



Nachhaltige Nutztierhaltung

GRUNDLAGEN DER VERERBUNG

Dr. Lea Lorenz

Sommersemester 2024

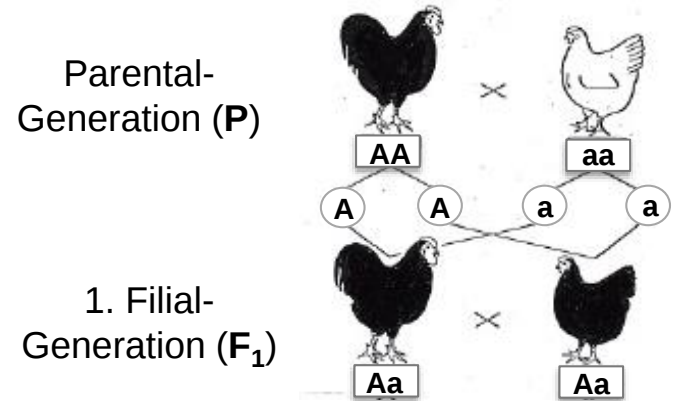
Wiederholung

- **Gen:** zusammenhängende Teilsequenz der DNA eines Chromosoms, die den Bauplan für ein biologisch aktives Protein enthält
- **Allele:** verschiedene Ausprägungen eines Gen
- **Diploid:** jedes Chromosom liegt in zweifacher Ausführung vor, dabei stammt eines vom Vater und eines von der Mutter
- **Phänotyp:** Sicht- oder messbare Ausprägung eines Merkmals eines Tieres (äußeres Erscheinungsbild)
- **Genotyp:** Kombination der Allele an einem oder einigen wenigen Genorten
- **Heterozygot:** an einem Genort liegen auf den beiden homologen Chromosomen zwei verschiedene Allele vor
- **Homozygot:** an einem Genort liegen auf den beiden homologen Chromosomen zwei gleiche Allele vor

Vererbung

- Werden homozygote (AA/aa) Eltern, die sich in einem Merkmal unterscheiden miteinander gepaart, so entsteht eine phänotypisch und genetisch uniforme Nachkommengeneration (F1-Generation).
- Entspricht der Phänotyp der Nachkommen einem der Eltern, so wird dieser Phänotyp als **dominant (A)** und der bei den Nachkommen nicht auftretende Phänotyp als **rezessiv (a)** bezeichnet.

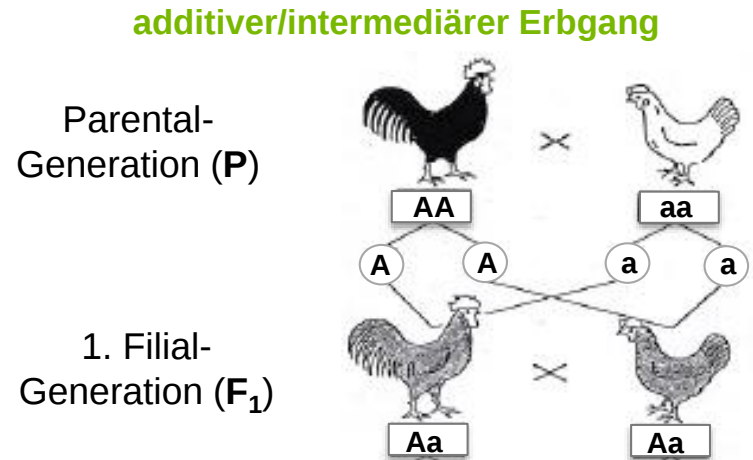
dominant-rezessiver Erbgang



Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwartebrief Januar 2009/580.
www.rassegefluegel-bayern.de

Vererbung

- Werden homozygote (AA/aa) Eltern, die sich in einem Merkmal unterscheiden miteinander gepaart, so entsteht eine phänotypisch und genetisch uniforme Nachkommengeneration (F1-Generation).
- Liegt der Phänotyp der Nachkommen zwischen denen der Eltern, so spricht man von einem **additiven** (**intermediären**) Erbgang.

