

a.o. Univ. Prof. Dr. Karl Kuchler
 Institut für Medizinische Biochemie, Abteilung für Molekulare
 Genetik, Universität Wien

Genetik - und worum geht's?

Die große Unbekannte - endlich einmal verständlich erklärt

Dr. Gerhard Imhof

Die Bewirtschafter haben immer schon prioritär an die Ertragssteigerung und Wirtschaftlichkeit von Besatzmaßnahmen gedacht. Seit längerer Zeit ist auch der ökologische Aspekt als wesentlicher Punkt hinzugekommen. Dann fanden zunehmens Aspekte der Fischgesundheit Beachtung wie etwa der Schutz vor Infektionen. Als neuester Aspekt tritt auf Grund von Fortschritten in der wissenschaftlichen Forschung die Frage des Erbguts von eingebrachten Besatzfischen hinzu. Genetik heisst Vererbungslehre, dies ist allgemein bekannt. Um den Praktikern eine Einführung in diesen Bereich zu geben, hat der Veranstalter einen eigenen Themenblock, der sich mit Genetik befasst, eingeführt.

a.o. Univ. Prof. Dr. Karl Kuchler

Ich möchte mich zuerst bei den Organisatoren für die Einladung bedanken. Ich selber bin kein Fischzüchter, jedoch ein begeisterter Fliegenfischer. So sind intakte Ökosysteme und gesunde Fischpopulationen für mich sehr wichtig. Eine Einführung in die Genetik in 20 Minuten ist sehr schwierig, ich kann sie nur in einer sehr komprimierten Form bringen.

Die chemische Grundsubstanz des Erbgutes (des Genoms) aller lebender Zellen heisst DNA (auf englisch: desoxyribonucleic acid) oder DNS (Desoxyribonuklein-Säure). James Watson und Francis Crick konnten 1953 die Raumstruktur der DNA entschlüsseln. Seither weiß man, dass die DNA ähnlich einer Doppelwendeltreppe aufgebaut ist, die einen langen, dünnen zweisträngigen spiraligen Faden bildet. In jeder menschlichen Körperzelle (somatische Zellen), bzw. auch in den Keimzellen (Spermien und Eizellen), befindet sich das gesamte menschliche Genom, entsprechend etwa sechs picogramm DNA (also etwa 10^{-12} g). Einzelne funktionelle Abschnitte des Genoms enthalten die Erbmerkmale und werden als Gene bezeichnet. Gene dienen als Vorlage für die Bildung von Eiweißstoffen, die auch Proteine genannt werden. Proteine sind die eigentlichen „Funktionsträger“ lebender Zellen und nehmen unterschiedlichste Aufgaben wahr, beispielsweise den Transport von Sauerstoff im Blut oder die Verdauung von Nahrungsmitteln im Darm und vieles andere mehr.

DNA als chemische Grundsubstanz des Erbgutes

Zur Produktion von Proteinen in den Körperzellen muss die DNA-Information in die „Eiweiß-Sprache“ übersetzt werden. Die Übersetzung der DNA gelingt durch den genetischen Code der in allen Lebewesen gültig ist. Das heisst: eine bestimmte DNA aus einer Spezies kann in allen anderen Lebewesen denselben Eiweißstoff (Protein) erzeugen - sei es in einer Pflanze, in einem Wurm, Fisch oder in einem Bakterium. Chemisch gesehen bestehen alle Gene aus Zuckermolekülen, Phosphorsäure und einer Abfolge von nur vier organischen Molekülen (die Basen: Adenin, Guanin, Cytosin und Uracil). Das menschliche Genom besteht aus 1 Milliarde (10^9) Basenpaaren die etwa 100.000 Gene ausmachen; einfache Lebewesen wie Bakterien oder Pilze enthalten aber nur einige tausend Gene. In der DNA sind fast alle Eigenschaften die ein Lebewesen auszeichnen gespeichert (der sogenannte Genotyp). Um sich zu vermehren, und um lebensfähige Nachkommen zu erhalten, müssen alle lebende Zellen ihr Genom vollständig und ohne Veränderungen (Mutationen) an die Tochtergeneration weitergeben können.

