenheit der Gene bestimmt u. A. die Größe, die Federlänge, den Typ und die Farbe des Vogels.

2. Vererbungsformen:

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten der Vererbung: Die **dominante** und die **rezessive** Vererbung. Da die Ursachen für die genetische Veränderung allerdings sowohl auf dem Geschlechtschromosom (Heterosom) als auch auf den anderen (nicht Geschlechtschromosomen) Chromosomen (Autosomen) liegen kann, unterscheidet man weiterhin zwischen frei (autosomal) dominantem bzw. frei (autosomal) rezessivem Erbgang und geschlechtsgebunden (heterosomal) dominantem bzw. geschlechtsgebunden (heterosomal) rezessivem Erbgang. Außerdem unterscheidet man beim dominanten Erbgang noch zwischen dominantem und dominant intermediärem (unvollständig dominantem) Erbgang. So dass man letztlich folgende 6 Erbgänge unterscheidet: frei dominant, frei dominant intermediär, geschlechtsgebunden dominant, geschlechtsgebunden dominant intermediär, frei rezessiv und geschlechtsgebunden rezessiv.

2.1. Der frei Dominante Erbgang:

Diese Art der Vererbung findet auf den sonstigen Chromosomen (Autosomen = nicht Geschlechtschromosomen) statt, und es genügt schon, wenn sich ein Gen der benachbarten Gene eines Chromosomenpaares verändert hat. Das

veränderte oder mutierte Gen überdeckt das ursprüngliche Gen, so dass sich das Erscheinungsbild (Phänotyp) ändert, es ist also **dominant** gegenüber dem Ursprungsgen und ist merkmalsbestimmend. Daher nennt man diesen Erbgang die frei dominante Vererbung. Durch gezielte Zucht kann man natürlich auch erreichen, dass das dominante Gen auf beiden benachbarten Chromosomen mutiert ist. Dann unterscheidet man zwischen einfaktorigen (EF) Vögeln (ein Gen ist dominant verändert), sie sind also mischerbig und zweifaktorigen (DF) Vögeln (beide Gene sind dominant verändert), sie sind reinerbig in Bezug auf das dominante Gen. Vom Erscheinungsbild (Phänotyp) sind diese beiden Vögel nicht zu unterscheiden. Es ist daher immer von größter Wichtigkeit das Erbbild (Genotyp) eines Vogels zu kennen. Am Beispiel der dominanten Schecken sollen nun die möglichen Verpaarungen und deren zu erwartende Nachzuchten aufgezeigt werden.

Die frei Dominante Vererbung am Beispiel der dominanten Schecken:

Wildfarbig X Schecke (EF)
 50% Wildfarbig
 50% Schecke (EF)

Wildfarbig X Schecke (DF)
 100% Schecke (EF)

Schecke (EF) X Schecke (EF)
 25% Wildfarbig
 50% Schecke (EF)
 25% Schecke (DF)

Schecke (DF) X Schecke (EF)
 50% Schecke (DF)
 50% Schecke (EF)

Schecke (DF) X Schecke (DF)
 100% Schecke (DF)

Erklärung:

Wildfarbig =
 ohne Genveränderung (kein Scheckenfaktor)

Schecke (EF) =
 eine Genveränderung (ein Scheckenfaktor)

Schecke (DF) =
 zwei Genveränderungen (zwei Scheckenfaktoren)

2.2. Die frei Dominant intermediäre (unvollständig Dominante) Vererbung:

Ebenso wie bei der frei Dominanten Vererbung findet die frei Dominant intermediäre Vererbung auf den sonstigen Chromosomen (Autosomen =

nicht Geschlechtschromosomen) statt, und es genügt schon, wenn sich eins der benachbarten Gene eines Chromosomenpaares verändert hat um am Erscheinungsbild des Vogels eine Veränderung festzustellen. Gelingt es jedoch durch gezielte Zucht auch das zweite Gen des Genpaares zu verändern, hat dies für den Phänotyp eine weitere Veränderung zur Folge: Die Farbveränderung des Vogels mit nur einer Genveränderung liegt immer **zwischen** der Anfangsfarbe und der Farbe des Vogels bei dem beide Gene verändert sind. Man nennt diesen Erbgang deshalb frei Dominant intermediäre (oder unvollständig dominante) Vererbung. Die zu erwartenden Nachzuchten aus den möglichen Verpaarungen werden nun am Beispiel des Dunkelfaktors aufgezeigt.

