**MEDAKA Genetik**

**Grundlagenwissen der Grundfarben**

|  |
| --- |
| **LEKTION 1**  Mendelsche Regeln Part 1  Formalgenetik, Theoretische Überlegungen zur Vererbung von Farben und Flossenformen |
| **1. Mendelsche Regel - Uniformitätsregel**  Kreuzt man zwei reine Rassen einer Art miteinander, so zeigen die direkten Nachkommen das gleiche Aussehen. |
|  |
| **Dominant-Rezessiver Erbgang**  Ein Merkmal (dominant) setzt sich gegenüber einem anderen Merkmal (rezessiv) durch. |
|  |
| **Gen, Allel, Chromosom**  Ein Chromosom ist ein aufwickelter DNA-Faden. Es gibt mehrere Chromosomen in einem Zellkern, die gemeinsam dafür sorgen, dass alles funktioniert. Auf einem Chromosom liegen mehrere Gene. Jedes Gen codiert für einen Prozess in der Zelle, zum Beispiel in der Ausprägung eines Farbstoffes. Ein Gen kann in verschiedenen Ausprägungen = Allelen vorkommen, also zum Beispiel den Farbstoff produzieren oder nicht produzieren. Die verschiedenen Allele eines Genes liegen immer auf dem gleichen Chromosom, also auf dem Chromosom mit der gleichen Nummer. |
|  |
| **Homozygotie, homozygot**  Ein Merkmal liegt im Erbgut eines Individuums doppelt vor, sprich einmal vom Vater und einmal von der Mutter. Homozygot für ein Merkmal heißt also rein für ein Merkmal. Also in der Fachsprache: ist das gleiche Allel zwei mal vorhanden. |
|  |
| **Heterozygotie, heterozygot**  Beschreibt das Vorliegen von zwei verschiedenen Allelen eines Genes, in der Regel ist dabei gemeint dass ein Allel dominant ist gegenüber dem rezessiven Allel.  d.h. das Individuum trägt beide Anlagen in sich, aber nur eine kmmt zur Ausprägung, Erst in der nächsten Generation wenn das rezessive Allel auf das gleiche rezessive Allel trifft kommt es zur Ausprägung (homozygot) |
|  |
| **Zellteilung**  Bei der Zellteilung enstehen aus einer Zelle zwei Zellen. Dafür muss zu allererst die DNA verdoppelt werden. dafür lagern sich an den DNA-Fäden die einzelnen DNA Basen an... wenn dabei was schief geht ist eine Mutation entstanden.  Nach der Anlagerung werden alle neuen DNA Fäden von den alten getrennt und an gegenüberliegender Pole in der Zelle gezogen, bevor diese sich teilt.  So wird jedes (! nicht nur jedes Paar) Chromosom verdoppelt und dann auf zwei Zellen verteilt. Geht dabei was grobes schief und Beispielsweise eine Kopie von einem Chromosom wird auf die Falsche seite gezogen fehlt auf der einen Seite eins komplett und auf der anderen Seite ist eines doppelt. Also hat die eine Zelle dann von einem Chromosomenpaar nur eins und die andere drei. Das nennt man Chromosomenabberation.  Die Zellteilung geschieht in jeden Organismus ständig... sei es die Schleimhaut um Darm oder die Haut oder die Blutzellen, weil ständig Zellen absterben müssen diese durch neue ersetzt werden. Da heist das ganze Mitose.  Dann gibt es noch bei bestimmten Zellen, den Keimzellen/Geschlechtszellen in denen die Vervielfältigung anders ablaufen muss, weil am Ende nicht mehr Körperzellen mit Chromosomenpaaren (2n, diploider Chromosomensatz, doppeler Chromosomensatz) vorliegen sondern zwei Zellen mit je einem einfachen (n, haplodien) Chromosomensatz vorliegen muss, der dann bei der Befruchtung mit einem anderen verschmilzt zu einem neuen Diploidem Chromosomesatz. Das heiß dann Meiose... zu merken vielleicht am "ei" was enstehen muss, oder "ei" was in Zwei vorkomm, weil am Ende wieder zwei Zellen verschmelzen müssen um eine lebensfähige Zelle zu erschaffen.  