

Mendel'sche Vererbung: Züchtung der Hunderasse der Kromfohlländer

Ein Beitrag von Rebecca Koop und Dr. Monika Pohlmann



Wikimedia Commons/CC BY-SA 3.0

Die Vererbungsregeln und die Theorie des „Vaters“ der klassischen Genetik, Gregor Mendel sind bis heute fester Bestandteil der Heim- und Nutztierzucht. Ihre Schülerinnen und Schüler wenden ihre Kompetenzen zur Mendel'schen Genetik am spannenden Kontext der kontrollierten Zucht eines Rassezuchtvereins an, indem sie einer Züchterin „über die Schulter“ schauen. Sie erproben sich im Umgang mit Kreuzungsschemata und lernen zwischen den empirisch entdeckten Mendelschen Regeln und der Theorie, als deren Erklärung, zu differenzieren. Die Bedeutung der Rückkreuzung, als hypothesenprüfende naturwissenschaftliche Methode, wird im Rahmen der Reflexion des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges bewusst. Ein motivierendes Mystery fördert das vernetzte Denken sowie ein kompetentes Handeln innerhalb des Inhaltsfeldes der klassischen Genetik.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Biologie Sek. I

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon +49 711 62900-0
Fax +49 711 62900-60
meinRAABE@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Dr. Yvonne Heilemann
Satz: Röser MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildnachweis Titel: Wikimedia Commons/CC BY-SA 3.0
Illustrationen: –
Korrektorat: Josef Mayer

Mendel'sche Vererbung: Züchtung der Hunderasse der Kromfohlländer

Klasse 9/10

von Rebecca Koop und Dr. Monika Pohlmann

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1 Peter und Fiffi – der Anfang der Kromfohlländer	4
M2 Ein besonderer Rassezuchtverein für Kromfohlländer	7
M3 Lexikon der klassischen Genetik	9
M4 Genetische Gesundheit – Das Einkreuzprojekt	10
M5 Kreuzen nach Regeln	13
M6 Erkenntnisgewinnung in der Hundezucht	15
M7 Identifizieren eines unbekanntem Genotyps	18
M8 Mystery – Wer hat sich in das Körbchen gemogelt?	21
Lösungsvorschläge	24
Literatur	35

Überblick:

Kompetenz	Anforderungsbereiche	Basis-konzept	Material
Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation	I–III	AB, TA, KA	M1–M7

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **GL** Glossar

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Kynologie (Lehre über Rassen und Zucht der Haushunde), Historie der Entstehung der Kromfohlländer, rassetypische Merkmale und alternative Merkmalsausprägungen, Zucht- und Rassestandards, Definition von Rasse und Generation	M1	AB, Schema
Methoden der klassischen Züchtung vs. molekulargenetische Methoden, Inzuchtproblematik, genetisch bedingte Erkrankungen, Zuchtlenkungsmaßnahmen, Einkreuzprojekt: Kromfohlländer x Dansk-Svensk Gårdshund, pänotypisches Kreuzungsschema	M2	AB, Kreuzungsschema
Lexikon zu Fachbegriffen der klassischen Genetik	M3	GL
Dominant-rezessive Monohybridenkreuzung, Phäno- und genotypisches Kreuzungsschema, Homo- und Heterozygotie, statistische Erwartung für Phäno- und Genotypen der F2-Generation im Punnett-Quadrat	M4	AB, Kreuzungsschema, Punnett-Quadrat

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Dominant-rezessive Dihybridenkreuzung, statistische Verteilung der Phäno- und Genotypen der F ₂ -Generation im Punnett-Quadrat, Mendel'sche Regeln	M5	AB, Kreuzungsschema, Punnett-Quadrat
Reflexion des Wegs der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, Bedeutung der Hypothese und der hypothesenprüfenden Methoden, Anwendung des induktiven Forschungsweges am Beispiel der Hundezucht	M6	Schema, Cluster
Testkreuzung (Rückkreuzung zur Identifizierung unbekannter Genotypen), Bedeutung des doppelt rezessiven Elter, Hypothesen prüfen und Zuchtergebnisse prognostizieren, Mendels Partikeltheorie, erkenntnistheoretischer Exkurs: Theorie vs. Regel	M7	AB, Kreuzungsschema, Punnett-Quadrat, Venn-Diagramm
Rätselfrage zur Abstammung eines unbekanntes Welpen, Lösung durch individuelle Legebilder, Reflexion der persönlichen Problemlösekompetenz, Tragweite und Grenzen der Methoden der klassischen Genetik in der Praxis der Tierzucht.	M8	MY

Mendel'sche Vererbung: Züchtung der Hunderasse der Kromfohlländer

Fachwissenschaftliche Orientierung

Die Rasse der Kromfohlländer

Der Kromfohlländer ist seit 1955 als Hunderasse international anerkannt und zählt zu den modernsten Hunderassen in Deutschland. Zu ihrer Entstehung kam es durch Ilse Schleifenbaum, die in der Nachkriegszeit die Verpaarung eines Streuners mit einer Foxterrier-Hündin begleitete und die Welpen systematisch anhand ausgewählter Merkmale und ihren Ausprägungen weiterzuchtete. Aus weiteren Verpaarungen, auch gezielt zwischen den Nachkommen der Folgegenerationen, entstand der Kromfohlländer. Aufgrund der Entwicklung aus nur einem Stammelternpaar litt die Rasse zwischenzeitlich an den Folgen der geringen genetischen Vielfalt durch Inzucht. Aktuell sind alle Kromfohlländerzuchtvereine, zur Senkung des Inzuchtfaktors und zur Förderung einer robusten Rasse, um gezielte Kreuzungen bemüht. Vorbild für das vorliegende Material ist ein 2010 gegründeter Zuchtverein in Nordrhein-Westfalen, dessen Zuchtlenkungsmaßnahmen wissenschaftlich begleitet werden und auf populationsgenetischen Analysen beruhen. Zuchtziel sind vitale, wesensfeste Kromfohlländer. Ein spezielles Einkreuzprojekt zur Förderung einer größeren genetischen Fitness der Hunde unterscheidet diesen Zuchtverein von anderen. Dabei werden reinrassige Kromfohlländer (Kromis) mit Hunden der Rasse Dansk-Svensk Gårdshund (Danskis) gekreuzt. Im Anschluss werden mehrfach Rückkreuzungen mit reinrassigen Kromis durchgeführt. Durch das Projekt wird der Typus des Kromfohlländers nicht verändert, aber die Genvielfalt der Rasse gesteigert und so dem schlechter werdenden Gesundheitszustand entgegengewirkt.

© RAABE 2022

Mendel'sche Vererbung

Gregor Mendel (1822–1884) gelang es als Begründer der klassischen Genetik mit seinen Versuchen zu Erbsenpflanzenhybriden die Mendel'schen Regeln als grundlegende aufzustellen. Mendel besaß noch keine zellbiologischen Erkenntnisse über Chromosomen oder Gene, sodass er durch seine Kreuzungsexperimente ausschließlich die Vererbung anhand der äußeren Merkmale erforschte. Der Erfolg seiner Forschung beruhte auf statistischen Analysen und einer sorgfältigen Arbeitsweise. Mendel konnte seine Vererbungsregeln mit seiner Partikeltheorie aus vier Thesen auch erklären. Obwohl seine Arbeit zu Lebzeiten kaum Anerkennung fand, wurde ihre Bedeutung für die Vererbungslehre nach 1900 umfänglich gewürdigt. Heutzutage findet die Mendel'sche Genetik in der Zucht beim Aufstellen von Kreuzungsplänen noch immer Anwendung und bildet die theoretische Basis für die praktischen Methoden der klassischen Zuchtverfahren bei domestizierten Pflanzen und Tieren.

Methodisch-didaktische Hinweise

Die Einheit folgt den Prinzipien des **kooperativen Lernens** (*Think-Pair-Share*). Während in der *Think-Phase* jedem und jeder Einzelnen die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand abverlangt wird, können sich die Lernenden in der *Pair-Phase* in Partnerarbeit oder in der Gruppe austauschen und Ergebnisse vergleichen. Die *Share-Phase* in der Gruppe oder im Plenum dient der Ergebnissicherung und dem Aufdecken von Schwierigkeiten.

In der **Mystery-Methode (M8)** geht es um das Aufdecken kniffliger Fragen und Zusammenhänge. Nach einer einleitenden Geschichte lösen die Lernenden in Gruppen, anhand von Mysterykarten mit relevanten und irrelevanten Informationen, ein Rätsel. Dies dient der selbstständigen Anwendung und dem Transfer des Gelernten und damit der Ergebnissicherung. Das bei der Enträtselung des Mysterys verlangte Kategorisieren, Ordnen und Hypothesenaufstellen fördern das vernetzte Denken. Da die Lernenden die Mysterykarten auf ein Lernplakat kleben oder digital präsentieren, sollten diese in einer jeweils passenden Größe bereitgestellt werden. Nach der Präsentation können Methode und Arbeitsprozess reflektiert werden, damit sich die Lernenden ihres Problemlöseprozesses und kompetenten Handelns bewusst werden. Dies steigert die Selbstwirksamkeitserwartung, das Vertrauen und die Überzeugung, aufgrund eigener Kompetenzen Anforderungen bewältigen zu können.