Die frei Dominant intermediäre (unvollständig dominante) Vererbung am Beispiel des Dunkelfaktors:

Wildfarbig X Wildfarbig
 100% Wildfarbig

Wildfarbig X Dunkelgrün
 50% Wildfarbig
 50% Dunkelgrün

Dunkelgrün X Dunkelgrün
 25% Wildfarbig
 50% Dunkelgrün
 25% Olivgrün

Wildfarbig X Olivgrün
 100% Dunkelgrün

Dunkelgrün X Olivgrün
 50% Dunkelgrün
 50% Olivgrün

Olivgrün X Olivgrün
 100% Olivgrün

Erklärung:

Wildfarbig =
 ohne Genveränderung (kein Dunkelfaktor)

Dunkelgrün =
 eine Genveränderung (ein Dunkelfaktor)

Olivgrün =
 zwei Genveränderungen (zwei Dunkelfaktoren)

2.3. Die frei Rezessive Vererbung:

Ebenso wie bei der frei Dominanten Vererbung und der frei Dominant intermediären Vererbung findet die frei Rezessive Vererbung auf den sonstigen Chromosomen (Autosomen = nicht Geschlechtschromosomen) statt. Beim frei rezessiven Erbgang hat die Veränderung eines

Allele der benachbarten Gene eines Chromosomenpaares keinerlei Einfluss auf das Aussehen (Phänotyp) des Vogels. Eine Veränderung ist zwar vorhanden, wird aber **verdeckt**, ist also nicht sichtbar. Das wildfarbige Allel ist dominant. In diesem Fall spricht man von Spalterbigkeit (Mischerbigkeit). Die Farbveränderung wird erst sichtbar, wenn beide Allele verändert sind. Dann spricht man von Reinerbigkeit. Die Farbe einer frei rezessiv vererbenden Mutation wird erst dann sichtbar wenn die Mutation reinerbig vorliegt. Am Beispiel der Mutationsfarbe Blau werden nun alle möglichen Verpaarungen und die zu erwartenden Ergebnisse aufgeführt.

Die frei Rezessive Vererbung am Beispiel der blauen Mutationsfarbe:

Wildfarbig 100% Wildfarbig	X	Wildfarbig
Wildfarbig 50% Wildfarbig 50% Wildfarbig/blau	X	Wildfarbig/blau
Wildfarbig/blau 25% Wildfarbig 50% Wildfarbig/blau 25% Blau	X	Wildfarbig/blau
Wildfarbig 100% Wildfarbig/blau	X	Blau
Wildfarbig/blau 50% Wildfarbig/blau 50% Blau	X	Blau
Blau 100% Blau	X	Blau

Erklärung:

Wildfarbig =
ohne Genveränderung

Wildfarbig/blau =
eine Genveränderung (spalterbig)

Blau =
zwei Genveränderung (reinerbig)

2.4. Die Geschlechtsgebunden rezessive Vererbung:

Diese Art der Vererbung findet auf den Geschlechtschromosomen (Heterosomen) statt, und man muss wissen, dass die Chromosomen des Chromosomenpaares, das für die Vergabe des Geschlechtes bei den Vögeln verantwortlich ist, bei Männchen und Weibchen nicht gleich sind: Beim Männchen unterscheiden sich die beiden Chromosomen des Chromosomenpaares nicht