Bei der Meiose ist das ganze in zwei Teile unterteilt. In Meiose 1 werden nicht erst die DNA Fäden einzeln verdoppelt und dann geteilt wie bei der Mitose, sondern zu erst die Chromosomenpaare auseinander gezogen, so dass nach der Meiose 1 in jeder neuen Zelle je ein halber Chromosomensatz vorliegt und jetzt kommt der springende Punkt: die Verteilung welches Chromosom eines Chromosomenpaares (also der Teil von Mutter oder vom Vater) in die neue Zelle gezogen wird ist von den anderen Chromosomen komplett unabhängig, sodass also nicht alle vom Vater stammenden in eine und die von der Mutter stammenden in die andere neue Zelle gezogen werden, es entsteht ein neuer Mix. Dann kommt die Meiose 2, bei der die verdoppelten DNA-Fäden nochmal neu aufgereit werden und nun auseinander gezogen werden, so dass im Endeffekt nun vier Zellen vorliegen mit einem haploiden Chromosomensatz. |
|  |
| **Haploid, Diploid**  In einem Zellkern gibt es mehrere Chromosomen. In einem Indivuduum liegen die Chromosomensätze diploid vor, doppelt, also je einen halben Satz vom Vater und einen halben Satz von der Mutter auch als "2n" bezeichnet. Das wird auch als Chromosomenpaar bezeichnet. Einen Haploiden Chromosomensatz gibt es in den Keimzellen (Eizellen und Spermium), also jedes Chromosom nur einmal... also ein einfacher Chromosomensatz (als n bezeichnet) Wenn diese beiden n bzw haploiden Chromosomensätze aufeinander treffen bei der Befruchtung entsteht wieder eine vollständige Zelle mit einem doppelten/diploiden (2n) und somit "lebensfähigem" Chromosomensatz |
|  |
| **Mutation**  eine Mutation ist ein DNA Schaden, der zum Beispiel durch Strahlung oder einen Giftstoff im DNA Strang selbst entsteht oder bei der sogenannten Replikation (Verdopplung des DNA Stranges) vor einer Zellteilung was schief läuft. Es kann sein, dass der Fehler durch die Reparaturmechanismen entdeckt wird und dann der Schaden repariert wird, oder dass der Schaden bleibt und dann sich diese Änderung auswirkt indem auf einmal ein für die Zelle lebenswichtiges Protein nicht mehr gebildet wird der ein Farbstoff überschießend gebildet wird, oder aber dass die Kontrollmechanismen der Zelle ausgehebelt werden und die Zelle sich unkontrolliert und vll. sogar schneller teilt als vorgesehen (z.B. Krebs). In Körperzellen betrifft die Mutation nur das Individuum. Bei Keimzellen wird die veränderte Erbsubstanz weiter gegeben, was dann in einem Absterben der befruchteten Eizelle resultieren kann oder aber zu einer Merkmalsänderung in der nächsten Generation, oder wenn es durch das anderen Allel des Genes auf dem anderen Partner des Chromosomenpaares kompensiert wird erst in den folgenden Generationen auftreten kann... aber nicht muss. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gendefekt sich durchsetzt (weil er dann auf einmal homozygot vorliegt) steigt bei eine Rückkreuzung oder Geschwsterverpaarung. Dieses Mittel wird in der Zucht auch bewusst eingesetzt, wenn man ein durch Mutation entstandenes erwünschtes Merkmal festigen will, dabei kann es dann aber auch zu einer Reduktion der Variabilität des restlichen Erbgutes kommen, weil auch unerwünschte Merkmale wieder aufeinander treffen. |