Ablauf

M1 führt in die Zucht der Kromfohlränder-Hunderasse ein. Es sollte thematisiert werden, dass der Begriff „Rasse“ heute nur noch in der Tierzucht sinnvoll Verwendung findet. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Fachbegriffe Merkmal und Merkmalsausprägung zu unterscheiden. Diese Differenzierung ist für ein grundlegendes Verständnis der Genetik und für die weitere Bearbeitung unabdingbar und wird daher an verschiedenen Beispielen eingeübt. **M2** führt in die Methoden eines Hundezuchtvereins ein, der sich der Zucht von Kromfohlrändern mit besonderen Zuchtlenkungsmaßnahmen widmet. Die Lernenden verstehen, dass sich die klassische Genetik mit den sichtbaren Merkmalen eines Organismus sowie der genetischen Ausstattung seiner Körper- und Geschlechtszellen beschäftigt und die Erkenntnis den Weg vom Merkmal zum Gen nimmt. In den Darstellungsformen werden daher den Phänotypen mögliche Genotypen zugeordnet. Die Lernenden unterscheiden bewusst zwischen Begattung und Befruchtung und erfassen, dass nicht Merkmale, sondern Gene vererbt werden. Mithilfe von Formulierungshilfen und einem Glossar (**M3**) soll eine korrekte Fachsprache gefördert werden. Mit **M4** werden die Ler-

nenden in die Symbolik der klassischen Genetik anhand eines einfachen Kreuzungsschemas eingeführt. Für die Darstellung dominant-rezessiver Erbgänge werden Kreuzungsschemata sowie Punnett-Quadrate verwendet. Am exemplarischen Kreuzungsschema vollziehen die Lernenden den Monohybridenerbgang für das Merkmal der Haartextur an den alternativen Ausprägungen Rauhaar/Glatthaar nach. **M5** erweitert die analytische Betrachtung von Erbgängen um die Dihybridkreuzung und überprüft die Mendel'schen Regeln deduktiv. Ziel ist die tiefere Erkenntnis, dass die Mendel'schen Regeln keine Erklärung für die Weitergabe von Erbfaktoren darstellen, sondern die empirisch entdeckten Regelmäßigkeiten bei der Weitergabe von Phänotypen über Generationen hinweg sind. Mit **M6** vertiefen die Lernenden ihre Kompetenzen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und wenden diese auf eine Forschungsfrage zur Hundezucht an. Den Schülerinnen und Schülern sollte damit die zentrale Bedeutung der Hypothesenüberprüfung mittels naturwissenschaftlicher Methoden für das wissenschaftliche Arbeiten nahegebracht werden. Hypothesen können niemals falsch oder richtig sein, da sie begründbare, optionale Antworten auf eine Forschungsfrage darstellen. Hypothesenprüfende Methoden haben die Funktion, Hypothesen zu widerlegen oder zu bestätigen, wobei eine endgültige Bestätigung aus erkenntnistheoretischen Gründen nicht erfolgen kann. Falls die Lernenden den Weg des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges bereits im Vorfeld sehr gut reflektiert haben, kann **M6** ausgelassen werden. In **M7** wenden die Lernenden die Rückkreuzung als Testkreuzung an, um einen unbekanntem Genotyp zu bestimmen. Zu beachten ist, dass die statistische Verteilung der Geno- und Phänotypen der Nachkommen der Parentalgeneration in einer Testkreuzung nur dann der theoretischen Erwartung entspricht, wenn eine große Anzahl vorliegen würde. Dies ist in der Hundezucht nicht der Fall. Die Zahlenverhältnisse in einem Punnett-Quadrat geben Wahrscheinlichkeiten wieder, die für den Einzelfall nicht zutreffen müssen. Die angegebenen Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Phäno- und Genotypen müssen also nicht zwingend auf einen bestimmten Wurf Welpen zutreffen. Daher bemühen renommierte Hundezuchtvereine oft Genlabore für die Zuchtlenkungsmaßnahmen. Im Kontext der Reflexion naturwissenschaftlichen Forschens unterscheiden die Lernenden zwischen einer Regel und einer Theorie. Diese Differenzierung wird exemplarisch an den Mendel'schen Regeln und der Partikeltheorie erarbeitet. Es ist oft nicht bewusst, dass in der klassischen Genetik den beobachtbaren Phänotypen Genotypen auf Basis der Mendel'schen Regeln zugeordnet werden. Mendel hat die ersten Vererbungsregeln **und** die Erklärung entwickelt. Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Regel/Naturgesetz und Theorie werden in einem Venn-Diagramm grafisch dargestellt. Ein Mystery zum Abschluss (**M8**) dient der Anwendung des Erlernten und der Ergebnissicherung. Die Reflexion der Lernprodukte kann herausstreichen, wie individuell Lernprozesse sind, und dass verschiedene Wege zum Ziel führen können.

Vorausgesetztes Fachwissen

Die Einheit ist besonders als Wiederholung und Vertiefung geeignet, um bereits bekannte Grundzüge der klassischen Genetik (Mendel'sche Regeln, Kreuzungsschemata) auf die Hundezucht als Thema mit Alltagsrelevanz zu transferieren. Es ist von Vorteil, wenn den Lernenden kooperative Arbeitsweisen bereits bekannt sind.

Literatur

- ▶ Bresch, Carsten; Hausmann, R.: Klassische und molekulare Genetik. Springer. Berlin Heidelberg New York 1972. S. 40–46
- ▶ Brüning, Ludger; Saum, T.: Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung. Neue Deutsche Schule. Essen 2017. S. 15–17
- ▶ Brüning, Ludger; Saum, T.: Erfolgreich unterrichten durch Visualisieren. Grafisches Strukturieren mit Strategien des Kooperativen Lernens. Neue Deutsche Schule. Essen 2007. S. 32–35
- ▶ Krüger, Dirk; Vogt, H.: Theorien in der biologiepädagogischen Forschung. Springer. Berlin Heidelberg 2007. S. 1, 2
- ▶ Lübeck, Michael: „Basiskonzept“ der Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht. Waxmann. 2020. S. 23, 27
- ▶ Pohlmann, Monika u. a.: Biosphäre Sekundarstufe II – Genetik. Cornelsen Verlag. Berlin 2013. S. 10–13, 54
- ▶ Urry, Lisa u. a.: Campbell Biologie. Pearson Studium. Hallbergmoos 2019. S. 358-367
- ▶ Willam, Alfons; Simianer, H.: Tierzucht. UTB/Ulmer. 2017. S. 11, 24, 130–134

Zeitschriften

- ▶ Dieckmann R. u. a.: Einführung in den kompetenzorientierten Biologie-Unterricht. Biologie im Kontext 2010. S. 36–46
Neben theoretischen Hintergründen bietet diese Broschüre Beispielaufgaben, die auf eine effektive Kompetenzförderung der Lernenden abzielt.

Internetadressen

ProKromfohländer e.V.

- ▶ <https://www.pro-kromfohrlaender-zucht.de/der-kromfohrlaender/>
- ▶ <https://www.pro-kromfohrlaender-zucht.de/einkreuzprojekt/>
Vorstellung des Vereins ProKromfohländer e.V. mit seinem Leitgedanken und Zuchtziel. Neben allgemeinen Informationen zur Rasse Kromfohländer informieren die ProKromfohländer ausführlich über ihre speziellen Zuchtverfahren.

Klassische Genetik

- ▶ https://fachdidaktikbiologie.uni-koeln.de/sites/fachdid_bio_gym/Forum_Fachdidaktik_Biologie/Forum_2012/Genetik_Fachsprache_Koln.pdf

Die Präsentation des Didaktikers Ulrich Kattmann weist auf die Zusammenführung von Alltagssprache und Fachsprache zur Unterrichtssprache im Genetikunterricht hin.

[Letzter Abruf aller Links: 26.04.2022]

M1 Peter und Fiffi – der Anfang der Kromfohlländer

A: Ein Streuner wird zum Stammvater einer neuen Hunderasse



© Bianca Grueneberg/iStock/ Getty Images Plus

Es war in den 1940er-Jahren als ein herrenloser Hund herumstreunte und nach etwas Fressbarem suchte. Die tierliebende Ilse Schleifenbaum nahm ihn bei sich auf und nannte den kleinen Griffon-Vendéen-Rüden Peter. Er gedieh prächtig und interessierte sich schon bald für die Nachbarshündin Fiffi, einen Foxterrier. Schon bald brachte Fiffi viele kleine Welpen zur Welt. Ein Junghund war niedlicher

als der andere, und doch ähnelten sie sich sehr. Entzückt vom Nachwuchs, wiederholte Ilse Schleifenbaum die Verpaarung der Stammeltern und verpaarte auch die Nachkommen mehrmals miteinander. Unter ihrer Obhut wuchs die Anzahl der Junghunde und die der **Generationen**. Die Nachkommen des ersten Hundepaares zeichneten sich durch ein freundliches Wesen und eine hübsche Fellzeichnung aus.

Einsatz und Begeisterung der Erstzüchterin führten dazu, dass die Hunde vom weltweit größten kynologischen Dachverband, der FCI (*Fédération Cynologique Internationale*), 1955 als neue **Rasse** anerkannt wurden. Die **Kynologie** ist die Lehre von den Hunderassen und ihrer Zucht. Der Verband legt die **Zucht- und Rassestandards** fest. Erst wenn ein Hund dieser Beschreibung genau entspricht, gilt er als **Rassehund**. Der **Kromfohlländer** ist eine der jüngsten deutschen Hunderassen. 1960 wurde in diese Rasse nochmals ein Foxterrier eingekreuzt, um mehr **genetische Vielfalt** zu erhalten.

Rasse: eine Gruppe von Tieren derselben Art, die sich durch bestimmte Merkmale oder Merkmalsausprägungen von den restlichen derselben Art unterscheiden. Der Begriff Rasse wird NUR in der Tierzucht verwendet.

Generation: die Gesamtheit von Lebewesen, die ungefähr denselben zeitlichen Abstand zu ihren gemeinsamen Vorfahren und Nachkommen haben.

B: Typisch Kromfohlländer

Der Name „Kromfohlländer“ leitet sich vom plattdeutschen Wort „Krom Fohr“ ab, was „Krumme Furche“ bedeutet. Dies ist der Name des Ortes, an dem Ilse Schleifenbaum ihr Wochenendhaus hatte.

Am äußeren Erscheinungsbild der Kromfohlländer zeigen sich verschiedene Merkmale, z. B.:

kurz- & glatthaarig



lang- & glatthaarig



kurz- & rauhaarig



Fotos: © Astrid Möller

Ein **Merkmal** stellt eine erkennbare Eigenschaft dar, z. B. die Farbe der Fellabzeichen, die Haarlänge oder die Haartextur. Die konkrete Ausbildung eines Merkmals wird als **Merkmalsausprägung** bezeichnet. So können die Fellabzeichen der Kromfohlländer hell-, dunkel- oder rotbraun sein. Beim Merkmal der Haarlänge lassen sich Kromfohlländer mit langem oder kurzem Haar unterscheiden, bei der Haarstruktur unterscheidet man innerhalb der Rasse zwischen Kromfohlländern mit rauem Haar und einem Bart sowie solchen mit glattem Haar und ohne Bart.

© RAABE 2022

Portrait der Kromfohlländer

- Herkunftsland: Deutschland
- FCI-Gruppe 9: Gesellschafts- und Begleithund, Standard 192
- Mittelgroßer Hund: 38–46 cm
- Körpergewicht: Hündin 9–14 kg, Rüde 11–16 kg
- Fell: rauhaarig mit drahtigem Fell und Bart („struppig-frecher“ Vertreter) glatthaarig mit weichem, seidigem Fell und ohne Bart („eleganter“ Vertreter)
- Gemüt: lernfreudig, anhänglich, anpassungsfähig, wachsam, lebhaft, verschmust, familienfreundlich, kaum Jagdtrieb
- Aussehen: Gesichtsmaske, weiß-braune Körperabzeichen, Kippohren

Aufgaben

1. Stelle in einem Schema **dar**, wie sich die Rasse der Kromfohlländer entwickelte. **Nutze** dazu die Begriffe im Kasten und beliebige Symbole wie Pfeile, um deine Aussagen zu verdeutlichen.