voneinander. Das Chromosomenpaar des Männchens besteht aus zwei gleichen Chromosomen: Den beiden X - Chromosomen. Das Chromosomenpaar des Weibchens besteht aus einem Chromosom, das denen des Männchens gleicht und aus einem verkümmerten Chromosom, das keine für uns relevanten Erbinformationen enthält. Das Chromosomenpaar des Weibchens besteht aus zwei ungleichen Chromosomen: Dem X - und dem Y - Chromosom. (Anmerkung: Wissenschaftlich betrachtet werden die Geschlechtschromosomen bei Vögeln mit W und Z bezeichnet. X und Y sind bei Säugetieren gebräuchlich. Da der Gebrauch der Bezeichnungen X- und Y Chromosom sich allerdings so fest bei den Vögeln verankert hat, sollen diese Bezeichnungen nicht geändert werden, um nicht noch mehr Unsicherheit auszulösen.) Ist nun beim Männchen ein Allel der benachbarten Gene eines Chromosomenpaares verändert ist eine farbliche Veränderung nicht zu erkennen. Hierzu müssen beim Männchen beide Allele verändert sein. Das wildfarbige Allel ist beim Männchen dominant, und demnach das mutierte Allel rezessiv. Beim Weibchen genügt es allerdings wenn das Gen auf dem X - Chromosom verändert ist um eine farbliche Veränderung des Erscheinungsbildes auszulösen, weil kein benachbartes Allel auf dem Y - Chromosom existiert. Männliche Vögel können also spalterbig sein, wenn bei ihnen nur ein Gen mutiert ist. Weibliche Vögel sind **nie** spalterbig.

Die Geschlechtsgebunden rezessive Vererbung am Beispiel der Mutation Zimt:

1,0 Wildfarbig 50% 1,0 Wildfarbig / zimt 50% 0,1 Wildfarbig	X	0,1 Zimt
1,0 Wildfarbig / zimt 25% 1,0 Wildfarbig 25% 1,0 Wildfarbig / zimt 25% 0,1 Wildfarbig 25% 0,1 Zimt	X	0,1 Wildfarbig
1,0 Wildfarbig / zimt 25% 1,0 Zimt 25% 1,0 Wildfarbig / zimt 25% 0,1 Wildfarbig 25% 0,1 Zimt	X	0,1 Zimt
1,0 Zimt 50% 1,0 Wildfarbig / zimt 50% 0,1 Zimt	X	0,1 Wildfarbig
1,0 Zimt 50% 1,0 Zimt 50% 0,1 Zimt	X	0,1 Zimt

Erklärung:

1,0 Wildfarbig =

ohne Genveränderung

1,0 Wildfarbig / zimt =
eine Genveränderung (spalterbig)

1,0 Zimt =
zwei Genveränderung (reinerbig)

0,1 Wildfarbig =
ohne Genveränderung

0,1 Zimt =
eine Genveränderung (reinerbig)

2.5. Die Geschlechtsgebunden Dominant intermediäre Vererbung:

Diese Art der Vererbung findet ebenso wie die geschlechtsgebunden rezessive Vererbung auf den Geschlechtschromosomen (Heterosomen) statt, und es genügt schon, wenn sich beim Männchen eins der benachbarten Gene des X-Chromosomenpaares verändert hat um am Erscheinungsbild des Vogels eine Veränderung festzustellen (einfaktorig). Gelingt es jedoch durch gezielte Zucht beim Männchen auch das zweite Allel des X-Chromosomenpaares zu verändern (doppelfaktorig), hat dies für den Phänotyp eine weitere Veränderung zur Folge: Einfaktorige Männchen lassen sich von zweifaktorigen eindeutig unterscheiden. Beide Formen unterscheiden sich auch von der Wildfarbe. Weiblichen bilden hier eine Ausnahme, sie können nur einfaktorig sein, weil sie nur ein X-Chromosom besitzen und eben auch nur das Gen auf diesem X-Chromosom mutieren kann. Phänotypisch haben sie aber das Aussehen eines zweifaktorigen Männchens. Man nennt diesen Erbgang deshalb geschlechtsgebunden Dominant intermediäre (oder geschlechtsgebunden unvollständig dominante) Vererbung. Die zu erwartenden Nachzuchten aus den möglichen Verpaarungen werden nun am Beispiel der SL Graufügelmutation aufgezeigt. Die Vererbung der SL Graufügelmutation beim Katharinasittich ist übrigens der einzige bisher bekannte Erbgang für die geschlechtsgebunden dominant intermediäre Vererbung bei Psittaciden (papageienartigen Vögeln).