Genetischer Code in allen Lebewesen nach gleichem Prinzip

Umwelteinflüsse prägen Phänotyp

Doch längst nicht alle Eigenschaften werden ausschließlich durch das Erbgut und die darin enthaltenen Gene bestimmt. Umwelteinflüsse wie Klima oder die Ernährungsgrundlage, können mitentscheiden, wie sich ein Organismus entwickelt. Bei Tieren, Pflanzen und Fischen die in Gesellschaft oder "alleine" leben, ist auch dieses Zusammenleben bzw. weitere äusserer Einflüsse von entscheidender Bedeutung für die Ausprägung des Phänotyps ("Erscheinungsbild"). Mit anderen Worten, zwei genetisch identische Spezies könnten durchaus unterschiedliche phänotypische Eigenschaften besitzen, je nachdem in welchem Milieu sie aufwachsen. Es kann also passieren, dass zwei Fische aus verschiedenen Flüssen unterschiedlich aussehen, also einen unterschiedlichen Phänotyp (Punkte, Flossen, Körperform) besitzen, obwohl sie genetisch gesehen identisch sind und exakt dieselbe DNA mit sich tragen.

Die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung folgen der Vererbungslehre, die vom Augustinerpater Gregor Mendel (1822 - 1884) formuliert wurden. Gregor Mendel wirkte im Kloster zu Brunn und untersuchte systematisch die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung anhand von Pflanzen. Er verwendete nach wohlüberlegten Kriterien die Gartenerbse als sein Versuchsobjekt. Nach sorgfältigen Beobachtungen wählte er sieben eindeutig beurteilbare Merkmale/Eigenschaften aus, deren Vererbung er in seinen Kreuzungsversuchen über mehrere Generationen hindurch beobachtete. Zunächst erzeugte Gregor Mendel durch wiederholte Selbstbefruchtung (Inzucht) sogenannte reinerbige Linien (z.B. lang- oder kurzstielig). Neue Merkmalsformen oder Merkmalskombinationen mussten daher ausschließlich ein Ergebnis der Kreuzungsbedingungen sein. Gregor Mendel hat seine Beobachtungen 1865 erstmals vorgetragen und unter dem Titel "Versuche über Pflanzen-Hybriden" in den Verhandlungen des "Naturforschenden Vereins in Brunn für das Jahr 1865" veröffentlicht. Er war ein großer Pionier und seiner Zeit um Jahrzehnte voraus, weshalb auch viel von seiner Arbeit damals als Hirngespinnst abgelehnt wurde. Gregor Mendel hat seine Beobachtungen folgendermaßen beschrieben und in den bis heute gültigen Mendel'schen Gesetze formuliert:

Vererbungslehre - die Mendel'schen Gesetze

1. Mendel'sche Gesetz (*Uniformitätsregel*)

Bei der Kreuzung reinerbiger Eltern (P) weisen alle Nachkommen der ersten Tochtergeneration (F1) immer nur eine der beiden Merkmalsformen (gelb/rund), während die andere Ausprägungsform (grün/runzelig) nicht sichtbar ist.

Bei einer Kreuzung von reinerbigen Pflanzen wiesen alle Nachkommen der ersten Tochtergeneration immer nur eine der beiden Merkmalsformen auf (langstielig), während die andere Ausprägungsform (kurzstielig) nicht sichtbar war (Uniformitätsregel oder 1. Mendel'sches Gesetz).

Mendel kreuzte nun die in der ersten Tochtergeneration erhaltenen Pflanzen untereinander weiter. In der zweiten Generation waren nun wieder beide ursprünglichen Merkmalsausprägungen sichtbar. Allerdings war die Häufigkeit beider Ausprägungsformen unterschiedlich (Spaltungsregel oder 2. Mendel'sche Gesetz).

2. Mendel'sche Gesetz (*Spaltungsregel*)

Mendel kreuzte nun F1 Pflanzen untereinander weiter. In der zweiten Generation (F2) waren nun wieder beide ursprünglichen Merkmale (gelb & grün) sichtbar. Allerdings war die Häufigkeit der Ausprägungsformen unterschiedlich.

Mendel schloss, dass ein Organismus zwei Ausführungen (Allele) eines jeden Merkmales (=Gens) besitzt. Durch die geschlechtliche Vermehrung werden die beiden Allele auf verschiedene Keimzellen verteilt ("Spaltung"). Bei der Befruchtung verschmelzen die väterlichen und mütterlichen Keimzellen und es entsteht nach einer rein zufälligen Rekombination wieder eine Zelle mit einer Neuverteilung von zwei Allelen eines jeden Gens (freie Kombinierbarkeit oder 3. Mendel'sche Gesetz).