Fiffi – Verpaarung – Anerkennung der Rasse Kromfohlländer – erste Generation von Nachkommen – Peter – weitere Verpaarungen untereinander – weitere Generationen von Nachkommen

2. **Erklärt** euch in Partnerarbeit an eurem Schema wechselseitig den Anfang der Kromfohlländer-Rasse bis zu ihrer internationalen Anerkennung.
3. **Benenne** rassetypische Merkmale der Kromfohlländer und **trage** diese sowie mögliche Merkmalsausprägungen in die Tabelle **ein**. **Vergleicht** in Partnerarbeit eure Lösung mit der Lösung eines Lernpartners bzw. einer Lernpartnerin.

Merkmal	Merkmalsausprägungen

4. Auch andere Hunderassen zeigen typische Merkmale und verschiedene Merkmalsausprägungen. **Benennt** in Partnerarbeit weitere Merkmale mit ihren Merkmalsausprägungen, die ihr von anderen Hunderassen kennt. **Präsentiert** eure Überlegungen im Plenum.

Ein besonderer Rassezuchtverein für Kromfohlländer

Hi, ich bin Cara vom Rassezuchtverein für Kromfohlländer. Ich zeige, wie wir die Kromis in unserem besonderen Programm züchten.



M2

Wir sind nur einer von vielen Hundezuchtvereinen in Deutschland, selbst für die Kromfohlländerzucht sind mehrere Vereine aktiv. **Tierzucht** ist die planmäßige, zielgerichtete Veränderung von Tieren einer Rasse. Dabei sollen erwünschte Merkmale verstärkt und unerwünschte durch Auslese zum Verschwinden gebracht werden.

Die Tierzuchtmethoden sind weit fortgeschritten. Dennoch wenden wir die **Methoden der klassischen Züchtung** (Erkenntnisweg vom Merkmal zum Gen) noch erfolgreich an. Wir beschreiben dabei die Ausprägung bestimmter Körpermerkmale und betrachten das Lebewesen in seinem gesamten äußeren Erscheinungsbild. Die klassischen Verfahren erfordern ein geplantes, kontrolliertes Vorgehen. Züchten bedeutet „ein Denken in Generationen“. Als Erstes bestimmen wir eine erwünschte Merkmalsausprägung, z. B. kurzes Haar. Kreuzungspläne zeigen uns dann, welche Hunde miteinander verpaart werden müssen, damit die erwünschte Merkmalsausprägung bei den Nachkommen auch auftritt.

Anders ist es bei den **molekulargenetischen Methoden** (Erkenntnisweg vom Gen zum Merkmal). Mithilfe moderner Biotechnologie können wir Einblicke in das Erbgut der Kromis gewinnen. Im Gegensatz zur klassischen Züchtung wird hier die Ebene der Zelle mit den Chromosomen und der DNA betrachtet. Molekulargenetische Erkenntnisse sind sehr aussagekräftig und erleichtern uns das Aufstellen von Kreuzungsplänen.

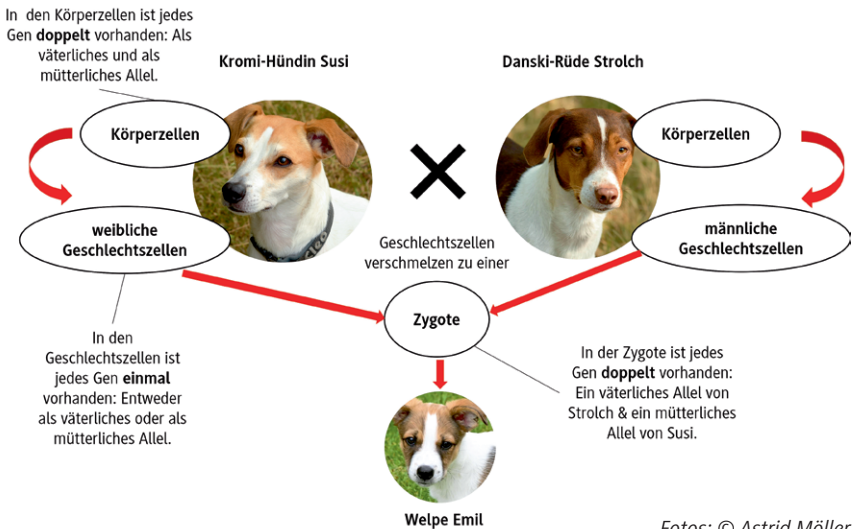
Die Gesamtheit aller Erbanlagen eines Hundes bezeichnet man als **Genotyp**. Je nachdem, welche Gene an die Welpen weitergegeben werden, zeigen sich im Erscheinungsbild unterschiedliche Merkmalsausprägungen. Die Gesamtheit der Merkmalsausprägungen heißt **Phänotyp**.

Wir begegnen dem **Inzuchtproblem** der Kromis durch ein spezielles Einkreuzprojekt. Die insgesamt sehr kleine Population der Kromis, in einem Jahr werden meist nie mehr als 200 Welpen geboren, zeigt eine gewisse genetische Verarmung. Dies gilt auch für zahlreiche andere Hunderassen und kann sich auf die Gesundheit und Überlebensfähigkeit der Tiere auswirken. So traten vor einigen Jahren bei Kromis vermehrt genetisch bedingte Krankheiten wie Epilepsie, Hyperkeratose (übermäßige Verhornung der Pfotenballen) und die Von-Willebrand-Krankheit Typ I (Blutgerinnungsstörung) auf. In unserem Verein werden die Kromis deshalb genau nach Plan mit einer anderen Hunderasse, dem Dansk-Svensk Gårdshund (kurz: Danski), gekreuzt. Wir versprechen uns davon eine größere genetische Vielfalt und damit gesündere Folgegenerationen. Mit unserem wissenschaftlich begleiteten Einkreuzprojekt unterscheiden wir uns von allen anderen Vereinen für Kromfohlländer.

Aufgaben

1. **Erläutere**, mit welchen Methoden Cara und die übrigen Züchter und Züchterinnen des Rassezuchtvereins für Kromfohrländer arbeiten, um vitale Nachzuchten zu erhalten.
2. Beschreibe das Kreuzungsschema. Im Kasten findest du Tipps zur Formulierung.

in den Körperzellen befinden sich die Gene im Zellkern – Gene werden vererbt – aus einer Zygote entwickelt sich ein Lebewesen – wenn Geschlechtszellen heranreifen, wird die Anzahl der Gene halbiert – Lebewesen bestehen aus vielen Körperzellen – Verpaarung – bei der Befruchtung verschmelzen eine weibliche und eine männliche Geschlechtszelle zu einer Zygote – ein Gen kann als väterliches und als mütterliches Allel vorliegen – ein Allel ist die Zustandsform eines Genes – die befruchtete Eizelle enthält von jedem Gen zwei Allele, eines von der Mutter und eines vom Vater



© RAABE 2022

3. **Erklärt** euch in Partnerarbeit wechselseitig, wie Gene über Generationen weitergegeben werden, **bezieht** auch **Stellung** zu folgender Aussage der Züchter und Züchterinnen im Rassezuchtverein der Kromfohrländer:
 „Züchten bedeutet ein Denken in Generationen.“



Tip: Im Genetik-Lexikon (M3) könnt ihr unbekannte Fachbegriffe nachsehen.

Lexikon der klassischen Genetik

M3

Fachbegriff	Erklärung
Gen	Erbfaktor. Auf der DNA lokalisierbare Erbanlage, die die Ausbildung eines bestimmten Merkmals (mit)bestimmt.
Allel	Zustandsform eines Gens. Ein Gen kann als väterliches und mütterliches Allel vorliegen.
Zelle	Kleinste lebende Einheit eines Organismus. Es werden Körperzellen von Geschlechtszellen unterschieden.
Zygote	Zelle, die bei der Verschmelzung der weiblichen und männlichen Geschlechtszelle, der Befruchtung, entsteht.
Genotyp	Repräsentiert die Gesamtheit aller Gene.
Phänotyp	Repräsentiert die Gesamtheit aller Merkmalsausprägungen eines Lebewesens.
Homozygotie	Reinerbigkeit. Ein Lebewesen mit zwei gleichen Allelen eines Gens wird diesbezüglich als homozygot bezeichnet.
Heterozygotie	Mischerbigkeit. <i>Ein Lebewesen mit zwei verschiedenen Allelen eines Gens wird diesbezüglich als heterozygot für dieses Gen bezeichnet.</i>
dominant	Das Merkmal-bestimmende Allel. Ein dominantes Allel setzt sich in der Merkmalsausprägung gegenüber einem rezessiven Allel durch.
rezessiv	Das Merkmal-unterlegene Allel. Ein rezessives Allel tritt gegenüber dem dominanten in der Merkmalsausprägung zurück.
Monohybridenkreuzung	Einfaktorkreuzung. Kreuzungspartner unterscheiden sich in einem Merkmalspaar reinerbig voneinander.
Dihybridenkreuzung	Zweifaktorkreuzung. Kreuzungspartner unterscheiden sich in zwei Merkmalspaaren reinerbig voneinander.
P-Generation	Parentalgeneration oder Elterngeneration.
F1-Generation	Erste Filialgeneration (lat. <i>filia</i> = Tochter) oder Tochtergeneration. Die unmittelbaren Nachkommen einer Kreuzung.
Punnett-Quadrat	Kombinationsquadrat. Hilfsmittel zur Bestimmung der statistischen Häufigkeit der Geno- und Phänotypen der Nachkommenschaft einer genotypisch exakt definierten Kreuzung.

M4 Genetische Gesundheit – Das Einkreuzprojekt

Wir wollen Kromfohlländer mit der Merkmalausprägung **Rauhaar** züchten!



© SolStock/E+

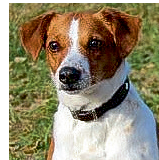
A: Dominant-rezessiver monohybrider Erbgang

Um einen rauhaarigen Kromi zu züchten, kreuzen wir einen reinerbigen, rauhaarigen Kromi mit einem reinerbigen, glatthaarigen Danski. Die beiden Hunde unterscheiden sich nur in der **Merkmalsausprägung eines Merkmals**: der Haartextur. Deswegen sprechen wir von einer **Monohybridenkreuzung**. Dies lässt sich in einem Kreuzungsschema darstellen:

R = Allel für Rauhaar
g = Allel für Glatthaar



Phänotyp Rauhaar



Phänotyp Glatthaar

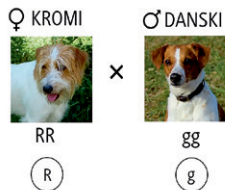
Das Allel für die Merkmalsausprägung Rauhaar (R) ist gegenüber dem für Glatthaar dominant, das Allel für Glatthaar (g) gegenüber dem für Rauhaar rezessiv. Dominante Allele werden mit Großbuchstaben, rezessive Allele mit Kleinbuchstaben gekennzeichnet. Bei der Schreibweise steht das dominante vor dem rezessiven Allel. Im Kreuzungsschema steht das weibliche Tier (♀) links, das männliche Tier (♂) rechts.