Die Geschlechtsgebunden dominant intermediäre Vererbung am Beispiel der Mutation: SL Graufügel beim Katharinasittich:

1,0 EF SL Graufügel grün X 0,1 Grün

25% 1,0 Grün
25% 1,0 EF SL Graufügel grün (dunkler Phänotyp)
25% 0,1 Grün
25% 0,1 EF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)

1,0 DF SL Graufügel grün X 0,1 Grün

50% 1,0 EF SL Graufügel grün (dunkler Phänotyp)
50% 0,1 EF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)

1,0 Grün X 0,1 EF SL Graufügel grün
50% 1,0 EF SL Graufügel grün (dunkler Phänotyp)
50% 0,1 Grün

1,0 EF SL Graufügel grün X 0,1 EF SL Graufügel grün

25% 1,0 DF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)
25% 1,0 EF SL Graufügel grün (dunkler Phänotyp)
25% 0,1 Grün
25% 0,1 EF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)

1,0 DF SL Graufügel grün X 0,1 EF SL Graufügel grün

50% 1,0 DF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)
50% 0,1 EF SL Graufügel grün (heller Phänotyp)

Erklärung:

1,0 Grün =
ohne Genveränderung

1,0 EF SL Graufügel grün =
eine Genveränderung (dunkler Phänotyp)

1,0 DF SL Graufügel grün =
zwei Genveränderung (heller Phänotyp)

0,1 Wildfarbig =
ohne Genveränderung

0,1 EF SL Graufügel grün =
eine Genveränderung (heller Phänotyp)

2.6. Die Geschlechtsgebunden Dominante Vererbung:

Diese Art der Vererbung findet ebenso wie die geschlechtsgebunden rezessive Vererbung und die geschlechtsgebunden Dominant intermediäre (oder geschlechtsgebunden unvollständig dominante) Vererbung auf den Geschlechtschromosomen (Heterosomen) statt, und es genügt schon, wenn sich ein Allel der benachbarten Gene des X-Chromosomenpaares verändert hat. Das veränderte oder mutierte Gen überdeckt das wildfarbige Gen, so dass sich das Erscheinungsbild (Phänotyp) ändert, es ist also **dominant** gegenüber dem Ursprungsgen und ist merkmalsbestimmend. Durch gezielte Zucht kann man natürlich auch erreichen, dass beim Männchen das Gen auf beiden X-Chromosomen mutiert ist. Dann unterscheidet man zwischen einfaktorigen (EF) und zweifaktorigen (DF) Männchen. Weibchen bilden hier eine Ausnahme, sie können nur einfaktorig sein, weil sie nur ein X-Chromosom besitzen und eben auch nur das Gen auf diesem X-Chromosom mutieren kann. Vom Erscheinungsbild (Phänotyp) sind ein- und zweifaktorige Vögel nicht zu unterscheiden, deshalb ist die Form der geschlechtsgebunden Dominanten Vererbung bisher noch bei keiner

Psittacidenart bekannt. (! oder: nicht erkannt worden).

Die Geschlechtsgebunden dominante Vererbung am Beispiel der Mutation: Dom.X:

1,0 Wildfarbig X 0,1 EF Dom.X
 50% 1,0 EF Dom.X
 50% 0,1 Wildfarbig

1,0 EF Dom.X X 0,1 Wildfarbig
 25% 1,0 Wildfarbig
 25% 1,0 EF Dom.X
 25% 0,1 Wildfarbig
 25% 0,1 EF Dom.X

1,0 EF Dom.X X 0,1 EF Dom.X
 25% 1,0 DF Dom.X
 25% 1,0 EF Dom.X
 25% 0,1 Wildfarbig
 25% 0,1 EF Dom.X

1,0 DF Dom.X X 0,1 Wildfarbig
 50% 1,0 EF Dom.X
 50% 0,1 EF Dom.X

1,0 DF Dom.X X 0,1 EF Dom.X
 50% 1,0 DF Dom.X
 50% 0,1 EF Dom.X

3. Besonderheiten:

Ein Züchter setzt sich folgendes Zuchtziel: Er möchte ein Zimt-Ino (Lacewing) Nymphensittich züchten. Dazu nimmt er folgende Verpaarungen vor:

F1
1,0 Zimt X 0,1 Lutino
 50% 1,0 Wildfarbig/zimt+lutino
 50% 0,1 Zimt

F2
1,0 Wildfarbig/zimt+ino X 0,1 Lutino
 25% 1,0 Wildfarbig/zimt+lutino
 25% 1,0 Lutino
 25% 0,1 Zimt
 25% 0,1 Lutino