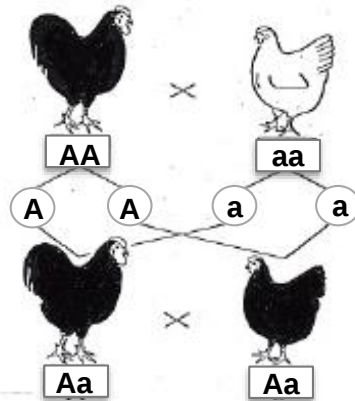


Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwartebrief Januar 2009/580.
www.rassegefluegel-bayern.de

Vererbung

- Werden homozygote (AA/aa) Eltern, die sich in einem Merkmal unterscheiden miteinander gepaart, so entsteht eine phänotypisch und genetisch uniforme Nachkommengeneration (F1-Generation) = **Uniformitätsregel**

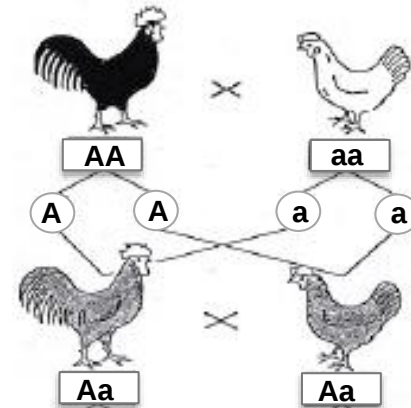
dominant-rezessiver Erbgang



Parental-
Generation (P)

1. Filial-
Generation (F₁)

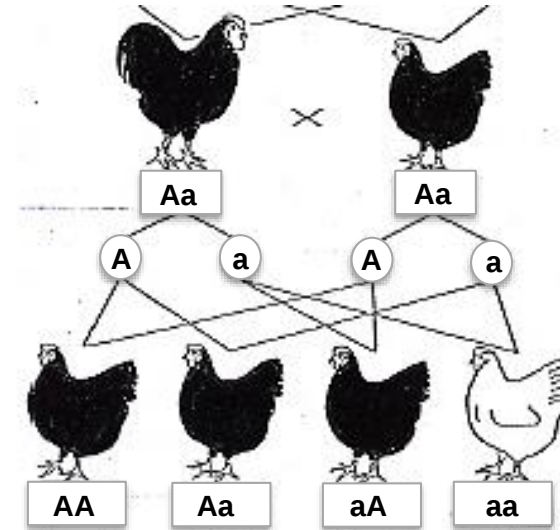
additiver/intermediärer Erbgang



Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwarenbef 1. Januar 2009/580. www.rassegefluegel-bayern.de

Vererbung

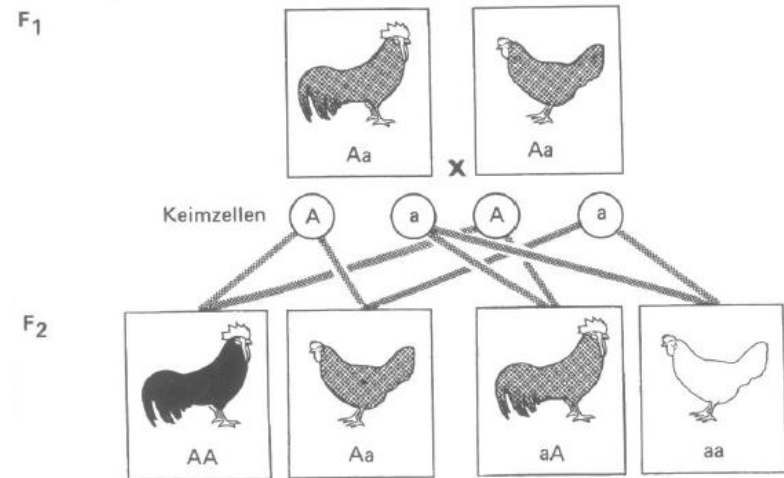
- Werden heterozygote (Aa) Nachkommen untereinander gepaart, so spalten sich die Merkmale der homozygoten (AA, aa) Vorfahren in der zweiten Nachkommengeneration (F2) phänotypisch in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf:
- **Dominant-rezessiver Erbgang:**
schwarz : weiß = 3 : 1



Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwartebrief Januar 2009/580.
www.rassegefluegel-bayern.de

Vererbung

- Werden heterozygote (Aa) Nachkommen untereinander gepaart, so spalten sich die Merkmale der homozygoten (AA, aa) Vorfahren in der zweiten Nachkommengeneration (F2) phänotypisch in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf:
- **Additiver/intermediärer Erbgang**
schwarz : grau : weiß = 1 : 2 : 1