3. Mendel'sche Gesetz (*Kombinierbarkeit*)

Mendel schloss, dass ein Organismus zwei Ausführungen (Allele) jedes Gens besitzt. Für die geschlechtliche Vermehrung werden die beiden Allele auf verschiedene Keimzellen verteilt ("Spaltung"). Bei der Befruchtung verschmelzen die väterlichen und mütterlichen Keimzellen und es entsteht nach der rein zufälligen Rekombination wieder eine Zelle mit zwei Allelen eines Gens.

Mendel hat also erkannt, dass die Erbinformation in Einheiten (Genen) weitergegeben wird, die er damals als Merkmale bezeichnete ohne den Begriff „Gen“ zu kennen und hat somit die Existenz der Gene entdeckt. Die Bedeutung der Mendel'schen Beobachtungen wurde zu seinen Lebzeiten nicht erkannt. Erst 1900, also fast 40 Jahre später, haben drei Forscher unabhängig voneinander die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung wiederentdeckt: Hugo de Vries (1848-1935) in Amsterdam, Carl E. Correns (1864-1933) in Tübingen und Erich von Tschermak-Seysenegg (1871-1962) in Wien, der ab 1906 erster Inhaber der Lehrkanzel für Pflanzenzüchtung an der Universität für Bodenkultur war.

Die Vererbungslehre war im Prinzip auch die Voraussetzung für alle weiteren Entdeckungen in der Genetik in den nächsten hundert Jahren. Daher hat Gregor Mendel natürlich auch die Basis für die heutige Gentechnik gelegt. Die Gentechnik wird in Zukunft weltweit vermehrt eine unverzichtbare Rolle in der Medizin, Diagnose und Therapie, Landwirtschaft, Tier- und Pflanzenproduktion spielen. Auch in der Fischzucht hat die Gentechnik bereits jetzt Verwendung gefunden und wird es in Zukunft wahrscheinlich vermehrt tun.

Gentechnik findet
auch in der
Fischzucht
Einzug

Die Gentechnik umfasst alle Methoden zum Nachweis und zur Isolierung von Erbmaterial (DNS/DNA). Gentechnische Verfahren ermöglichen eine gezielte Veränderung, und Einbringung von neu kombinierter DNA in eine andere biologische Umgebung. Zum Beispiel ist die Produktion eines menschlichen Proteins in Bakterien, Pflanzen oder sogar Fischen eine mögliche Anwendung der Gentechnik. Gentechnik ist also:

- (1) die gezielte Veränderung der DNA von Pflanzen, Bakterien, Pilzen und Tieren und die Einbringung von Fremdgenen in menschliche, tierische, bakterielle oder pflanzliche Zellen.
- (2) Die pränatale Diagnose von Erbkrankheiten sowie Diagnose von Infektionskrankheiten durch den Nachweis der DNS von Erregern wie Viren (AIDS) und Bakterien (Tuberkulose).
- (3) Die Herstellung menschlicher Proteine von medizinischer Bedeutung (Insulin, Hepatitis B Impfstoff) in anderen Lebewesen (Bakterien oder Pilzen).
- (4) Nachweis von DNA Spuren zur Täteridentifizierung oder Nachweis von Verwandtschaftsverhältnissen.

Die Gentechnik wird jedoch leider häufig mit bestimmten medizinischen Verfahren in Verbindung gebracht die absolut nichts mit Gentechnik zu tun haben. So hat das medial vielstrapazierte Klonen, das heisst die Herstellung genetisch identer Organismen aus normalen Körperzellen, absolut nichts mit Gentechnik zu tun. Auch die *in vitro* Fertilisation, sowie alle medizinischen Reproduktionstechniken bei denen die Erbinformation nicht verändert wird gehören nicht zur Gentechnik.

Die Gentechnik ist derzeit leider mit sehr vielen negativen Spekulationen und öffentlicher Ablehnung behaftet. Diese negative Einstellung beruht sehr häufig auf Fehlinformation und ist großteils unbegründet, obwohl durchaus verständlich. Tatsache ist, dass die Gentechnik in allen Lebensbereichen einen notwendige und unverzichtbare Technologie darstellt die, obwohl erst 25 Jahre alt, unser Leben und Lebensqualität zum Besseren revolutioniert hat und es auch in Zukunft weiter tun wird. Allerdings müssen vor dem Einsatz von gentechnischer Methoden, egal ob in Medizin, Landwirtschaft oder Pflanzenproduktion, gewisse Restrisiken berücksichtigt werden, insbesondere dann wenn es wissenschaftliche und abwägbare moralische, ethische und gesundheitliche Risiken der Anwendung gibt. Österreich besitzt dazu eines der besten Gentechnikgesetze der Welt, das die Vorgangsweisen in allen Bereichen genau und streng regelt, womit die Voraussetzungen für sinnvolle und sichere Anwendungen der Gentechnik in Zukunft gegeben sind.