1,0 Wildfarbig/zimt+Lutino X 0,1 Zimt
 25% 1,0 Wildfarbig/zimt+lutino
 25% 1,0 Zimt
 25% 0,1 Zimt
 25% 0,1 Lutino

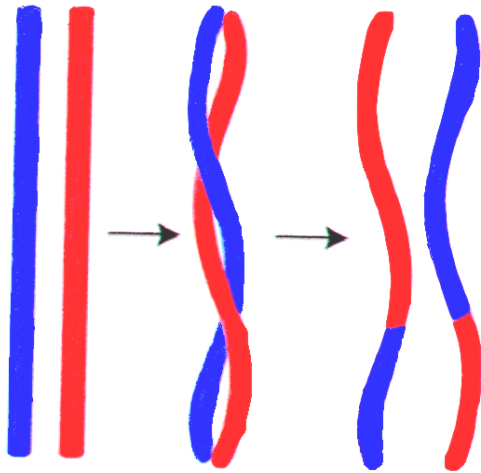
Unter Umständen kann er Jahrelang mit diesen oder ähnlichen Verpaarungen weiterzüchten ohne zum eigentlichen Ziel, dem Zimt-Ino zu gelangen, denn logisch gedacht müsste eine der beiden letzten Verpaarungen 12,5% der erwünschten Zimt-Inos zum Ergebnis haben. Der Grund warum dies nicht so ist soll im folgenden Abschnitt erläutert werden.

Verpaart man zwei verschiedene geschlechtsgebunden vererbende Mutationen miteinander muss man davon ausgehen, dass beide Gene, die mutiert sind, auf dem gleichen Chromosom aber an verschiedenen Stellen liegen. Holen wir uns noch einmal ins Gedächtnis zurück, dass bei der Befruchtung je ein Chromosom vom Männchen und vom Weibchen kommt. Das männliche X - Chromosom trägt z. B. das mutierte Gen für die Farbe Zimt an einer bestimmten Stelle. Die Stelle an der das Gen für die Farbe Lutino sitzt ist beim Männchen nicht mutiert. Genau umgekehrt verhält es sich bei dem X - Chromosom, das vom Weibchen kommt. Hier ist der Platz für die Erbanlage Zimt unverändert aber das Gen für die Farbe Lutino ist mutiert. Die beiden Chromosomen, des Chromosomenpaares geben also die unterschiedlichen Genveränderungen unabhängig voneinander weiter. Man spricht vom "Kopplung", wenn auf einem Chromosom zwei Gene mutiert sind und diese Genveränderungen nur als Ganzes (gekoppelt) weitervererbt wird. Es ist also so, dass es normalerweise, kein Chromosom geben wird, das beide Genveränderungen, die für Zimt und die für Lutino, auf sich beherbergt. Um aber eine Kombination der beiden Mutationen zu erhalten, müssen beide Erbanlagen zunächst auf einem Chromosom vereinigt werden. Zu ganz geringen Prozentsätzen werden aber tatsächlich auch aus den oben angeführten Verpaarungen der F 2 Generation Zimt-Inos gezüchtet. Hierfür ist ein besonderer Mechanismus, das "Crossing-Over" verantwortlich.

3.1. Was ist "Crossing-Over"?

Mann muss sich zuerst einmal vorstellen, dass sich die beiden Chromosomen eines Chromosomenpaares im Zellkern in jeweils sehr langen Ketten wie ein zerzaustes Wollknäuel wild umschlingen. Bei der Geschlechtszellenbildung ziehen sich die beiden Chromosomen zusammen und verkürzen sich dadurch, um sich an einer bestimmten Stelle im Zellkern anzuordnen und je eins in die Geschlechtszelle zu gelangen. Während sich die Chromosomen jedoch wild umschlingen kann es vorkommen dass beide an der gleichen Stelle auseinanderbrechen und über kreuz wieder zusammenwachen.