Weiß, Pabst, Granz (2011): Tierproduktion

Vererbung

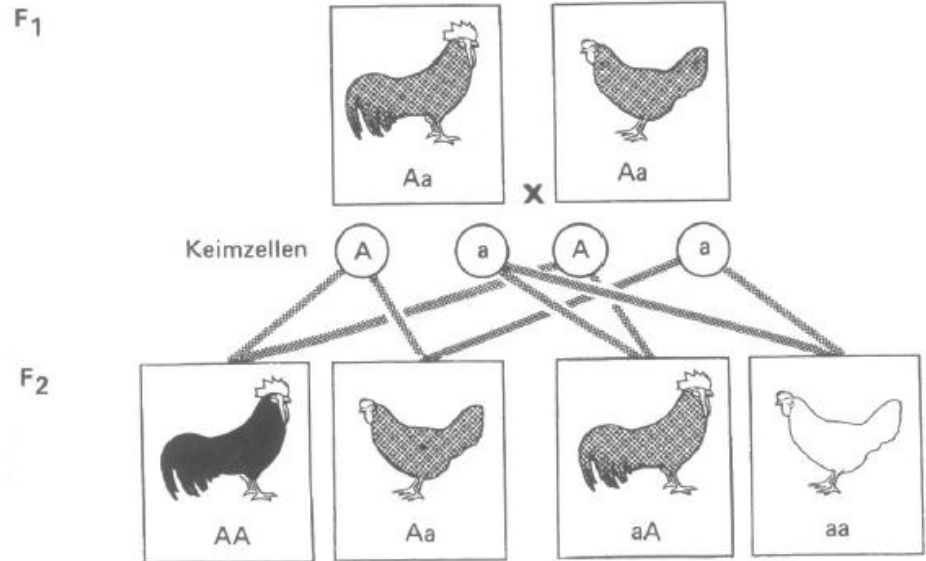
- Werden heterozygote (Aa) Nachkommen untereinander gepaart, so spalten sich die Merkmale der homozygoten (AA, aa) Vorfahren in der zweiten Nachkommengeneration (F2) phänotypisch in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf:
- **Dominant-rezessiver Erbgang:** schwarz : weiß = 3 : 1
- **Additiver/intermediärer Erbgang** schwarz : grau : weiß = 1 : 2 : 1
- **Die Aufspaltung des Genotyps ist bei beiden Erbgängen gleich! (1:2:1)**

= Spaltungsregel

Vererbung

- Bei welchem Erbgang kann vom Phänotyp direkt auf den Genotyp geschlossen werden?

Beim intermediären Erbgang.



Weiß, Pabst, Granz (2011): Tierproduktion

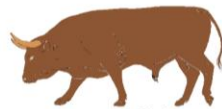
Vererbung

- **Unabhängigkeitsregel:** Verschiedene Merkmale (z.B. Scheckung und Farbe) werden unter bestimmten Voraussetzungen unabhängig voneinander vererbt und in den **F2-Generationen** kommt es zu **phänotypischen Neukombinationen**.

Vererbung

- **Unabhängigkeitsregel:**
 - 2 Merkmale
 - keine Kopplung
 - phänotypisch uniforme F1
 - phänotypische Neukombinationen in F2

Dihybrider Erbgang

P	 aaBB	 AAbb
F ₁	 AaBb	 AaBb

A = Allel für einfarbig
a = Allel für Scheckung

B = Allel für schwarz
b = Allel für braun

Großbuchstabe
= dominantes Allel

Kleinbuchstabe
= rezessives Allel

F ₂	AB	Ab	aB	ab
AB	 AABB	 AABb	 AaBB	 AaBb
Ab	 AABb	 AAbb	 AaBb	 Aabb
aB	 AaBB	 AaBb	 aaBB	 aaBb
ab	 AaBb	 Aabb	 aaBb	 aabb

Vererbung

- **Wenn Genorte zusammen vererbt werden, spricht man von genetischer Kopplung**
- Kopplung liegt dann vor, wenn Gene auf dem gleichen Chromosom nahe zusammen liegen
- Die Wahrscheinlichkeit, dass die Genorte durch ein Crossing-Over bei der Meiose getrennt werden ist dann relativ gering
- Werden zwei Gene gekoppelt vererbt, trifft die Unabhängigkeitsregel NICHT zu:

Vererbung

→ Voraussetzung für die unabhängige Vererbung verschiedener Merkmale ist, dass sich die Gene für die verschiedenen Merkmale **auf verschiedenen Chromosomen** befinden **oder**, wenn auf demselben Chromosom, **weit auseinander** liegen (d.h. es darf **keine Kopplung** vorliegen).