|  |
| **Unabhängigkeitsregel**  Kreuzt man zwei Rassen, die sich in mehreren Merkmalen unterscheiden, so werden die einzelnen Erbanlagen unabhängig voneinander vererbt. Diese Erbanlagen können sich neu kombinieren.  Und hier wirds nun spannend, weil das auf die Meisten Lebewesen zutrifft.....  Weil die Farbe die wir beim Medaka wahrnehmen zusammen gesetzt ist aus einer Überlagerug von verschiedenen Farbzellen.... in verschiedener Intensität.... genauso wie bei Felltieren wo es Gene gibt die das Haar beispielsweise in einer Farbe färben, dann andere Gene, die dafür sorgen, dass gewisse Farbpigmente verklumpen und dann wiederrum eine andere Farbe daraus entsteht, oder dass Regionen des Körpers anders gefäbt sind als der Rest, oder dass jedes Haar eine Bänderung bekommt..... (nur mal so als kurzer Exkurs) und wenn nun alles unabhängig voneinander vererbt wird wird es extrem chaotisch und nur Mischmasch, was man jetzt schon beim Medaka auf Ebay-Kleinanzeigen hinterhergeworfen bekommt, wenn man nicht drauf achtet bei wem man kauft... oder dann planlose selbst zusammensetzt... vielleicht haben einige von euch nach den ganzen Lektionen einen besseren Plan davon. Bei Fragen bin ich immer für euch da. Ich kann euch das auch im Tiefschlaf erklären.... zum Glück gibt es eine Lautlostaste auf dem Handy  |
|  |
| **Phänotyp / Genotyp / dominant-rezessiv vs. intermediär/codominant**    Der Phänotyp beschreibt das Aussehen des Individuums. Der Genotyp beschreibt die Allelzusammensetzung.  Beispiel. Roter Fisch = Phänotyp. Genetisch aber mischerbig/heterozygot Rr  Dominant - Rezessiv ist bereits erklärt. Zur Kurzen Wiederholung. Das Dominante Allel (=Variante eines Genes/Abschnitt des DNA Stranges auf einem Chromosom) setzt sich immer gegen das Rezessive Allel des gleichen Genes durch.  Intermediär bedeutet wenn zwei Allele eines Genes gleichwertig sind. Einfach erklärt: Rot x Weiß ergibt Rosa... oder Rot-Weiß kariert.... je nachdem ;-)  Codominant bedeutet dass es beispielsweise drei Varianten eines Genes gibt z.B.  T, T\* und t. Hier kann es zum beispiel vorkommen dass wenn T und t zusammentreffen nur T zur Ausprägung kommt. Genauso wenn T\* auf t trifft nur T\* zur Ausprägung kommt, also t rezessiv gegenüber T und T\* ist. Wenn nun aber T\* und T aufeinandertreffen kommen beide zur Ausprägung.  Ganz spannend wird es nun bei Medakafarben, die nur auftreten wenn der Erbgang intermediär bzw. Codominant ist und man die tollen Fische kauft, aber bei der Nachzucht verzweifelt, wenn der Züchter nicht verrät was die Ausgangstiere waren. |
|  |
| **Bezeichnung der Generationen**    P.... Parental = Eltern bzw Ausgangstiere eines Kreuzungs/Zuchtprojektes  F.... Filial = Tochter/Sohn Generation  F1 = erste Generation die direkt von Generation P abstammt F2 = zweite Generation nach P, also die die von F1 abstammen F3 = dritte Generatun nach P, also die die von F2 abstamme F4 ... F5...  Wenn nun die Tiere in mehr als zwei bis drei Generationen in Bezug auf ein Merkmal immer phänotyisch identisch sind, kann man a) entweder davon ausgehen dass das Merkmal nun genetisch "rein" vorliegt... oder im ungünstigen Fall, dass b) immer nur das Dominante Allel überwiegt und immer still und heimlich das rezsessive Allel eines Genes weiter vererbt wird und wie es der Zufall so will |