P-Generation

Phänotyp

Genotyp

Geschlechtszellen



Die Tiere in der Eltern-Generation (P = Parental-Generation) sind reinerbig (**homozygot**) für das betrachtete Merkmal. Es gibt jeweils nur **eine** Möglichkeit, welches Allel in den Geschlechtszellen vorliegt. Alle Geschlechtszellen der Hündin besitzen das Allel für Rauhaar (R), alle Geschlechtszellen des Rüden das Allel für Glatthaar (g). Die Nachkommen der F₁-Generation sind mischerbig (**heterozygot**) für das betrachtete Merkmal. Da das Allel für

F₁-Generation

Phänotyp

Genotyp



Rg

Fotos: © Astrid Möller

Rauhaar gegenüber dem für Glatthaar dominant ist, zeigen alle Welpen den Phänotyp Rauhaar.

Ergebnis: Wir haben unser Zuchtziel erreicht. Die Nachkommen dieser Kreuzung profitieren von der Durchmischung ihrer Allele und sind ausnahmslos **rauhaarig**.

Jedoch frage ich mich: Zeigen nun alle Hunde in den nachfolgenden Generationen die Merkmalsausprägung Rauhaar?

F₁-Generation

Phänotyp



Genotyp

Rg

Rg

Geschlechtszellen



F₂-Generation

Geschlechtszellen der F₁-Generation

	♂ R	♂ g
♀ R	 RR	 Rg
♀ g	 Rg	 gg

Phänotyp und Genotyp der F₂-Generation

Um herauszufinden, ob alle Hunde der Folgegenerationen rauhaartig sind, kreuzen wir die Hunde der F₁-Generation untereinander. Diese sind bezüglich der Haartextur **heterozygot**. Es gibt jetzt **zwei** Möglichkeiten, welches Allel in einer Geschlechtszelle vorliegen könnte. Die Hälfte der Geschlechtszellen besitzt das Allel für Rauhaar (R), die andere Hälfte das Allel für Glatthaar (g). Daraus folgt, dass es mehrere Kombinationsmöglichkeiten der Allele für den Genotyp der F₂-Generation gibt. Mithilfe eines Kombinationsquadrats oder **Punnett-Quadrats** lässt sich dies zeigen:

In der ersten Spalte werden die beiden Geschlechtszelltypen des weiblichen Paarungspartners der F₁-Generation eingetragen, in der ersten Zeile die beiden Geschlechtszelltypen des männlichen Paarungspartners der F₁-Generation. Durch die Befruchtung der weiblichen Eizellen durch je eine männliche Samenzelle entstehen Zygoten. Aus diesen befruchteten Eizellen entwickeln sich die Hunde der F₂-Generation. Die möglichen Genotypen der F₂-Generation werden in den Feldern des Kombinationsquadrates eingetragen. Die Genotypen lassen eindeutige Rückschlüsse auf die Phänotypen der Hunde zu. Schauen wir uns die Genotypen der Hunde an, können wir drei verschiedene Allelkombinationen entdecken: Rg, RR, gg.

Fotos: © Astrid Möller

Obwohl alle F₁-Hunde rauhaartig sind, tritt in der F₂-Generation die Merkmalsausprägung Glatthaar wieder auf. Die F₂-Hunde spalten sich bezüglich des Merkmals Haartextur phänotypisch im Zahlenverhältnis **3:1** auf. Demnach erwarten wir, dass $\frac{3}{4}$ aller F₂-Hunde rauhaartig sind, und nur $\frac{1}{4}$ glatthaartig ist.

Dies gilt allerdings nur theoretisch, denn die Befruchtung der Eizellen erfolgt zufällig mit Samenzellen, die entweder ein Allel für Rauhaar oder für Glatthaar besitzen. Es kann daher durchaus vorkommen, dass in einem F_2 -Wurf zufällig eine Mehrzahl der Welpen glatthaarig ist. Das theoretische Zahlenverhältnis von 3:1 wird allerdings immer genauer erreicht, je mehr F_2 -Hunde wir züchten.

Aufgaben

1. **Vergleiche** die biologischen Prozesse der Begattung und der Befruchtung. **Erkläre** auch, warum Nachkommen ihren Eltern ähnlich sehen, aber nie genetisch identisch sind.
2. **Begründe**, weshalb in einem Kreuzungsschema der Genotyp eines Tieres durch zwei Buchstaben und der Genotyp der Geschlechtszellen eines Tieres nur durch einen Buchstaben beschrieben werden.
3. **Erläutere**, ob die Züchter und Züchterinnen vom Phänotyp der Hunde der F_2 -Generation Rückschlüsse auf den jeweiligen Genotyp ziehen können. **Tausche** dich mit einem Lernpartner bzw. einer Lernpartnerin **aus**.
4. Der Zuchtverein kreuzt einen homozygot langhaarigen Kromi mit einem homozygot kurzhaarigen Danski. Alle Nachkommen dieser Kreuzung sind kurzhaarig.
 - a) **Erläutere**, ob das Allel für Kurzhaar dominant oder rezessiv vererbt wird.
 - b) **Ermittle** den Genotyp der F_1 -Hunde, indem du die Verpaarung in einem Kreuzungsschema **darstellst**.
 - c) **Vergleiche** eure Kreuzungsschemata in Partnerarbeit und **bestimme**, ob der Genotyp der F_1 -Generation heterozygot oder homozygot ist.
Die F_1 -Hunde werden untereinander verpaart. **Erstelle** ein Punnett-Quadrat, beschreibe und **deute** es hinsichtlich der Verteilung der Genotypen und Phänotypen der F_2 -Nachkommen.
Tipp: Nimm für die Bezeichnung der Allele die Anfangsbuchstaben von Kurzhaar und Langhaar.



Kreuzen nach Regeln

M5

A: Dominant-rezessiver dihybrider Erbgang

Bisher haben wir Kromfohlränder gekreuzt, die sich in nur **einem** Merkmal voneinander unterscheiden. Jedoch wollen wir bei der Zucht mehrere Merkmale berücksichtigen. Dazu kreuzen wir Hunde, die sich in **zwei** Merkmalen, der Haartextur und der Haarlänge, reinerbig voneinander unterscheiden. Wir sprechen von einer **Dihybridenkreuzung**.

R = Allel für Rauhaar

g = Allel für Glatthaar

K = Allel für Kurzhaar

l = Allel für Langhaar



Phänotyp Rau- & Kurzhaar



Phänotyp Glatt- & Langhaar

Fotos: © Astrid Möller

Da die Hunde der Parental-Generation bezüglich der betrachteten Merkmale homozygot sind, besitzen ihre Keimzellen je ein Allel für das Merkmal Haarlänge und ein Allel für das Merkmal Haartextur. Bezogen auf diese Merkmale gibt es jeweils nur eine Sorte Keimzellen. Die Nachkommen der F₁-Generation sind bezüglich beider Merkmale heterozygot. Es gibt jetzt vier verschiedene Kombinationsmöglichkeiten für die Allele in den Keimzellen. Das Punnett-Quadrat muss entsprechend angepasst werden.

© RAABE 2022

P-Generation

Phänotyp



×



Genotyp

RR KK

gg ll

Geschlechtszellen

RK

gl

F₁-Generation

Phänotyp



×



Genotyp

Rg Kl




Rg Kl

Geschlechtszellen

RK Rl gK gl

RK Rl gK gl

F₂-Generation♂ Geschlechtszellen der F₁-Generation♀ Geschlechtszellen der F₁-Generation

				
	 RR KK	 RR Kl	 Rg KK	 Rg Kl
	 RR Kl	 RR ll	 Rg Kl	 Rg ll
	 Rg KK	 Rg Kl	 gg KK	 gg Kl
	 Rg Kl	 Rg ll	 gg Kl	 gg ll

Phänotyp und Genotyp der F₂-Generation

Fotos: © Astrid Möller

Ergebnis:

Alle Kromis der F₁-Generation sind phänotypisch rau- und kurzhaarig. Aber was für eine Überraschung: In der F₂-Generation finden wir Kromis mit neuen Kombinationen von Merkmalsausprägungen. So gibt es Hunde mit der Merkmalsausprägung Rau- und Langhaar und mit der Merkmalsausprägung Glatt- und Kurzhaar.

B: Die Mendel'schen Regeln in der Hundezucht

In unserem Verein haben wir die Monohybriden- und Dihybridenkreuzung an unseren Kromis oft durchgeführt. Wir kamen immer zu den erwünschten Zuchtergebnissen. Wir fragen uns: Lassen sich diese zusammenfassend beschreiben? Ja tatsächlich!

Der Wissenschaftler und Abt Gregor Mendel hat zu seiner Zeit, also bereits im 19. Jahrhundert, ähnliche Kreuzungsexperimente an Erbsenpflanzen durchgeführt. Aus den Ergebnissen konnte er bestimmte Regelmäßigkeiten ableiten, die er als Vererbungsregeln ausformulierte:

Uniformitätsregel und Reziprozitätsregel: Kreuzt man Individuen einer Art, die sich in einem oder mehreren Merkmalen reinerbig voneinander unterscheiden, so sind die Merkmalsausprägungen der F₁-Lebewesen einheitlich, uniform. Dabei ist gleichgültig, welcher der beiden Elternteile Träger der einen oder der alternativen Merkmalsausprägung ist.

Spaltungsregel: Kreuzt man Individuen der F₁-Generation untereinander, so spalten sich die Lebewesen der F₂-Generation bezüglich der alternativen Merkmalsausprägungen in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf, zum Beispiel von 3:1.

Unabhängigkeitsregel: Kreuzt man Individuen einer Art, die sich in zwei oder mehreren Merkmalen jeweils reinerbig unterscheiden, können neben den in der P-Generation gegebenen Kombinationen von Merkmalsausprägungen in der F₂-Generation Lebewesen mit neuen Kombinationen auftreten.