Vererbung

Bei den jeweiligen Aufteilungen handelt es sich um Wahrscheinlichkeiten. Je höher die Anzahl der Tiere ist, desto näher liegt der tatsächlich beobachtete Wert am Erwartungswert.

Die Spaltungsverhältnisse weichen von den geschilderten Erwartungswerten unter anderem ab

- wenn Kopplung vorliegt
- bei geschlechtsgebundener Vererbung
- bei quantitativen Merkmalen

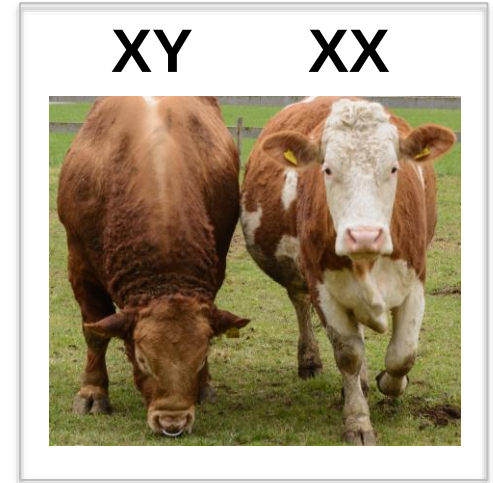


Zusammenfassung

- **Mendel-Regel #1:** Werden homozygote Eltern, die sich in einem Merkmal unterscheiden miteinander gepaart, so entsteht eine phänotypisch und genetisch uniforme Nachkommengeneration. → **Uniformitätsregel**
- **Mendel-Regel #2:** Werden heterozygote Nachkommen untereinander gepaart, so spalten sich die Merkmale der homozygoten Vorfahren in der zweiten Nachkommengeneration phänotypisch in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf. Additive Allelwirkung: 1 : 2 : 1 - Dominante Allelwirkung: 3 : 1 → **Spaltungsregel**
- **Mendel-Regel #3:** Unterscheiden sich Individuen in mehr als einem Merkmal und sind die Tiere der Parentalgeneration in dem jeweiligen Merkmal homozygot, so werden bei einer Kreuzung der F1-Tiere die Allele unabhängig voneinander auf die Gameten verteilt. → **Unabhängigkeitsregel**

Geschlechtsgebundene Vererbung

- Die **Geschlechtschromosomen (Heterosomen)** weisen bei der Vererbung Besonderheiten auf
- Das X und das deutlich kleinere Y-Chromosom unterscheiden sich stark, es gibt nur kurze homologe Regionen
- Das X-Chromosom enthält deutlich mehr Gene als das Y-Chromosom
- Neben den Genen, die zur Ausbildung des jeweiligen Geschlechts von Bedeutung sind, enthalten die Heterosomen weitere Gene, die auch geschlechtsunabhängige Merkmale festlegen (geschlechtsgebundene Gene)



Geschlechtsgebundene Vererbung

Geflügel

- Heterosomen bei Geflügel: **männlich (ZZ) → homogametisch**
weiblich (ZW) → heterogametisch
- Manche Allele sind nur auf dem Z-Chromosom lokalisiert, z.B. :
 - Allel für silberne (S) bzw. goldene (s) Farbe:
 - Hahn: 3 mögliche Genotypen: SS + Ss + ss
 - Henne: 2 mögliche Genotypen: S_ + s_ (hemizygot)
- Wird in der Geflügelzucht zur Erkennung des Geschlechts bei Eintagsküken genutzt



Geschlechtsgebundene Vererbung

Kennküken

- Hahn **ss** x Henne **S₋** : welche Genotypen und welche Phänotypen sind bei der Nachkommengeneration bei den männlichen und weiblichen Tieren möglich?