In unserem Fall muss sich im oberen Bereich des "blauen" Chromosoms das mutierte Gen für Zimt befinden und im unteren Bereich des "roten" Chromosoms das mutierte Gen für Lutino. Zerbrechen die Chromosomen also zwischen den beiden Orten an denen sich die Gene für Zimt und Lutino befinden und wachen vertauscht wieder zusammen, sind plötzlich beide mutierten Gene auf dem gleichen Chromosom. In der Regel wird nun diese Konstellation als ein Ganzes weitervererbt, es sei denn die beiden Gene werden durch Crossing - over wieder getrennt.



Vereinfachte Darstellung des Crossing-overs

Die Wahrscheinlichkeit für ein Crossing-over beträgt übrigens bei Zimt und Ino etwa 3%.

Die obigen Verpaarungsergebnisse noch einmal, jedoch mit dem Unterschied das bei den Hähnen bedingt durch Crossing-over die Anlagen für Zimt und Lutino gekoppelt (unterstrichen), also als Eins weitervererbt wird:

F2

1,0 Wildfarbig/zimt-lutino X 0,1 Lutino

25% 1,0 Wildfarbig/Lutino

25% 1,0 Lutino/zimt

25% 0,1 Wildfarbig

25% 0,1 Zimt-Lutino

1,0 Wildfarbig/zimt-lutino X 0,1 Zimt

25% 1,0 Wildfarbig/zimt

25% 1,0 Zimt/Lutino

25% 0,1 Wildfarbig

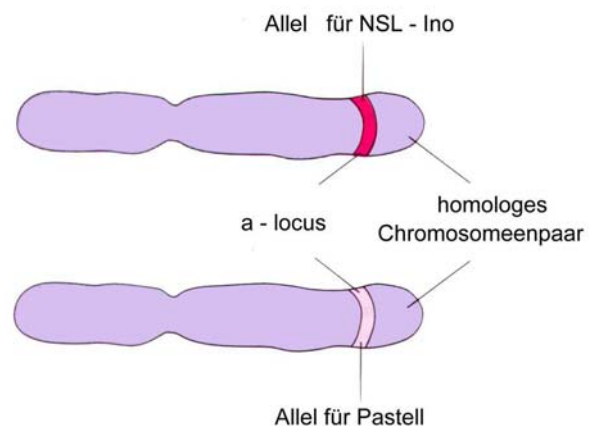
25% 0,1 Zimt-Lutino

Ähnlich verhält es sich bei der Verpaarung von Dunkelfaktor (Dunkelgrün - Oliv) mit Blau. Auch hier sitzen beide Genveränderungen auf dem gleichen Chromosomenpaar auch wenn der Dunkelfaktor dominant intermediär und Blau frei rezessiv vererbt. Sie können nur durch Crossing-over gekoppelt weitervererbt werden. Man unterscheidet hierbei zwei Typen von Dunkelgrün/blau: Den Typ I, der beide Mutationen getrennt weitervererbt, und den Typ II, der die beiden Mutationen gekoppelt weitervererbt.

3.2. Was ist ein "multiples Allel"?

Es gibt nicht nur bei den Psittaciden eine weitere Besonderheit: Nämlich die, dass aus der Verpaarung zweier scheinbar voneinander unabhängiger Mutationen plötzlich Zwischenfarben entstehen, bzw. dass eine dieser Mutationen dominant über die andere vererbt. Wie dies im Einzelnen zu erklären ist soll dieser Abschnitt verdeutlichen.

Ein eindrucksvolles Beispiel für solch eine Verpaarung gibt es bei den *Agapornis fischeri* wenn die NSL Ino-Mutation (rez. Lutino) mit der Pastell-Mutation verpaart wird. Eigentlich sollte man annehmen, dass aus der Verpaarung zweier unterschiedlicher Mutationen nur doppelspalterbige, grüne Vögel gezüchtet werden. Bei dieser Verpaarung ist dies allerdings nicht der Fall. Aus dieser Verpaarung schlüpfen nämlich ausschließlich Jungvögel, die farblich zwischen den beiden Ausgangsmutationen liegen. Sie sind dunkler als die NSL-Ino-Mutation, aber heller als die Pastell-Mutation.