Aufgaben

1. **Ermittle** für die F₂-Generation die verschiedenen phänotypischen Merkmalskombinationen und ihr Zahlenverhältnis im Punnett-Quadrat. **Tausche** dich mit einem Lernpartner bzw. einer Lernpartnerin aus und präsentiere euer Ergebnis.
2. **Begründe**, warum bei einer Dihybridkreuzung **zwei Allele** in den Geschlechtszellen betrachtet werden müssen.
3. Der Rassezuchtverein möchte glatt- und langhaarige Kromfohlländer züchten. Für die Kreuzung wählen sie je einen homozygot rau- und langhaarigen und einen homozygot glatt- und kurzhaarigen Kromfohlländer.
 - a) Begründe in Partnerarbeit an einem Kreuzungsschema, ob in der F₁-Generation Kromfohlländer mit den gewünschten Merkmalsausprägungen zu erwarten sind.
 - b) Begründe anhand eines Punnett-Quadrats, ob die Züchter und Züchterinnen ihr Ziel erreichen, wenn sie Kromfohlländer der F₁-Generation untereinander kreuzen.
Tipp: Das Allel für Rauhaar ist gegenüber dem Allel für Glatthaar dominant. Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem für Langhaar dominant.
4. Jeder in eurer Gruppe wird Experte bzw. Expertin für eine Mendel'sche Regel und erklärt diese in eigenen Worten. **Erläutere**, welche Regel sich durch die Kreuzungsergebnisse in M4 und M5 bestätigen lässt.



M6 Erkenntnisgewinnung in der Hundezucht

Die Erkenntnisse und Methoden der Hundezucht sind weit fortgeschritten. Sie beruhen auf Erfahrungen und Kreuzungsexperimenten vieler Kynologen. Wir als Züchter und Züchterinnen nutzen, wie die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg. Er setzt sich aus verschiedenen logischen Schritten zusammen. Wir wollen mithilfe wissenschaftlicher Methoden unsere Forscherfragen beantworten, indem wir unsere Hypothesen prüfen, um herauszufinden, ob wir mit unserer Vermutung richtig liegen oder nicht.

Kärtchensalat

Den Merkmalen liegen Gene zugrunde, die als selbstständige Einheiten unverschmolzen durch die Generationen weitergegeben werden.

Zeugt ein homozygot kurzhaariger Kromi mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar?

Alle Nachkommen zeigen die Merkmalsausprägung Kurzhaar.

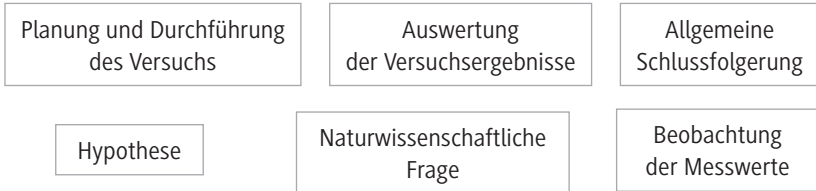
Die Züchter kreuzen einen homozygot kurzhaarigen Kromi mit einem homozygot langhaarigen Kromi.

Ein homozygot kurzhaariger Kromi kann mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar zeugen.

Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem Allel für Langhaar dominant. Ein homozygot kurzhaariger Kromi kann also mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar zeugen.

Aufgaben

1. **Sortiere** die Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges, indem du mit ihnen ein eigenes Schema entwirfst. **Beschreibe** die Bedeutung von Hypothesen für forschendes Arbeiten.



2. **Ordnet** in Partnerarbeit den Kärtchensalat, indem ihr die Kärtchen **ausscheidet** und jedes einem Schritt des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges **zuordnet**. **Heftet** eure Kärtchen mit Magneten an die Tafel oder **nutzt** ein digitales Werkzeug zur Präsentation und **diskutiert** das Ergebnis im Plenum.
3. **Nehmt Stellung** zur Aussage, dass die Anzahl der hypothesenprüfenden Experimente für die Bestätigung oder die Widerlegung einer Vermutung von Bedeutung ist.

M7 Identifizieren eines unbekanntes Genotyps durch Rückkreuzung

OH JEEE! Aufgrund eines technischen Fehlers ist unser Programm MyDogDNA ausgefallen!



A: Ausfall des Programms MyDogDNA – Rückkreuzung hilft weiter

© SolStock/E+

MyDogDNA ist ein technisches Programm mit dessen Hilfe wir molekulargenetische Informationen über unsere Kromfohländer ermitteln können. Damit betrachten wir also nicht die äußerlich sichtbaren Merkmale, sondern können direkt den Genotyp, die DNA, unserer Kromis bestimmen. Leider ist das Programm aufgrund eines technischen Fehlers ausgefallen und wir stehen vor einem Problem: Wie können wir einen unbekanntes Genotyp mit den Methoden der klassischen Mendel'schen Genetik bestimmen?

Ein F_2 -Kromfohländer zeigt die Merkmalsausprägung Rauhaar. Um weitere Kreuzungspläne aufstellen zu können, benötigen wir den Genotyp des Hundes. Da das Allel für Rauhaar gegenüber dem für Glatthaar dominant ist, könnte der Genotyp des Hundes homozygot RR oder heterozygot Rg sein. Um dies zu ermitteln, führen wir eine **Rückkreuzung** durch. Dazu kreuzen wir den F_2 -Kromi mit einem **homozygot rezessiven** Kromi mit dem Genotyp gg .

Rauhaariger Kromi besitzt einen unbekanntes Genotyp



R ?

Glatthaariger Kromi besitzt einen bekannten Genotyp

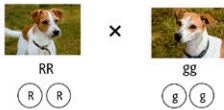


gg

×

Annahme A:

Der Kromi ist homozygot.



Annahme B:

Der Kromi ist heterozygot.



Fotos: © Astrid Möller

B: Partikeltheorie – die Erklärung für die Mendel'schen Regeln

Bereits Mendel nutzte die Methode der Rückkreuzung zum Prüfen seiner Hypothesen. Zu seiner Zeit gab es noch keine modernen molekulargenetischen Verfahren, sodass er nur die äußeren Merkmale betrachten konnte. Unsere klassischen Zuchtverfahren beruhen immer noch auf Mendels Regeln und Theorie.

Regeln lassen sich in der Natur durch genaues, forschendes Beobachten entdecken und oft auch mathematisch beschreiben. Sie werden meist als Naturgesetze ausformuliert. Mit den **Mendel'schen Regeln** lassen sich zahlreiche Prozesse der Vererbung **beschreiben**, sie bieten allerdings keine Erklärung für die Zusammenhänge! Mendel hatte jedoch für die Ergebnisse seiner Kreuzungsversuche auch eine **Erklärung**: Er nannte sie **Partikeltheorie**. Im Gegensatz zu einer Regel können Theorien Beobachtungen oder Zusammenhänge erklären. Mit der Rückkreuzung konnte Mendel seine Theorie prüfen und bestätigen. Aber Vorsicht: Eine Theorie kann niemals endgültig bestätigt werden! Sie ist nur so lange gültig, bis ein einziger Versuch sie widerlegt. Theorien und Regeln haben eine besondere Bedeutung in der Wissenschaft. Im Gegensatz zu Theorien können Regeln trotz Ausnahmen gültig sein! Heute wissen wir, dass es Erbgänge gibt, die nicht den Mendel'schen Regeln folgen. Mendel stellte seine Theorie in vier Thesen dar:

These 1: Den Merkmalen liegen Partikel zugrunde, die als selbstständige Einheiten unverschmolzen durch die Generationen weitergegeben werden.

These 2: In den Körperzellen und unreifen Geschlechtszellen liegen jedem Merkmal zwei Partikel zugrunde, eines vom Vater und eines von der Mutter.

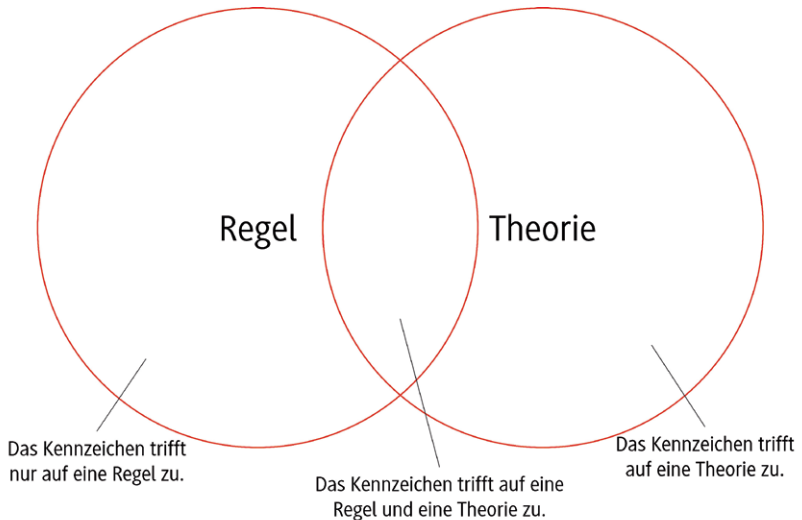
These 3: In jeder reifen Geschlechtszelle befindet sich je ein Partikel eines Partikel-paares.

These 4: Die Partikel mütterlicher und väterlicher Herkunft werden bei der Geschlechtszellenreifung unabhängig voneinander und in freier Kombination neu verteilt.

Mendel kannte die Begriffe Gen und Allel nicht. Es waren zu seiner Zeit noch nicht einmal die Chromosomen in den Zellkernen entdeckt worden, die Träger der Gene sind. Heute bezeichnen wir die von Mendel beschriebenen Partikel als Gene und ihre verschiedenen Zustandsformen als Allele. Mendels Theorie ist bis heute vielfach wissenschaftlich bestätigt worden.

Aufgaben

1. **Prognostiziere** für eine Rückkreuzung nach beiden Hypothesen die Genotypen und Phänotypen der Nachkommen und **trage** diese in die Felder des Punnett-Quadrats ein. **Tausche** dich mit einem Lernpartner bzw. einer Lernpartnerin aus.
2. **Beschreibe** das Ziel und die Methode der Rückkreuzung. **Beurteile**, ob für die Rückkreuzung auch ein heterozygoter Kreuzungspartner infrage kommt. **Tausche** dich mit einem Lernpartner bzw. einer Lernpartnerin aus.
3. **Analysiere** mit deinem Lernpartner bzw. deiner Lernpartnerin, warum die Rückkreuzung auch Testkreuzung genannt wird. **Erläutert** eure Erkenntnisse im Plenum.
4. **Vergleiche** die naturwissenschaftlichen Fachbegriffe „Regel“ und „Theorie“, indem du Gemeinsamkeiten und Unterschiede in das folgende Venn-Diagramm **einträgst**.