	S	-
s	Ss	s ₋
s	Ss	s ₋

alle Hähne Ss (silber), alle Hennen s (gold)

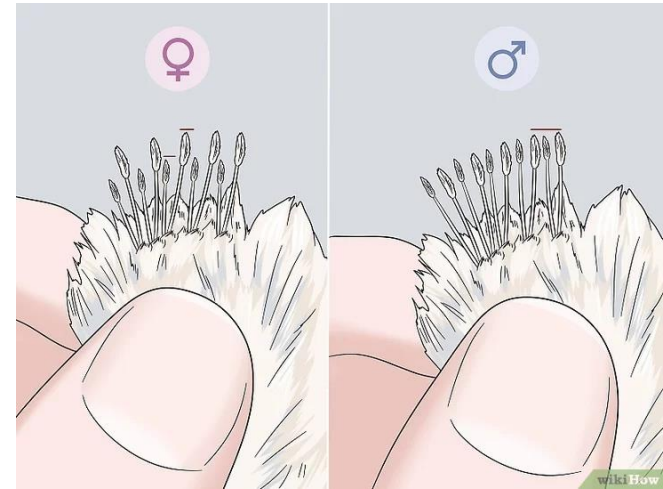
Geschlechtsgebundene Vererbung

Kennküken

- Hahn **ss** x Henne **S₋** : alle Hähne **Ss** (silber), alle Hennen **s** (gold)



<https://www.kueken-fakten.de/geschlechtsbestimmung/>



<https://de.wikihow.com/Wie-man-das-Geschlecht-eines-Huhns-bestimmt>

Geschlechtsgebundene Vererbung

Küekentöten Bilanz: Ein Jahr Küekentöten- Verbot in Deutschland

Als erstes Land weltweit hatte Deutschland per Gesetz zum 1. Januar 2022 das Töten von männlichen Eintagsküken verboten. Zuvor wurden etwa 45 Millionen männliche Küken pro Jahr in Deutschland kurz nach dem Schlüpfen getötet.

von DGS Redaktion / Quelle Deutschlandfunk / erschien am 06.01.2023

Quelle: <https://www.dgs-magazin.de/article-7382691-472/bilanz-ein-jahr-kuekentoeten-verbot-in-deutschland-.html?UID=75D5EE6B6D79695E0593A93E8834E3BA68C91467592E74>

<https://www.youtube.com/watch?v=l6GoWAq-k1c>

<https://www.youtube.com/watch?v=BmVxEyjU89U>



Quelle: <https://www.presseportal.de/pm/62097/4683276>



Quelle: <https://animalsociety.de/nutztiere/kuekentoeten/>



Quelle: <https://www.stimme.de/regional/region/kueken-verden-als-futter-benoetigt-art-4585398> - Foto: Seidel

Verbot des Kükentötens und Alternativen

- Durch die unterschiedliche Farbe von **Kennküken** können direkt nach der Geburt die männlichen von den weiblichen Küken getrennt werden
- Bis einschließlich Dezember 2021 wurden die männlichen Küken von Legehennen aufgrund ihrer schlechten Mastleistung direkt nach dem Schlupf durch CO₂ getötet
- **Seit 1. Januar 2022 ist in Deutschland das Töten von Eintagsküken verboten** – vorher wurden jedes Jahr allein in Deutschland etwa 45 Millionen männliche Eintagsküken getötet

Verbot des Kükentötens und Alternativen

- **Alternativen zum Kükentöten sind**
 - Geschlechtsbestimmung im Brutei
 - Aufzucht der Bruderhähne
 - Zucht und Verwendung von Zweinutzungshühnerrassen

Verbot des Kükentötens und Alternativen

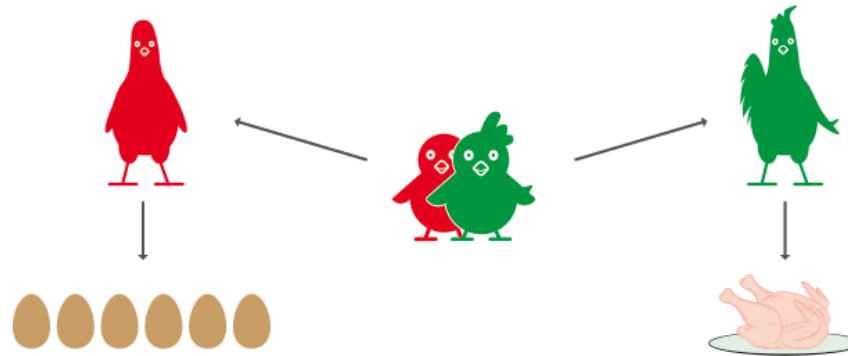
Geschlechtsbestimmung im Ei

- Eier mit männlichen Küken werden vor dem Schlupf aussortiert und als Tiernahrung verwendet
- Verfahren zur Geschlechtsbestimmung im Ei bis zum einschließlich 12. Tag der Brut zugelassen (ab dem 13. Tag der Bebrütung kann ein Schmerzempfinden der Hühnerembryonen nicht mehr sicher ausgeschlossen werden)

Verbot des Kükentötens und Alternativen

Aufzucht der Bruderhähne

Projekt kleiner Hahn



Die Hennen

legen die Eier die der Verbraucher als kleiner Hahn Eier kaufen kann. Nebenbei wird damit die Aufzucht ihrer Bruderhähne kofinanziert.