Abwägung von
Restrisiken vor
Einsatz gentechnischer
Methoden

Die Gentechnik wird für Fischzüchter in den nächsten Jahren immer mehr Thema. So wird die Identifikation von Krankheitserregern möglich sein bzw. die Erkennung von fremden genetischen Material, das beispielsweise nicht in ein Flusssystem passt. Gentechnik ist im Prinzip eine Methode, mit der Erbinformation behandelt, verändert oder auch isoliert werden kann und umfasst alle Möglichkeiten, DNS aus Organismen zu isolieren. Diese kann wiederum in andere Organismen eingebracht werden, da die Sprache der Gencodes universell ist.

Gentechnik in der Fischzucht

Es ist beispielsweise möglich, Karpfen oder Forellen bestimmte Wachstumsgene in die Keimbahn einzupflanzen, welche die Schnellwüchsigkeit und bestimmte Eigenschaften fördern. Dies ist an Regenbogenforellen bereits praktiziert worden, denen Wachstumsgene vom Lachs eingepflanzt wurden.

Für mich als Fliegenfischer sind derartige Methoden nicht relevant. Ich lege Wert auf eine genetisch stabile Population, die gesunde, schöne Fische produziert. So ist es doch erfreulich, etwa in der Traun, eine wirkliche Traunforelle zu fangen. Für die Fischzucht wird es in Zukunft notwendig sein, in ihrem Zuchtprogramm bestimmte Veränderungen in dieser Richtung zu erlauben.

Dr. Gerhard Imhof

Wir haben nun gehört, wie Erbgut im Organismus organisiert ist und wie es an die nächste Generation weitergegeben wird. Im Hinblick auf unsere Besatzproblematik drängt sich mir die Frage auf, was mit natürlichen Fischpopulationen passiert, wenn Besatz aus anderer Herkunft dazugegeben wird. Mischen sich diese eigentlich, mögen die miteinander und verändern das Erbgut des vorhandenen Bestands oder gibt es da Grenzen? Ist der natürliche Bestand einer Art durch ständige Vermischung eigentlich einheitlich ist oder gibt es da große Unterschiede? Wie ist es mit dem Transferieren von Beständen von einem Gewässer in ein anderes? Die Kenntnisse zu diesen Fragen sind sicher noch bruchstückhaft, aber es gibt in letzter Zeit gezielte Untersuchungen in diese Richtung.

Noch viele ungeklärte Fragen

Fragen

HR Dr. Albert Jagsch

Wenn wir Fische, die über viele Jahre in Zuchtanlagen gezogen wurden, in ein Gewässer aussetzen, ist eine gewisse Verarmung des genetischen Potentials gegeben. Diese Zuchtfische sind eben nicht mehr daran gewöhnt, sich an natürliche Verhältnisse anzupassen. Problembereiche sind hier besonders die Nahrungsaufnahme oder die Anpassung an diverse Veränderungen im Gewässer. So sehe ich in der Einkreuzung solcher Fische eine gewisse Gefahr.

Univ. Prof. Mathias Jungwirth

Was heisst es für sie, Herr Kuchler, wenn Fische aus Fischzuchten, die über Jahrzehnte dänische Bachforellen bezogen haben und dann noch Selektion im Hinblick auf besonders schöne rote Punkte und rasches Wachstum betrieben wurde, flächendeckend in Österreich ausgesetzt wurden? Es gab ja diesbezüglich Untersuchungen von Steven Weiss, der belegte, dass es fast nur mehr atlantisches Bachforellenmaterial und nicht mehr das donautypische in Österreich gibt.

Was bedeutet es, wenn ein Fischzüchter über mehrere Jahre mit wenigen Mutterfischen auf zwei bestimmte Merkmale selektiert und diese Fische dann in freie Gewässer eingebracht werden? Inwieweit kommt es zu Kreuzungen mit der natürlichen Population?

a.o. Univ. Prof. Karl Kuchler

Prinzipiell sind wenige Mutterfische immer schlecht. Dadurch habe ich einen limitierten Genpool. Es ist somit nicht ausgeschlossen, dass sich diese Fische in bestimmten Ökosystemen schlecht oder überhaupt nicht adaptieren können. Oft werden ja große Mengen an solchen Besatzfischen in die Gewässer eingebracht, die den lokalen Bestand durch Einkreuzung relativ rasch ausdünnen können. Es kann natürlich auch vorkommen, dass der Besatzfisch noch gesund ist, die Tochtergeneration dann aber kranke Fische hervorbringt.