© RAABE 2022

5. **Erläutert** euch wechselseitig das jeweilige Venn-Diagramm sowie die Kennzeichen einer Regel und einer Theorie.
6. **Analysiert**, welche Thesen der Mendel'schen Partikeltheorie die Versuchsergebnisse der Dihybridenkreuzung (M4) erklären. **Begründet** eure Entscheidung im Plenum.

Mystery – Wer hat sich in das Körbchen gemogelt?

M8

Unsere Kromi-Hündin Susi und der Danski-Rüde Strolch haben endlich Nachkommen bekommen. Doch als ich eines Morgens zu Sisis Körbchen ging, traute ich meinen Augen kaum!



© SolStock/E+

Vor ein paar Tagen hat Susi drei Welpen zur Welt gebracht. Als ich eines Morgens Futter bringen wollte, traute ich meinen Augen kaum: Im Körbchen lagen auf einmal vier Welpen! Dabei bestand Sisis Wurf nur aus drei Welpen. Es muss sich ein fremder Welpe in das Körbchen gemogelt haben. Aufgrund der Mendel'schen Regeln kann einer der Welpen nicht von Susi und Strolch abstammen. Kannst du uns helfen den unbekanntem Welpen zu bestimmen?

Leitfrage: Welcher fremde Welpe hat sich in Sisis Körbchen gemogelt?

© RAABE 2022

 <p>„Ich bin der Welpe Leika! Ich sehe genauso aus wie mein Bruder Lucky.“</p>	<p>Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kamen zur Erkenntnis: Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem für Langhaar dominant.</p>	 <p>„Ich bin Milow, ein kurz- und rauhaariger Kromi-Welpe.“</p>
 <p>„Ich bin die Hunde-Mama, Susi. Ich bin ein glatt- und kurzhaariger Kromi.“</p>	 <p>Dieser Knochen ist Strolchs Lieblingsspielzeug.</p>	 <p>„Ich bin Strolch, der Hunde-Papa, und habe zwei homozygote Allele für Glatt- und zwei homozygote Allele für Langhaar.“</p>

 <p>Das sind die Lieblingsleckerlies von Susi.</p>	 <p>„WUFF! Ich bin der Welpen Lucky. Ich habe glattes und kurzes Haar.“</p>	 <p>Das ist das Körbchen von Susi. Hier lagen eines morgens vier Welpen drinnen.</p>
 <p>Die Auswertungen von MyDogDNA haben ergeben, dass Sammy den gleichen Genotyp wie Lucky hat.</p>	 <p>Strolch liebt es bei Sonnenschein spazieren zu gehen.</p>	<p>Leika ist auf Luckys rotes Halsband ganz schön neidisch.</p> 
<p>Laut Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlerin ist das Allel für Rauhaar gegenüber dem für Glatthaar dominant.</p>	 <p>Laut MyDogDNA hat Susi zwei homozygote Allele für Glatthaar und zwei homozygote Allele für Kurzhaar.</p>	 <p>„WUFF, meine Herrchen nennen mich Sammy.“</p>
 <p>„Gestern Abend lagen noch drei Welpen in Susis Körbchen. Heute Morgen waren es plötzlich vier.“</p>	 <p>Die Hunde-Mama Susi ist 8 Jahre alt.</p>	<p>Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben herausgefunden: Es gibt Hunde, die nicht bellen können.</p>

Fotos von links nach rechts und von oben nach unten: Foto 1–3 © Astrid Möller, © jlegg/Getty Images Plus, © Astrid Möller, © Floortje/Getty Images Plus, © Astrid Möller, © Adam Smigielski/Getty Images Plus, © Ratsanai/Getty Images Plus, © pagadesign/Getty Images Plus, © mehmetorlak/Getty Images Plus, © pagadesign/Getty Images Plus, © Astrid Möller, © SolStock/E+, © NickS/Getty Images Plus

Aufgaben

1. **Lies** dir in der Gruppe die Rätselfrage und die Mysterykarten zuerst in Ruhe durch.
2. **Löst** das Rätsel um den fremden Welpen, indem ihr hilfreiche Mysterykarten sinnvoll **anordnet** und **Zusammenhänge herstellt**. **Ergänzt** euren Lösungsweg mit Pfeilen, Kreuzungsschemata und weiteren grafischen Symbolen auf einem Plakat oder Tablet. **Stellt** die Lösung des Mysterys der Klasse **vor**.
3. **Reflektiert** gemeinsam, wie das Arbeiten in eurer Gruppe funktioniert hat.
Gab es Gemeinsamkeiten oder Unterschiede der verschiedenen Lernprodukte zum Mystery?
Was hat mir am Mystery gut gefallen, was weniger gut?
Was ist uns in der Gruppe leichtgefallen, was nicht so leicht?
Waren unsere Kenntnisse der klassischen Genetik nützlich?
Wie haben wir unsere Hypothesen geprüft?
Konnten alle Gruppenmitglieder einen Beitrag leisten?
4. **Diskutiert** zum Abschluss über folgendes Zitat:
„Gregor Mendel gilt als „Vater“ der klassischen Genetik. Dank seiner Forschung können wir heute zielgerichtet unsere niedlichen Kromis züchten!“

Lösungsvorschläge

M1 Peter und Fiffi – der Anfang der Kromfohrländer

Aufgabe 1

Peter + Fiffi → Verpaarung → erste Generation von Nachkommen → weitere Verpaarungen untereinander → weitere Generationen von Nachkommen → Anerkennung der Rasse Kromfohrländer

Aufgabe 2

Das erste Hundepaar der Rasse waren Peter und Fiffi. Deren Nachkommen gefielen der Erstzüchterin so gut, dass sie die Stammeltern immer wieder verpaarte, aber auch die Nachkommen untereinander kreuzte, bis sich ein typisches äußeres Erscheinungsbild herauskristallisierte. Diese rassetypischen Merkmale wurden beschrieben. Nur Hunde mit dieser Merkmalskombination wurden weiterhin zur Zucht verwendet. Aufgrund des deutlich erkennbaren Rassebildes wurden die Hunde als Kromfohrländer-Rasse vom FCI international anerkannt. Um dem Inzuchtproblem entgegenzuwirken, wurde später wieder ein Foxterrier eingekreuzt.

Aufgabe 3

Merkmal	Merkmalsausprägungen
Farbe der Fellflecken = Abzeichen	hellbraun, dunkelbraun, rotbraun
Haarlänge	Kurzhaar, Langhaar
Haartextur	Rauhaar (mit Bart), Glatthaar (ohne Bart)

Aufgabe 4

Beispielhafte Schülerlösungen:

- Merkmal: Größe (Widerristhöhe) → Merkmalsausprägung: Widerristhöhe < 40 cm = kleine Hunde; Widerristhöhe > 40 cm = große Hunde
- Merkmal: Ohren → Merkmalsausprägung: Schlapp-, Steh-, Kipp-, Rosenohren
- Merkmal: Körpergewicht → Merkmalsausprägung: kleine Hunde < 15 kg; große Hunde > 15 kg

M2 Ein besonderer Rassezuchtverein für Kromfohlländer

Aufgabe 1

Cara und die Züchterkollegen arbeiten mit Methoden der klassischen Genetik und der Molekulargenetik. Während bei den klassischen Methoden die sichtbaren Merkmale des Lebewesens betrachtet werden, bekommen sie mit molekulargenetischen Methoden direkte Einblicke in das Erbgut der Hunde. Außerdem kreuzen die Züchter und Züchterinnen eine genau ausgewählte andere Hunderasse ein, um für eine größere genetische Vielfalt und damit Gesundheit der Nachzuchten zu sorgen. Das wissenschaftlich begleitete Einkreuzprojekt stellt die Besonderheit dieses Rassehundevereins für Kromfohlländer dar.

Aufgabe 2

Lebewesen bestehen aus vielen Körperzellen, in deren Zellkernen sich jedes Gen doppelt befindet, als väterliches und mütterliches Allel. Reift eine Geschlechtszelle zu einer befruchtungsfähigen Ei- oder Samenzelle heran, wird die Anzahl der Gene halbiert. Jede reife Geschlechtszelle besitzt von jedem Gen nur eine Ausführung. Das kann das ursprünglich mütterliche oder väterliche Allel sein. Bei der Befruchtung verschmelzen eine männliche und eine weibliche Geschlechtszelle zu einer Zygote, sodass jedes Gen in der befruchteten Eizelle wieder doppelt vorliegt. Aus einer Zygote entwickelt sich ein Lebewesen. Die Gene der Eltern werden über die Verpaarung und anschließende Befruchtung der Eizelle an die Nachkommen vererbt.

Aufgabe 3

„Züchten bedeutet ein Denken in Generationen!“, weil bei der klassischen Tierzucht ein genaues Beobachten und ein planvolles Vorgehen über viele Tiergenerationen hinweg gefragt sind. Es werden nur die Gene an die Nachkommen vererbt. Es muss vorab überlegt werden, welche Hunde miteinander verpaart werden, damit die Nachkommen die erwünschte Merkmalsausprägung zeigen.

M4 Genetische Gesundheit – Das Einkreuzprojekt

Aufgabe 1

Unter Begattung wird die sexuelle, körperliche Vereinigung von einem männlichen und weiblichen Tier verstanden. Durch die Kopulation gelangt das Spermium des männlichen Tieres in den Genitaltrakt des weiblichen Tieres. Die Befruchtung bezeichnet dagegen die Verschmelzung von Ei und Samenzelle. Produkt der Befruchtung ist die Zygote. Nachkommen sehen ihren Eltern nur ähnlich, nicht aber identisch aus, da sich bei der Befruchtung die mütterlichen und väterlichen Allele kombinieren und so neu kombinierte Genotypen erzeugt werden, die auch mit einem nicht zu Vater oder Mutter komplett identischen Phänotyp einhergehen.

Aufgabe 2

In den Körperzellen (Somazellen) ist jedes Gen doppelt vorhanden, einmal als väterliches und einmal als mütterliches Allel. Demzufolge wird der Genotyp in einem Kreuzungsschema durch zwei Allele beschrieben. Bei der Bildung der Geschlechtszellen (Gameten) wird die Anzahl der Gene halbiert. So wird der Genotyp von Ei- und Samenzellen in einem Kreuzungsschema nur durch ein Allel dargestellt, und zwar immer nur bezogen auf den betrachteten Erbfaktor.