Die Hähne

aus dem kleiner Hahn Projekt werden ca. 12–14 Wochen aufgezogen und dann für die Lebensmittelproduktion geschlachtet.

Quelle: <https://www.gutshof-ei.de/produkte/kh01/>

Verbot des Kükentötens und Alternativen

Aufzucht der Bruderhähne

- Diese Tiere müssen ca. 3-4 mal so lange gemästet werden wie die Masthybriden und verbrauchen dabei mehr als doppelt so viel Futter
- Zudem kann dieses Fleisch in der Regel nicht so gut vermarktet werden wie das Fleisch der auf Mastleistung gezüchteten Masthybriden
- Die Aufzucht der Bruderhähne ist somit unwirtschaftlich und muss durch einen höheren Eierpreis (ca. 3ct pro Ei) ausgeglichen werden
- In Deutschland sind für die Mast der Bruderhähne aktuell nicht genug Kapazitäten, also Mastplätze vorhanden → werden oft im Ausland gemästet

<https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierwohl-forschung-in-ovo.html>

Verbot des Kükentötens und Alternativen

Zweinutzungsrasen

- Bei Zweinutzungsrasen können die weiblichen Tiere als Legehennen genutzt werden und die männlichen Tiere für die Mast
- Allerdings werden sowohl bei der Mast- als auch bei der Legeleistung deutlich niedrigere Leistungen erzielt als bei den speziell für eine Nutzungsrichtung gezüchteten Mast- bzw. Legehybriden
- Die Mastleistung liegt über derjenigen von Bruderhähnen, dafür ist die Legeleistung bei den weiblichen Tieren deutlich niedriger
- Beispiele für Zweinutzungsrasen sind z.B. Rodeländer, Sulmtaler oder das Triesdorfer Landhuhn

Verbot des Kükentötens und Alternativen

Triesdorfer Landhuhn



- Ca. 200 Eier/Jahr
- Bei 14-16 Wochen Mast etwa 1,4 – 2,0 kg

Verbot des Kükentötens und Alternativen

ÖTZ COFFEE & CREAM



Quelle: https://www.oekotierzucht.de/tiere/unsere_tiere/

Verbot des Kükentötens und Alternativen

ÖTZ COFFEE & CREAM

Bio Masthähnchen ISA JA 757 – 14. LW



ÖTZ COFFEE – 16. LW



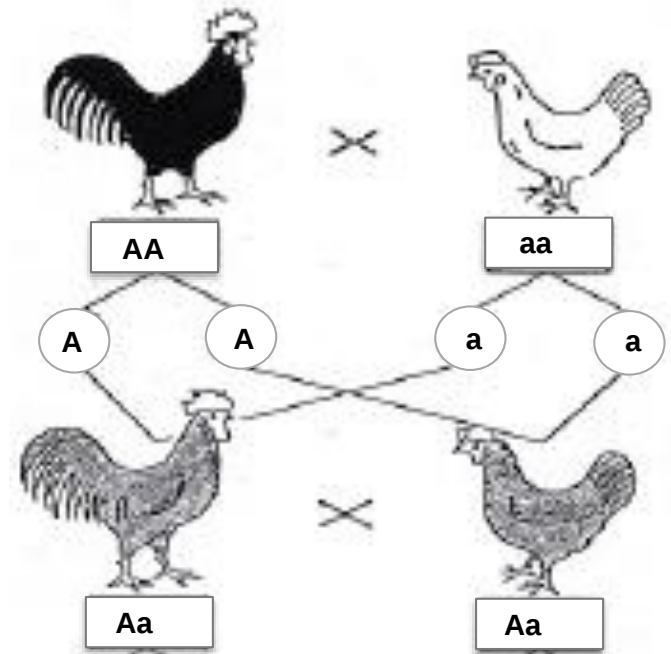
Quelle: Die Tiere der ÖTZ – Ein Katalog für den praktischen Landwirt, 2. Auflage, Stand Januar 2020