Dr. Emilio Stock

In Tirol wäre es von Interesse, wer genetische Untersuchungen an Fischen macht und was es kostet. Es gibt im Konkreten ganz spezifische Äschenpopulationen (Inn-Äschen, Drau-Äschen).

Dr. Heinz Heistinger

Wie weit ist geklärt, ob das Erscheinungsbild, die Überlebensfähigkeit, die Futteraufnahme etc. eines Fisches nur damit zusammenhängt, dass er von klein weg in einem Gewässer vorkommt, also phänotypischer Natur ist, oder wie weit ist das genotypischer Natur. Was ist wirklich vererbt und was ist erlernt?

Gibt es Ergebnisse, ab wann von einem auf eine bestimmte Region beschränkten, autochthonen Fischbestand (z.B. Inn-Äsche) gesprochen werden kann?

a.o. Univ. Prof. Karl Kuchler

Ich bin mir nicht sicher, ob es genetische Datenbanken gibt für gewisse genetische Marker, die lokale Stämme festlegen. Es wenn diese spezifischen Marker bekannt sind, kann eine Zuordnung einer Äsche zu einem Flussgebiet erfolgen. Erforderlich ist aber a priori ein Bezugsstamm. Wenn eine dementsprechende Datenbank existiert, sind die Kosten für weitere Untersuchungen nicht so hoch.

Bezüglich Erscheinungsbild der Äschen gibt es sicher phänotypisch deutliche Unterschiede zwischen Inn- und Drau-Äschen. Der Genotyp kann jedoch durchaus nur minimale Unterschiede aufweisen.

a.o. Univ. Prof. Stefan Schmutz

Bei der Bachforelle ist die Genetik schon in mehreren Arbeiten relativ genau untersucht worden. Bei der Äsche schaut es diesbezüglich nicht so gut aus. Steven Weiss hat im Rahmen seiner Untersuchungen erste Ergebnisse für die Äsche in Österreich eingeholt. Zuerst müssen aber die angesprochenen Marker gefunden werden, die wirklich relevant sind.

Dr. Alexander Harsanyi

Der Besatz von natürlichen Gewässern soll mit Fischen erfolgen, bei denen keine bestimmten Zuchtziele verfolgt wurden. Es sitzen hier Leute, die essen wenig und nehmen viel zu. Das macht jeder Fischzüchter. Er sucht Fische die wenig fressen, aber viel zunehmen [Gelächter]. Das funktioniert natürlich in der Natur nicht.

Dr. Otto Schwomma

Wir haben schon den Eindruck, das in den Fischzuchten andere Parameter optimiert werden als die Überlebensfähigkeit der Fische in freien Gewässern. Können sie für die Fischzucht in Zukunft allgemeine Richtlinien vom genetischen Standpunkt geben? Ich denke da an die Zahl der Mutterfische, um Inzucht zu vermeiden.

a.o. Univ. Prof. Karl Kuchler

Die Frage hinsichtlich Mindestanzahl an Muttertieren ist sehr schwer zu beantworten und hängt von vielen komplexen Zusammenhängen ab. Ich kann hier keine verbindlichen Aussagen treffen.

Mag. Roman Moser

Wir sind alle angewiesen auf Zuchtmaterial, das wir von unseren Fischzüchtern bekommen. Die wenigsten unter uns haben das Glück, Seitenbäche zu besitzen und auch zu bewirtschaften. Inwieweit ist die Fischzucht bereit, Elterntiere aus natürlichen Gewässern in ihre Zucht einzukreuzen? Ich bezweifle die Bereitschaft, da dies einen hohen Aufwand für die Fischzüchter bedeutet.

Ich fordere schon seit mehreren Jahren ein genetisches Ursprungszeugnis, welches ein Fisch haben muss, der in ein natürliches Gewässer ausgesetzt wird.

HR Dr. Albert Jagsch

Wir haben in der nächsten Zeit durchaus vor, uns mehr mit Populationsgenetik zu beschäftigen. Ich glaube auch, dass in Europa im Rahmen von EU-Projekten einiges zu erwarten sein wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Vertebrata Pisces](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [0006](#)

Autor(en)/Author(s): Kuchler Karl

Artikel/Article: [Genetik - und worum geht's? 101-106](#)