Aufgabe 3

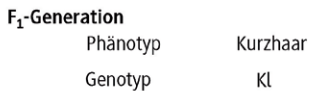
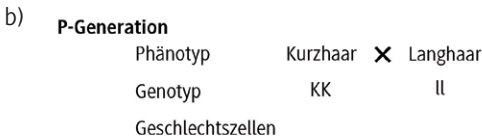
In der F_2 -Generation treten zwei Phänotypen auf, die sich bei einer hinreichend großen Anzahl von Vertretern dem Verhältnis 3:1 annähern. Die Erwartung ist, dass ein Viertel der F_2 -Nachkommen glatthaarig ist. Da das Allel für Glatthaar rezessiv ist, müssen alle glatthaarigen Hunde reinerbig, homozygot für diese Merkmalsausprägung sein. Der Phänotyp lässt damit eindeutige Rückschlüsse auf den Genotyp (gg) zu. Drei Viertel der F_2 -Hunde werden phänotypisch rauhaarig sein. Davon ist wiederum nur ein Drittel homozygot rauhaarig (RR), was den Hunden allerdings nicht angesehen, sondern nur durch eine Untersuchung der DNA eindeutig abgeklärt werden kann. Zwei Drittel der rauhaarigen Hunde sind heterozygot (Rg), können damit das Allel für die Merkmalsausprägung Glatthaar auch weitervererben. Während das Zahlenverhältnis der Phänotypen 3:1 beträgt, ist das Verhältnis der Genotypen damit 1:2:1.

Tipps für die Lehrkraft: Die Zahlenverhältnisse der klassischen Genetik geben ein statistisches Verhältnis wieder. Mendel hat durch seine quantifizierende und damit mathematisierende Methode die Statistik in die Biologie eingeführt. Es muss der typischen Schülerfehlvorstellung begegnet werden, dass im Monohybridenerbgang in der F_2 -Generation genau vier Nachkommen entstehen, davon exakt nur einer phänotypisch die rezessive Merkmalsausprägung zeigt sowie exakt drei Hunde die alternative Ausprägung

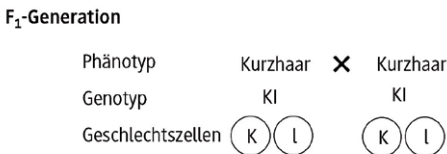
zeigen. In einem Wurf kann aufgrund der geringen Individuenzahl durchaus zufällig eine Mehrheit der Welpen die rezessive Merkmalsausprägung zeigen. Tritt das phänotypische Verhältnis von 3:1 in einem Wurf, der von jeweils reinerbigen Elterntieren abstammt, tatsächlich auf, wäre dies Zufall! Erst bei einer großen Anzahl von Nachkommen kann das statistische Zahlenverhältnis annähernd erreicht werden.

Aufgabe 4

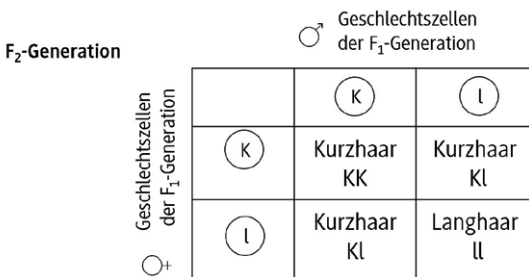
- a) Da alle Nachkommen der F_1 -Hunde die Merkmalsausprägung Kurzhaar (K) aufweisen, ist dieses gegenüber der Ausprägung für Langhaar (l) dominant. Die rezessive Merkmalsausprägung Langhaar kommt im Phänotyp eines mischerbigen, homozygoten Hundes nicht zum Vorschein.



- c) Der Genotyp der F_1 -Generation ist heterozygot (Kl), da beide Partner in der P-Generation homozygot für die jeweilige alternative Merkmalsausprägung sind.



Tipps für die Lehrkraft: Nur unter der Bedingung reinerbiger Eltern in der P-Generation gelten die Mendel'schen Regeln. Mendel hatte in seinen Experimenten die Reinerbigkeit der P-Generation durch Vorversuche belegt.



M5 Kreuzen nach Regeln

Aufgabe1

Das Zahlenverhältnis der Phänotypen der F_2 -Generation beträgt 9:3:3:1. Dieses gibt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer bestimmten Merkmalskombination an.

9/16 aller Hunde = Rauhaar / Kurzhaar

3/16 aller Hunde = Rauhaar / Langhaar (neue Merkmalskombination)

3/16 aller Hunde = Glatthaar / Kurzhaar (neue Merkmalskombination)

1/16 aller Hunde = Glatthaar / Langhaar

Aufgabe 2

Bei einer Dihybridenkreuzung werden Individuen verpaart, die sich in zwei Merkmalen reinerbig unterscheiden. Im Kreuzungsschema muss daher ein Allel bezüglich des Merkmals Haarstruktur sowie ein Allel bezüglich des Merkmals Haarlänge in den Geschlechtszellen dargestellt werden. Bei einer Monohybridenkreuzung werden dagegen nur Unterschiede hinsichtlich der Ausprägung eines Merkmals betrachtet. Für die Geschlechtszellen wird jeweils nur ein Allel beschrieben. Über die für die Zucht interessierenden Merkmale hinaus besitzen die Paarungspartner natürlich noch eine Vielzahl anderer Merkmale, in deren Ausprägungen sie sich unterscheiden können oder auch nicht.

Aufgabe 3

P-Generation



F_1 -Generation



- a) In der F_1 -Generation tritt kein Hund mit der Merkmalsausprägung Glatthaar und Langhaar auf. Alle Nachkommen sind phänotypisch rau- und kurzhaarig und besitzen entsprechend der Uniformitätsregel bezüglich der betrachteten Merkmale alle den Genotyp (RgKl).

- b) Wenn die Züchter und Züchterinnen der F_1 -Hunde untereinander kreuzen, können sie ihr Ziel erreichen. Jedoch wäre die Wahrscheinlichkeit, dass ein Hund mit diesen Merkmalsausprägungen auftritt im Vergleich zu den anderen gering. Die Wahrscheinlichkeit dafür beträgt exakt $1/16$.

F_1 -Generation



F_2 -Generation

♂ Geschlechtszellen der F_1 -Generation

	(RK)	(Rl)	(gK)	(gl)
♀ (RK)	Rauhaar Kurzhaar RR KK	Rauhaar Kurzhaar RR Kl	Rauhaar Kurzhaar Rg KK	Rauhaar Kurzhaar Rg Kl
♀ (Rl)	Rauhaar Kurzhaar RR Kl	Rauhaar Langhaar RR ll	Rauhaar Kurzhaar Rg Kl	Rauhaar Langhaar Rg ll
♀ (gK)	Rauhaar Kurzhaar Rg KK	Rauhaar Kurzhaar Rg Kl	Glatthaar Kurzhaar gg KK	Glatthaar Kurzhaar gg Kl
♀ (gl)	Rauhaar Kurzhaar Rg Kl	Rauhaar Langhaar Rg ll	Glatthaar Kurzhaar gg Kl	Glatthaar Langhaar gg ll

© RAABE 2022

Aufgabe 4

1. Mendel'sche Regel:
 - anwendbar auf: F_1 -Generation nach Monohybridenkreuzung der P-Generation (M3)
 - anwendbar auf: F_1 -Generation nach Dihybridenkreuzung der P-Generation (M4)
2. Mendel'sche Regel:
 - anwendbar auf: F_2 -Generation nach Monohybridenkreuzung der F_1 -Generation untereinander (3:1) (M3)
 - anwendbar auf: F_2 -Generation nach Dihybridenkreuzung der F_1 -Generation untereinander (9:3:3:1) (M4)
3. Mendel'sche Regel:
 - anwendbar auf: F_2 -Generation nach Dihybridenkreuzung der F_1 -Generation untereinander (M4)

M6 Erkenntnisgewinnung in der Hundezucht

Eine Hypothese muss begründbar und mit wissenschaftlichen Methoden falsifizierbar sein. Ihr Wahrheitsgehalt wird durch eine Beobachtung, eine Untersuchung oder ein Experiment überprüft. Hypothesen sind aber niemals falsch oder richtig, sondern werden entweder widerlegt oder bestätigt. Solange eine Hypothese nicht widerlegt wird, gilt ihre Aussage als gültig. Bei einer Widerlegung/Falsifizierung wird die ursprüngliche Hypothese modifiziert und erneut geprüft. Wissenschaftliche Methoden sind allesamt hypothesenprüfende Verfahren.

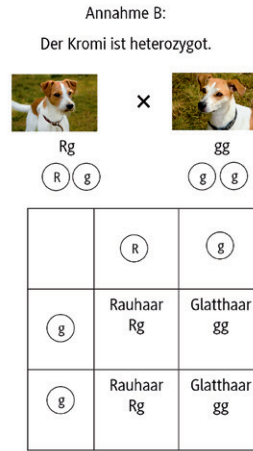
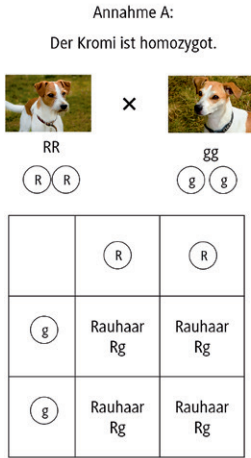
Frage	Kann ein homozygot kurzhaariger Kromi mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar zeugen?
Hypothese	Kann ein homozygot kurzhaariger Kromi mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar zeugen?
Planung und Durchführung des Versuchs	Die Züchter kreuzen einen homozygot kurzhaarigen Kromi mit einem homozygot langhaarigen Kromi.
Beobachtung der Messwerte	Alle Nachkommen zeigen die Merkmalsausprägung Kurzhaar.
Auswertung der Versuchsergebnisse	Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem Allel für Langhaar dominant. Ein homozygot kurzhaariger Kromi kann also mit einem homozygot langhaarigen Kromi Nachkommen mit der Merkmalsausprägung Kurzhaar zeugen.
Allgemeine Schlussfolgerung	Den Merkmalen liegen Gene zugrunde, die als selbständige Einheiten unverschmolzen durch die Generation weitergegeben werden.

Aufgabe 3

Sollte eine Hypothese widerlegt werden, müssen keine weiteren Versuche mehr zur Überprüfung durchgeführt werden. Eine einzige Falsifikation, bei Ausschluss von Fehlern bei der Durchführung, reicht, um die Aussage einer Hypothese zu verwerfen. Bei Bestätigung einer Hypothese können weitere Überprüfungen mit möglichst unterschiedlichen Methoden diese festigen.