|  |
| **2. Mendelsche Regel - Spaltungsregel**    Auch Spaltungsregel genannt:  Kreuzt man die Mischlinge (Tochtergeneration) untereinander, so spaltet sich die Enkelgeneration in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf. Dabei treten auch die Merkmale der Elterngeneration wieder auf.  Zum Beispiel P: Widfarbener Medaka (RR) x Blauer Medaka (rr) F1: alle Kinder Wildfarben (Rr) F2: Farben der Enkel Wildfarben (RR und Rr) und Blau (rr) im Zahlenverhältnis (theoretische Wahrscheinlichkeit) Wildfarben 3 : 1 Blau  R bedeutet dass die gelb-roten (R für Rot) Farbzellen aktiv sind und sich mit den aktiven Schwarzen Farbzellen überlagern zur Farbe Braun des Wildtypes.  r bedeutet dass es keine aktiven gelb-roten Farbzellen gibt und deswegen nur die normalen schwarzen Pigmente aktiv sind, weswegen der Fisch graublau erscheint.  https://www.facebook.com/…/pcb.4900498781…/490049834844355/… hier sieht man rechts unten einen "Blauen" Medaka und links unten einen "Wildtyp/Braunen" Medaka. Quellenangabe im Original-Post |
| **Medaka Grundfarben - Formalgenetik**  Hier wird sich mit den Grundfarben beschäftigt entsprechend der erstpublizierten Arbeit über den Medaka „ON THE INHERITANCE OF COLOR IN A FRESHWATERFISH. APLOCHEILUS LATIPES TEMMICK AND SCHLEGEL. WITH SPECIAL REFERENCE TO SEX-LINKED INHERITANCE“ (Autor: TATUO AIDA, Higher Technical School. Kyôto, Japan.) von 1921 Erschienen 1921 in der GENETICS 6 pp. 554-573  sowie mit Fakten aus dem Buch "Medaka: Biology, Management, and Experimental Protocols" (Autoren: Masato Kinoshita, Kenji Murata, Kiyoshi Naruse, Minoru Tanaka; Wiley-Blackwell, veröffentlicht 10.04.2012) |
|  |
| **Farbzellzusammmensetzung**    Die von Außen sichtbare Farbe des Medaka setzt sich zusammen aus einer Überlagerung der verschiedenen Farbzellen (Chromatophoren).  Beim Medaka kommen  Melanophoren (schwarz) Xanthophoren (gelb)  Leucophoren (weiß) und Iridophoren (reflektiv, glänzend) vor.  Erythrophoren (rot) gibt es nicht beim Medaka. |
| **Farballele**    R ... steht für Rotgelb, ergo das Allel, das die Farbe in Xantophoren = Gelbe Farbzellen aktiviert R liegt auf den Geschlechtschromosomen(Gonosomen) X und Y.  r ... ist das dazugehörige rezessive Allel, bzw das Fehlen der Ausprägung der gelben Farbe  B ... steht für Black, ergo das Allel, das die Farbe in Melanophoren = Schwarze Farbzellen aktiviert und in gleichmäßiger Verteilung über dem Fisch vorkommt (B ist dominant und kommt auf den Autosomen/NichtGeschlechtschromosomen vor)  B' ... steht für das Allel, dass für eine ungleichmäßige Verteilung der schwarzen Farbzellen (Marmorierung) auf dem Körper verantwortlich und rezessiv gegenüber B, aber dominant gegenüber b.  b ... steht für das rezessive Allel (für den slc45a2-Transporter), das bedeutet, dass Melanophoren (schwarze Farbzellen) nicht farblich gefüllt sind, bzw. weniger vorhanden, wirkt sich nur auf den Köper, nicht auf die Auge aus (im Auge kein slc45a2-Transporter).  