Vereinfachte Darstellung eines multiplen Allels

Die Erklärung: Man muss sich vorstellen, dass diese Gene manchmal recht komplexe und relativ große DNA Stränge sein können. Schon eine geringe Veränderung an diesem Allel kann eine bestimmte Farbmuation auslösen, die wir in unserem Fall als Pastell-Mutation bezeichnen. Wird jetzt jedoch das gleiche Allel deutlich umfangreicher verändert, kann, wie in unserem Fall, eine phänotypisch ganz andere Mutation entstehen, die NSL-Ino-Mutation. Mit anderen Worten: Das gleiche Allel ist auf zwei unterschiedliche Arten mutiert. Treffen jetzt die beiden unterschiedlich mutierten Allele in einem Vogel zusammen, so entsteht immer ein phänotypisch nicht wildfarbiger Vogel, der farblich zwischen den beiden Ausgangsmutationen liegt. Es gibt demnach auch keine Vögel die spalterbig in beiden Mutationen gleichzeitig sind. Dies liegt daran, dass beide Allele in unterschiedlichem Maße Einfluss auf den gleichen Farbmechanismus beim Vogel nehmen. Unterschiedlich mutierte zueinander gehörige Gene nennt man auch multiple Allele. Die Stellen, auf den Chromosomen, die multiple Allele bilden nennt man auch Genort. Das Phänomen der multiplen Allele ist sowohl beim frei rezessiven als auch beim geschlechtsgebunden rezessiven Erbgang bekannt.

Die frei Rezessive Vererbung von multiplen Allelen am Beispiel des Genortes NSL-Ino (rez. Lutino):

Wildfarbig / ino X Wildfarbig / pastell

25% Wildfarbig
 25% Wildfarbig / pastell
 25% Wildfarbig / nsl ino
 25% PastellIno

NSL Ino X Wildfarbig/ pastell

50% Wildfarbig / nsl ino
 50% PastellIno

PastellIno X Wildfarbig / pastell

25% Wildfarbig / ino
 25% Wildfarbig / pastell
 25% Pastell
 25% PastellIno

Wildfarbig / ino X Pastell

50% Wildfarbig / pastell
 50% PastellIno

NSL Ino X Pastell

100% PastellIno

PastellIno X Pastell

50% Pastell
 50% PastellIno

PastellIno X PastellIno

25% NSL Ino
 50% PastellIno
 25% Pastell

Erklärung:

NSL Ino = (NSL = Non-Sex-Linked = nicht geschlechtsgebunden) rezessiver Lutino
 PastellIno = Kombination der beiden unterschiedlich mutierten Allele Pastell und NSL Ino. Die Schreibweise: Pastell und Ino werden zusammen geschrieben, ohne Leerzeichen.

Die geschlechtsgebunden Rezessive Vererbung von multiplen Allelen am Beispiel des Genortes SL-Ino (geschlechtgeb. Lutino):

1,0 Wildfarbig / lutino X 0,1 Pallid

25% 1,0 PallidIno
 25% 1,0 Wildfarbig / pallid
 25% 0,1 Wildfarbig
 25% 0,1 SL Ino

1,0 Wildfarbig / pallid X 0,1 Lutino

25% 1,0 PallidIno
 25% 1,0 Wildfarbig / sl ino
 25% 0,1 Wildfarbig
 25% 0,1 Pallid

1,0 Pallid X 0,1 Lutino

50% 1,0 PallidIno
 50% 0,1 Pallid

1,0 Lutino X 0,1 Pallid

50% 1,0 PallidIno
 50% 0,1 SL Ino

1,0 PallidIno X 0,1 Pallid

25% 1,0 PallidIno
 25% 1,0 Pallid
 25% 0,1 Pallid
 25% 0,1 SL Ino

1,0 PallidIno X 0,1 Lutino

25% 1,0 PallidIno
 25% 1,0 SL Ino
 25% 0,1 Pallid
 25% 0,1 SL Ino

1,0 PallidIno X 0,1 Wildfarbe

25% 1,0 Wildfarbig / sl ino
 25% 1,0 Wildfarbig / pallid
 25% 0,1 Pallid
 25% 0,1 SL Ino

Erklärung:

SL Ino = (SL = Sex-Linked = geschlechtsgebunden) geschlechtsgebundener Lutino
 PallidIno = Kombination der beiden unterschiedlich mutierten Allele Pallid und SL Ino. Die Schreibweise: Pallid und Ino werden zusammen geschrieben, ohne Leerzeichen.