Qualitative Merkmale – Quantitative Merkmale

*Applied Sciences
for Life*

Qualitative Merkmale

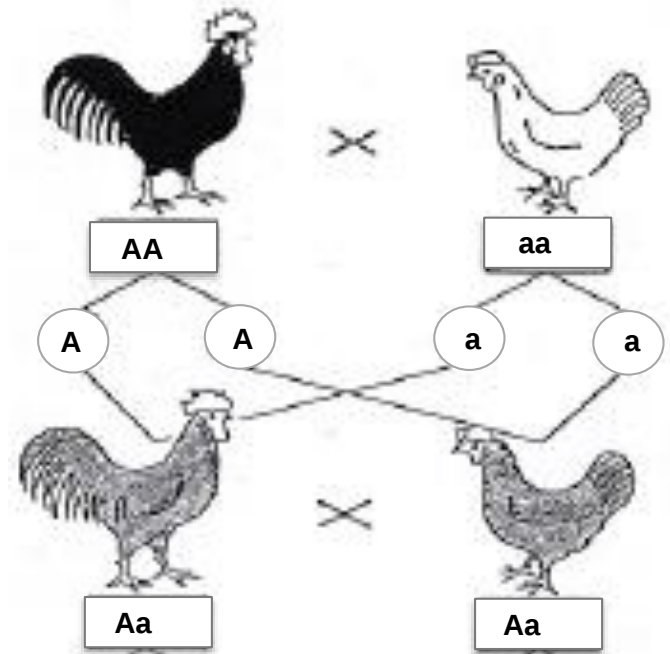
- Die Vererbung qualitativer Merkmale wird nur durch die **Allele eines oder weniger Genorte** bestimmt → qualitativ genetischer Erbgang
- **Monogene** (1 Genort) bzw. oligogene (wenige Genorte) **Merkmale**
- Im Fall eines qualitativ-genetischen Erbgangs ist es möglich eine Hypothese über die Vererbung aufzustellen



Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwartebrief
Januar 2009/580. www.rassegefluegel-bayern.de

Qualitative Merkmale

- Qualitative Merkmale weisen eine diskontinuierliche Variation auf (**entweder – oder**)
- Die Zahl der auftretenden Geno- und Phänotypen ist gering
- Der **Umwelteinfluss** auf qualitative Merkmale ist **nicht vorhanden oder nur gering**



Modifiziert nach Ralf George, Zuchtwartebrief
Januar 2009/580. www.rassegefluegel-bayern.de

Quantitative Merkmale

- Quantitative Merkmale können innerhalb gewisser Grenzen **alle möglichen Zwischenwerte** annehmen, sie zeigen also eine **kontinuierliche Variation**
- Sie werden quantitativ, also durch Zählen/Messen/Wiegen oder mithilfe subjektiver Benotungssysteme erfasst
- An der Ausprägung quantitativer Merkmale sind die Allele vieler verschiedener Genorte beteiligt

(polygene Merkmale)



Quantitative Merkmale

- Es gibt somit **viele verschiedene Geno- und Phänotypen**
- **Umweltbedingungen haben einen großen Einfluss** auf die Merkmalsvariation quantitativer Merkmale
- Bei einem quantitativ genetischen Erbgang kann keine Hypothese zur Vererbung gemäß der Mendelschen Regeln aufgestellt werden → Vererbung deutlich komplexer!



Wiederholungsfragen

- Wie lauten die Uniformitäts-, die Spaltungs- und die Unabhängigkeitsregel?
- Bei welcher Kategorie von Merkmalen können die Mendelschen Regeln angewendet werden, bei welchen Merkmalen ist das hingegen nicht der Fall?
- Welche Heterosomen haben weibliche Säugetiere/weibliche Vögel/männliche Säugetiere/männliche Vögel?
- Was versteht man unter geschlechtsgebundenen Genen?
- Was sind sogenannten Kennküken? Wozu werden Sie eingesetzt? Worauf beruht das Verfahren?
- Seit wann ist in Deutschland das Kükentöten verboten? Welche Alternativen gibt es derzeit? Was sind deren Vor- und Nachteile? Welche würden Sie favorisieren? Warum?
- Wodurch unterscheiden sich qualitative und quantitative Merkmale?



WEIHENSTEPHAN • TRIESDORF
University of Applied Sciences



DANKE

für die Aufmerksamkeit!

Dr. Lea Lorenz

Sommersemester 2024