ci ... "color interfere" steht für ein Allel (rezessiv????) welches an einem Seperaten Ort/Locus vorkommt also allem Anschein nach unabhängig vererbt wird und dafür sorgt, dass Xantophoren (rot/orange/gelb) deutlich reduziert werden und Leukophoren (weiß) deutlch stärker zur Ausprägung kommen  + ... entspricht dem Wildtyp-Allel, was sonst am Locus von ci wäre. Dominanz gegenüber ci wird angenommen, konnte ich allerdings noch nicht explizit nachlesen.  gu ... fehlende Iridophoren/Glanzzellen führt dazu, dass der Bauch nun dunkel erschenint und keine Glanzschicht mehr hat (kein Guanin mehr)  Albinismus ... i am i-locus gibt es die Varianten/Mutationen/Allele i1, i4 und ib, (durch ein eingefügtes Segment) welche die richtige Bildung von Tyrosinase stören, welches ein Schlüsselprotein in der Melanin-Herstellung ist. Dies führt durch die Behinderung der Melaninablagerung zu farblosen Melanoporen, außerdem sind die Xanthophoren (gelb) stark aufgehellt (hypopigmentiert)  i3 ... am p-Locus, codiert für das p-Protein ("pink-eye-dilution"), reguliert den pH-Wert im Melanosomen wo Melanin aus Tyrosin gebildet wird. Führt zu hypogmentierten Melanophoren und Xanthophoren.  pge ... pale grey eyes.... hierbei sind alle Chromatopophoren schwach pigmentiert und die Fische sind nicht lebensfähig, sie versterben nach spätestens einer Wochen ----------------------------------------------------------------  Die Publikationen zu transparenten Schuppen (d-R ???) und der Verteilung im Sinne einer Koi-Zeichnung müssen noch gefunden und genauer analysiert werden. Dazu können aktuell noch keine Infos sicher veröffentlicht werden.  Anmerkung: Da die Farben sich vom Embryo im Ei zum erwachsenen Fisch unterscheiden, wird logischerweise davon ausgegangen, dass die Gene in der Etwicklung durchaus noch eine andere Rolle spielen, ausser nur eine Farbe zu erzeugen. |
| **Wildfarbe Braun**    Ist eine Überlagerung von aktiven Melanophoren und Xanthophoren, also schwarzen und gelben Zellen.  Allel zusammensetzung  BBRR oder BbRR oder BB'RR oder BBRr oder BB'Rr oder BbRr  Merke: B ist dominant gegenüber B' B ist dominant gegenüber b B' ist dominant gegenüber b  R ist dominant gegenüber r |
|  |
| **Gelbe, Orange, Rote Farbtöne**    Ist die Aktivität von Xanthophoren, also gelben Zellen bei Fehlen von aktiven Melanophoren (bb ... schwarz).  Allel Zusammensetzung  bbRR oder bbRr  Merke: R ist dominant gegenüber r Die Intensität der Färbung ist von Futter und Haltungsbedingungen und Auslese (also anderen genetischen Faktore abhängig)  Es kann auch bb R- geschrieben werden, wenn man nicht weiß ob das zweite Allel ein R oder r ist... man sieht ja phänotypisch keinen Unterschied.  Das Gensegment wo R liegt oder auch nicht (also r) ist auf de Geschlechtschromosomen. Also auf dem X und dem Y und wird auch nur damit weiter gegeben. Wenn es also um die Geschlechtsdifferenzierung geht muss mann dann Ry und Rx bzw, ry und rx schreiben... dazu mehr später.  Normalerweiße sind Weibchen durch XX Chromosomen charakterisiert und Männchen durch XY.  