M7 Identifizieren eines unbekanntes Genotyps durch Rückkreuzung

Aufgabe 1



© RAABE 2022

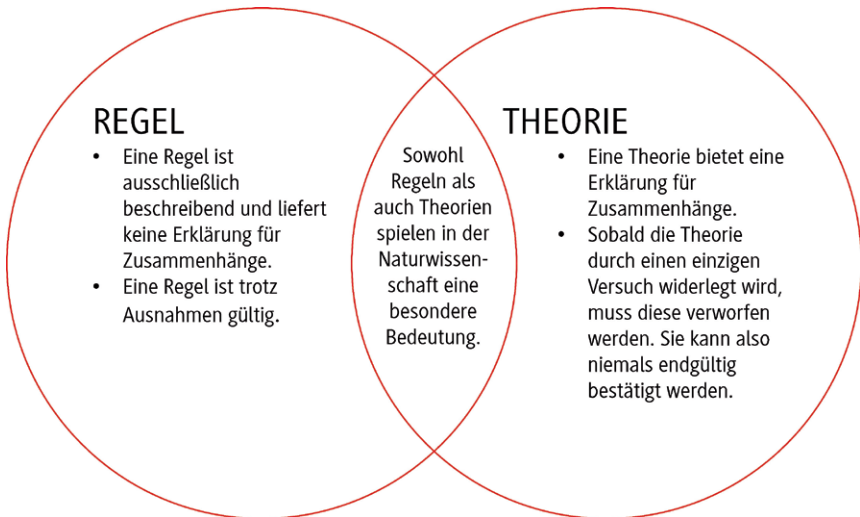
Aufgabe 2

Eine Rückkreuzung dient der Bestimmung eines unbekanntes Genotyps. Dabei wird das Lebewesen mit dem unbekanntes Genotyp mit einem homozygot rezessiven Partner gekreuzt. Sind die Nachkommen im Phänotyp uniform, handelt es bei dem unbekanntes Genotyp um Homozygotie. Bei Heterozygotie zeigt sich eine statistische Wahrscheinlichkeit für die Aufspaltung des Phänotyps der Nachkommen von 1:1. Für die Rückkreuzung ist der homozygot rezessive Kreuzungspartner zwingend notwendig, um eine verlässliche Diagnose des unbekanntes Genotyps zu erhalten. Allerdings kann bei einer geringen Nachkommenschaft das Zuchtergebnis auch täuschen. Dies z. B., wenn zufällig im Falle B) keine glatthaarigen Welpen gezeugt wurden. Damit kommt die klassische Genetik in der Heimtierzucht an Grenzen. Moderne Rassezuchtvereine verwenden daher zunehmend Gen-Scan-Sets.

Aufgabe 3

Die Rückkreuzung wird auch Testkreuzung genannt. Ein Lebewesen, das im Phänotyp die dominante Merkmalsausprägung zeigt, kann entweder homozygot oder heterozygot für das dominante Allel sein. Dies kann mithilfe der Rückkreuzung getestet werden. Bereits Mendel nutzte die Methode der Rückkreuzung zur Überprüfung der Thesen der Partikeltheorie.

Aufgabe 4 und 5



Theorie: Sie liefert eine Erklärung für Beobachtungen/Zusammenhänge. Sie kann niemals endgültig bestätigt werden. Eine einzige Falsifikation reicht aus, um sie endgültig zu widerlegen.

Regel: Sie kann in der Natur regelhaft auftretende Beobachtungen/Zusammenhänge beschreiben. Die in der Natur gefundenen Regelmäßigkeiten können oft mathematisiert und als Naturgesetze ausformuliert werden. Regeln können, auch wenn Ausnahmen auftreten, gültig sein. Entdeckte Naturgesetzmäßigkeiten stellen niemals eine Erklärung des Phänomens dar.

Im Gegensatz zur entdeckten Regel in der Natur stellt die Theorie die diesbezügliche Erklärung dar. Eine Theorie kann mit weitergehender Forschung abgewandelt werden und das Phänomen immer besser erklären. Theorien sind, im Gegensatz zu Naturgesetzen, veränderlich.

Aufgabe 6

Prinzipiell spielen hier alle vier Thesen mit hinein. Am wichtigsten ist aber These 4 zu nennen, da diese erklären kann, weshalb durch eine Neukombination der Genotypen von Allelen des Vaters und der Mutter der F_1 -Generation bei der F_2 -Generation neue Phänotypen entstehen können.

M8 Wer hat sich in das Körbchen gemogelt? – Ein Mystery

Aufgabe 1 und 2

Zu Beginn werden die Karten nach wichtigen und unwichtigen Informationen geordnet. Ebenso werden zusammengehörige Informationen kategorisiert. So werden bei den für die Rätselfrage relevanten Karten drei Gruppierungen gebildet:

- P-Generation (Susi und Strolch)
- F₁-Generation (Welpen)
- Weitere wichtige Informationen

Nun kann mithilfe eines Kreuzungsschemas der Genotyp und Phänotyp der F₁-Generaton ermittelt werden: Genotyp: gg Kl, Phänotyp: Glatt- und Kurzhaar.

Nach der 1. Mendel'schen Regel ist die F₁-Generation uniform. Milow hat als Einziger einen anderen Phänotyp. Der Welpen zeigt die Merkmalsausprägung Rauhaar. Die Antwort auf die Rätselfrage könnte lauten: Da weder Susi noch Strolch ein Allel für Rauhaar tragen, kann Milow kein Nachkommen der beiden sein, und muss somit in Susis Körbchen gemogelt worden sein.

Aufgabe 3

Individuelle Schülerlösungen möglich.


Aufgabe 4

Im Zitat wird die Bedeutung der Erkenntnisse Mendels für die Gegenwart deutlich. Mendel lag kein zellbiologisches Wissen zugrunde, und doch gelang es ihm mit seinen wissenschaftlichen Methoden, die Grundregeln der Vererbung aufzudecken und eine Theorie dazu zu entwickeln. Heute finden seine Methoden vor allem noch in der Zucht von Heim- und Nutztieren Anwendung. Mithilfe der klassischen Genetik können Zuchtvereine Kreuzungspläne erstellen und zielgerichtet bestimmte Rassen züchten. Allerdings wird die klassische Züchtungsmethode bei Hunden zunehmend von Genanalysen, beispielsweise *MyDogDNA*, flankiert. Die Gen-Scans machen allerdings die auf Mendel zurückzuführenden Kreuzungspläne nicht überflüssig.


WICHTIG

P-Generation

„Ich bin die Hundemama, Susi. Ich bin ein glatt- und kurzhaariger Kromi.“



Laut MyDogDNA hat Susi zwei homozygote Allele für Glatthaar und zwei homozygote Allele für Kurzhaar.




gg KK x gg ll


(g) (K) (g) (l)

F₁-Generation

„WUFF! Ich bin der Welpe Lucky. Ich habe glattes und kurzes Haar.“




Die Auswertungen von MyDogDNA haben ergeben, dass Sammy den gleichen Genotyp wie Lucky hat.




UNWICHTIG

Leitfrage: Welcher unbekannte Welpe hat sich in Susis Körbchen gemogelt?


„Ich bin Strochl. Ich habe zwei homozygote Allele für Glatt- und zwei homozygote Allele für Langhaar.“




Wissenschaftler*innen kamen zu der Erkenntnis: Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem für Glatthaar dominant.




Wissenschaftler*innen kamen zu der Erkenntnis: Das Allel für Kurzhaar ist gegenüber dem für Glatthaar dominant.




„Gestern Abend lagen noch drei Welpen in Susis Körbchen. Heute Morgen waren es plötzlich vier.“




Strochl lebt es bei Sonnenschein spazieren zu gehen.




Das sind die Lieblingstückerli von Susi.




Die Hundemama Susi ist 8 Jahre alt.




Wissenschaftler*innen haben herausgefunden. Es gibt Hunde, die nicht belln können.




„Ich bin Milow, ein kurz- und rauhaariger Kromi-Welpe.“




Das ist das Körbchen von Susi. Hier lagen eines morgens 4 Welpen drinnen.



Leika ist auf Luckys rotes Halsband ganz schön neidisch.



Dieser Knochen ist Strochls Lieblingsspielzeug.



Literatur

- ▶ Bresch, Carsten; Hausmann, R.: Klassische und molekulare Genetik. Springer. Berlin Heidelberg New York 1972. S. 40–46
- ▶ Brüning, Ludger; Saum, T.: Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung. Neue Deutsche Schule. Essen 2017. S. 15–17
- ▶ Brüning, Ludger; Saum, T.: Erfolgreich unterrichten durch Visualisieren. Grafisches Strukturieren mit Strategien des Kooperativen Lernens. Neue Deutsche Schule. Essen 2007. S. 32–35
- ▶ Krüger, Dirk; Vogt, H.: Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Springer. Berlin Heidelberg 2007. S. 1, 2.
- ▶ Lübeck, Michael: „Basiskonzept“ der Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht. Waxmann. 2020. S. 23, 27
- ▶ Pohlmann, Monika u. a.: Biosphäre Sekundarstufe II – Genetik. Cornelsen Verlag. Berlin 2013. S. 10–13, 54
- ▶ Urry, Lisa u. a.: Campbell Biologie. Pearson Studium. Hallbergmoss 2019. S. 358-367
- ▶ Willam, Alfons; Simianer, H.: Tierzucht. UTB/Ulmer. 2017. S. 11, 24, 130–134

Zeitschriften

- ▶ Dieckmann R. u. a.: Einführung in den kompetenzorientierten Biologie-Unterricht. Biologie im Kontext 2010. S. 36–46
- ▶ Neben theoretischen Hintergründen bietet diese Broschüre Beispielaufgaben, die auf eine effektive Kompetenzförderung der Lernenden abzielt.

Internetadressen

ProKromfohländer e.V.

- ▶ <https://www.pro-kromfohlaender-zucht.de/der-kromfohlaender/>
- ▶ <https://www.pro-kromfohlaender-zucht.de/einkreuzprojekt/>
Vorstellung des Vereins ProKromfohländer e.V. mit seinem Leitgedanken und Zuchtziel. Neben allgemeinen Informationen zur Rasse Kromfohländer informieren die ProKromfohländer ausführlich über ihre speziellen Zuchtverfahren.

Klassische Genetik

- ▶ https://fachdidaktikbiologie.uni-koeln.de/sites/fachdid_bio_gym/Forum_Fachdidaktik_Biologie/Forum_2012/Genetik_Fachsprache_Koln.pdf
Die Präsentation des Didaktikers Ulrich Kattmann weist auf die Zusammenführung von Alltagssprache und Fachsprache zur Unterrichtssprache im Genetikunterricht hin.

[Letzter Abruf aller Links: 26.04.2022]

Dieses Werk ist Bestandteil der RAABE Materialien

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung herunterzuladen, zu speichern und in Klassensatzstärke auszudrucken. Jede darüber hinausgehende Nutzung sowie die Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlags. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, ins-besondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Auf-führung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig. Darüber hinaus sind Sie nicht berechtigt, Copyrightvermerke, Markenzeichen und/oder Eigentumsangaben des Werks zu verändern.