Aber Achtung: besonders beim Medaka ist, dass das tatsächliche Geschlecht in relativ häufiger Wahrscheinlichkeit (auch bei Wildfängen) nicht nur vom X oder Y bestimmt werden, weil es auf den restlichen Chromosomen Gene gibt, die auch bei der Geschlechtsentwicklung mitreden. Temperatur und Sauerstoffsättigung spielen zusätzlich noch einen Effekt bei der Aktivität der anderen Gene, bzw. des Wachstums der Geschlechtsorgane. Es gibt XX-Männlein, XY-Weiblein und YY-Männlein und wahrscheinlich auch YY-Weiblein (da muss ich nochmal nachlesen) Kleiner Exkurs: während der Embryonalentwicklung des Menschen sind primär auch alle Anlagen für Eierstöcke und Hoden und alles was dazugehört vorhanden... es wächst dann entweder in die eine oder andere Richtung, bzw. geht zurück. In seltenen Ausnahmefällen kommt auch beides vor oder es geht etwas schief bei der korrekten Ausbildung der entsprechenden Organe. |
| **Blau, Weißblau, Graublau**    Diese Farben kommen zustande wenn die Xantophoren (gelben Farbzellen) ausgeschaltet sind und nur die Melanophoren (schwarz) aktiv sind und zwar gleichmäßig über den ganzen Körper verteilt.  Allelzusammensetzung BBrr oder BB'rr oder Bbrr  Merke: B ist dominant gegenüber B' und b.  Man kann auch B- schreiben, wenn man nicht weiß welches zweite Allel aller voraussicht nach vorliegt.  Anmerkung: weißblau/hellblau tritt nur auf wenn ci hinzukommt |
| **Scheckung, Bänderung, "Tiger"**    Wie beim Skalar bezeichnen wir es jetzt (nach Hinweis von Friedrich Bitter) als "Marmorierung"  Diese Färbung tritt auf, wenn die Melanophoren, bzw. die Ausprägung von Melanin in den Zellen ungleichmäßig über dem Körper verteilt sind.  Allelzusammensetzung B'B'rr B'brr B'B'RR B'bRr oder B'-R- B'-rr |
| **Mögliche Farben (Grundfarben) und Allelbezeichung**    Braun bzw Wildfarben: B-R-++ Dunkelblau: B-R-cici  "Warmweiß"/"natürliches" Weiß: bbrr++ "Kaltweiß"/"Milchweiß": bbrrcici  Blau bzw. Graublau: B-rr++ Hellblau: B-rrcici  Rot bzw. Orange, Gelb: bbR-++ Cremeweiß: bbR-cici (weiß mit gelb/orangenen Flossenstrahlen)  Weiß-Marmoriert: B'brr++ oder B'B'rr++ Rot bzw. Orange, Gelb-Marmoriert: B'bR-++ oder B'B'R-++ |
|  |
| **Das ci-Gen "color interfere" ... jetzt wird es spannend**    Das ci -Gen ist ein weiteres Gen welches zusätzlich zu den Genen R und B vererbt wird und meinem jetzigen Kentnissstand zu Folge auch davon unabhängig.  Das Gen liegt treffenderweise auf dem ci-Locus (oder in der Wildform dann entsprechend nicht) und codiert für das Hormon Somatolactin, das in der Hirnanhangdrüse (Hypophyse) gebildet wird. Ein Locus ist der charakterisische Ort für das aufttreten eines Genes/Allel. Es gibt auch Gene die an mehrer Orten auftreten können und in der Gentechnik werden z.T. auch Gene an neue Orte ver- oder eingepflanzt. (ich schweife ab,sorry)  Jedenfalls hat (die vermehrte Produktion von) Somatolactin zur Folge, dass - 1. die Differenzierung/Reifung und Proliferation/Wucherung/Vermehrung/Wachstum der Leukophoren stark beschleunigt wird. Wir wir bereits gelernt haben sind Leukophoren typischerweise mit Weißen Farbstoffen gefüllt, zumindest mit dem im menschlichen Auge wahrnehmbaren Wellenlängen optischen Lichts  - 2. Xanthophoren in ihrer Differenzierung und Proliferation unterdrückt werden, also die Zellen die gelb-rote aussehen weniger stark vorhanden sind - 3. ein höherer Lipid/Fett-Anteil in den Organen vorkommt und - 4. ein niedrigerer Cortisol-Spiegel im Blut vorliegt (was wiederum ein Vorläuferhormon für z.B. Geschlechtshormone ist)  Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Fisch bei dem cici vorliegt weniger gelb/rot ist und insgesamt heller ist.  Für Fische der Wildform bedeutet das, da hier die dominanten B und R getragen wird, dass diese anstatt Braun dunkelblau erscheinen, weil die gelbroten Farbtöne fehlen und zusätzlich beim theoretisch entstehendem Grauschwarz durch das vermehrte Weiß es dunkelblau wird. (BBRRcici, BbRRcici, BbRrcici oder BBRrcici)  Für Gelb/Rote Fische, bei denen das Schwarz durch vorliegen von bb anstatt B- schon fehlt wird das GelbRot (R) weitestgehend "ausgelöscht" und durch weiß ersetzt, sodass am Ende creme-weiße Fische vorliegen mit noch verschieden stark ausgeprägten gelblichen Flossenstrahlen. (bbRRcici oder bbRrcici)  Für Graublaue Fische bei denen die Gelb/Rottöne durch vorliegen von rr fehlen (B-rr) kommt es zu einer Aufhellung durch die zusätzlich vermehrt vorliegenden weißen Zellen, also entsteht hier ein hellblau (B-rrcici)  Interessant wird es nun beim Vorliegen von B', dem Allel für das Auftreten von Schwarz in nicht allen Körperteilen, in der typischen Marmorzeichnung.  -Fortsetzung folgt- |
| **Farb-Abhängige Partner-Wahl beim Medaka**  Quelle: Fukamachi, S., Kinoshita, M., Aizawa, K., Oda, S., Meyer, A., & Mitani, H. (2009). Dual control by a single gene of secondary sexual characters and mating preferences in medaka. BMC biology, 7, 64. doi:10.1186/1741-7007-7-64 |
|  |
| **Einfluss der Farben auf die Attraktivität**    Allgemein werden gelbliche Medaka allen anderen Medaka vorgezogen. Medaka mit dem optischen Erscheinungsbild (Phänotyp) des ci-Genes sind für alle anders gefärbten (bei denen ci nicht zur Ausprägung kommt) unattraktiver, während ci-Fische auch ci-Fische bevorzugen.  Bei ci-Medaka fehlen Xantophoren (gelborangee Zellen) und Leukophoren (weiße Farbzellen) sind stärker ausgeprägt. Die Fische sehen hellgrau aus, sofern die anderen Farballele im Wildtyp vorliegen.  ci-Männlein brauchen fast 5 mal so viele Anbalzversuche bei gelben Weibchen im Vergleich zu anders gefärbten Männlein bis das Weibchen eine Paarung zulässt. Wildfarbene Weibchen sind nich so wählerisch.  ci-Männlein bevorzugen weißgelbe Weibchen gegenüber Wildtyp- Weibchen im direten Vergleich nur minimal häufiger ci-Männlein bevorzugen ci-Weibchen gegenüber allen anderen Weibchen in einer Gruppe.  Männlein balzen jedoch auch artfremde Reisfische an, sodass der Fortpflanzungserfolg deutlich mehr von der Auswahl des Weibchen abhängt.  Zusammenfassend kann sich die phänotypisch aufgetretene ci-Mutation (rezessiv) in einer größeren Medaka-Gruppe leichter als eine andere rezessive Mutation weiter vererben, da sich die ci-Fische untereinander häufger miteinander fortpflanzen als ci-Fische zusammen mit anders gefärbten Medaka. |
| **Geschlechtschromosomen gebunden Farbgene**  Hier wird erklärt welche Relevanz es haben kann, wenn man ein Kreuzungsprojekt "falschherum" anfängt |
|  |
| **Die Allele R und r liegen auf den Geschlechtschromosomen.**    R steht für das dominante Allel, welches zur Ausprägung von Xanthophoren führt, also zur Ausprägung der gelben und orangenen Farbtöne.  r steht für das Fehlen von R, und ist rezessiv gegenüber R    In den vorherigen Lektionen steht erläutert, wie die Allel- Bezeichnung der verschiedenen Grundfarben ist.  homozygot/reinerbig Wildfarben BBRR  homozygot/reinerbig Blau BBrr  homozygot/reinerbig Orange bbRR  homozygot/reinerbig Orange mit schwarzer Marmorierung B'B'RR  homozygot/reinerbig Weiß bbrr  homozygot/reinerbig Weißmit schwarzer Marmorierung B'B'rr |
|  |
| **Die Bezeichnungen Rx, Ry, rx und ry**    Der Lokus (=Ort) für das Gen, welches zur Ausprägung der Xanthophoren benötgt wird liegt auf dem X und Y Chromosom. Das sind die Geschlechtschromosomen.  Wenn es vorhanden ist Schreibt man Rx oder Ry, wenn es nicht vorhanden rx und ry.  Eigentlich Schreibt man das x und y jeweils tiefgestellt, aber diese Formatierung lässt Facebook leider nicht zu.  XX sind Weibchen und XY sind Männchen (bis auf bei wenigen Ausnahmen, dazu später mehr) |
|  |
| **Praktisches Beispiel zum Kreuzungs-Ansatz**    Gewünschtes Ziel sei hier in diesem Beispiel ein Stamm mit weißen und weiß-schwarz marmoriertern Fischen.    Als Ausgangstiere gibt es ein weißes Paar und ein orange-schwarz marmoriertes Paar.    Also haben wir (vorausgesetzt beide Stämme sind rein) folgende Allel-Konstellationen  Männlein weiß bb rx ry  Weiblein weiß bb rx ry  Männlein orange-schwarzmarmor B'B' Rx Ry  Weiblein orange-schwarzmarmor B'B' Rx Ry |
|  |
| **Kreuzungsansatz 1**    Männlein weiß mit Weiblein orange-schwarzmarmor  bb rx ry & B'B' Rx Rx  ergibt in der F1 folgende Fische:  B'b Rx ry (Männlein orange-schwarzmarmor)  B'b Rx rx (Weiblein orange-schwarzmarmor)  Wenn man die F1 untereinander verpaart (B'b Rx ry & B'b Rx rx) ergeben sich  B'b Rx ry (Männlein orange-schwarzmarmor)  B'b rx ry (Männlein weiß-schwarzmarmor)  bb rx ry (Männlein weiß)  bb Rx ry (Männlein orange)  B'b Rx rx und B'b Rx Rx und B'B' Rx rx und B'B' Rx Rx (Weiblein orange-schwarzmarmor)  B'b rx rx (Weiblein weiß-schwarzmarmor)  bb rx rx (Weiblein weiß)  bb Rx rx und bb Rx Rx (Weiblein orange)  Bei den Fettgedruckten Varianten wäre man somit schon am Ziel. Wenn man diese aus der F2 wieder miteinander verpaart bekommt man 75% weiß-schwarzmarmorierte Fische und 25% weiße Fische |
|  |
| **Falscher Kreuzungsansatz**    Männlein orange-schwarzmarmor mit Weiblein weiß B'B' Rx Ry & bb rx rx   ergibt in der F1 folgende Fische: B'b Ry rx (Männlein orange-schwarzmarmor) B'b Rx rx (Weiblein orange-schwarzmarmor) Hier ergibt sich zum richtigen Ansatz noch kein sichtbarer Unterschied.  Wenn man die F1 untereinander verpaart (B'b Ry rx & B'b Rx rx) ergeben sich: B'b Ry rx und B'B' Ry rx und B'B' Ry Rx und B'b Ry Rx (Männlein orange-schwarzmarmor) bb Ry rx und bb Ry Rx (Männlein orange) B'b Rx rx und B'b Rx Rx (Weiblein orange-schwarzmarmor) B'b rx rx und B'B' rx rx (Weiblein weiß-schwarzmarmor) bb rx rx (Weiblein weiß) bb Rx rx (Weiblein orange)  Männlein weiß-schwarzmarmor und weiß gibt es hierbei in der F2 nicht , da jedes Y-Chromosom mit dem R "besetzt" ist und alle Männlein R tragen und somit Xanthopohren ausbilden und orange werden.    Hier wäre es um auch weiße-schwarzmarmorierte Männlein zu bekommen notwendig ein "weißes Y-Chromosom" hereinzukreuzen, dass kann mit einer Rückkreuzung oder mit einer weiteren Einkreuzung geschehen |

Text: Günther Lange