

**NWA-Tag 11. Juli 2012**

**Beitrag von  
Dominik Just, Nicola Alexandra Rabe  
und Alexandra Renner**



**Evolution: durch Spiele lernen**

**Playvolution:**

**Fressen und Gefressen werden**

## Evolution: durch Spiele lernen

### Inhaltsverzeichnis:

1	Fachliches.....	3
1.1	Mutation.....	3
1.2	Selektion.....	3
2	Mutation und Selektion – spielend verstehen .....	4
2.1	Anleitung: Fressen.....	4
2.2	Spiel 1: Gefressen werden .....	8
3	Literaturangaben.....	13

# 1 Fachliches

## 1.1 Mutation

Als Schlagwort findet sich hier: Mutation schafft neue Allele und damit neue Eigenschaften.<sup>1</sup>

Mutation entsteht durch Änderung im Erbgut, also in der DNA des Organismus. Wenn diese Änderungen weitervererbt werden, spricht man von Mutation. Durch die Neuerungen im Genpool können hier neue Arten entstehen. Die Träger der Mutationen nennt man Mutanten. Bei Züchtungen können gewollte Mutanten entstehen, die weitergezüchtet werden können.

Es gibt verschiedene Arten von Mutation. Beispielsweise kann das einzelne Gen betroffen sein. Dies nennt man Genmutation. Außerdem kann es einzelne Chromosomen und ihre Struktur betreffen oder auch den kompletten Chromosomenbestand. In jeder Körperzelle kann eine Mutation passieren.

Genmutationen sind die häufigste Art von Mutationen. Meist geschieht dies zufällig. Die Vererbung vieler Mutationen ist rezessiv.

Bei der Chromosomenmutation wird die Struktur einzelner Chromosome verändert. Oft geschieht dies schon durch das Abbrechen eines Teilstückes. Dieses abgebrochene Stück kann sich an ein anderes Chromosom hängen.

Bei der Genom-Mutation ändert sich die Anzahl der Chromosomen eines Genoms. Ein Beispiel hierfür ist die Trisomie 21.

## 1.2 Selektion

Durch Selektion werden vorteilhafte Phänotypen ausgewählt.<sup>2</sup>

Selektion wirkt nur am ganzen Individuum, aber nur am Phänotyp und nicht am Genotyp. Beispiel hierzu: Der Birkenspanner. Die natürliche Auslese trifft beim dunklen Stamm, der von Ruß gefärbt ist, das helle Exemplar. Beim hellen, Flechten bewachsenen Stamm werden eher die dunklen Birkenspanner gefressen. Diese Selektion, auch Tarnung genannt, betrifft also die Mutanten der Birkenspanner, die hier eher überleben können. Die dunkle Färbung bei den Schmetterlingen tritt durch den Farbstoff Melanin auf. Da die hellen Birkenspanner auf den dunklen Baumstämmen leichter als Beute den Vögeln zum Opfer fielen, spricht man hier auch von stabilisierender Selektion.

Eine weitere Form für das Wirken der Selektion ist die Mimese, Tarnung durch Nachahmung. Beispiel hierfür wäre die Stabheuschrecke, die für die Feinde wie ein Stängel aussieht und somit eher übersehen wird. Dies sichert ihr Überleben.

---

<sup>1</sup> Linder S. 425

<sup>2</sup> Linder S. 425

Bei der Selektion unterscheidet man die gerichtete, die disruptive und die stabilisierende oder optimierende Selektion. Die gerichtete Selektion findet sich wie oben beschrieben beim Birkenspanner. Hier kommt dem mutierten Exemplar mit der dunkleren Färbung der rußige Stamm gelegen. Bei der disruptiven Selektion werden die Extreme begünstigt. Hierbei werden durch Umweltbedingungen die beiden Extreme des Phänotyps begünstigt gegen über denen in der farblichen Mitte. Im Gegensatz hierzu finden sich bei der optimierenden Selektion fast keine Extremvarianten, sondern das sogenannte Mittelfeld wird begünstigt.

## **2 Mutation und Selektion – spielend verstehen**

### **2.1 Anleitung: Fressen**

Der Sachverhalt der Selektion durch bessere Anpassung wird häufig am Beispiel der Entwicklung von Giraffen festgemacht. Durch zufällige Mutationen des Erbgutes sind einige Individuen besser an den Lebensraum angepasst als andere. Im Falle der Giraffe ist ein längerer Hals von Vorteil, da er es ermöglicht an Nahrungsquellen zu gelangen, die von Konkurrenten nicht erreicht werden können. In Folge dessen sind diese erfolgreichen Mutationen in der Lage, ihren Nachwuchs sicher zu ernähren und pflanzen sich darum häufiger fort. So wird der Genpool mit hoher Wahrscheinlichkeit an die folgenden Generationen weitervererbt und das Merkmal bildet sich immer mehr aus. In diesem Spiel wird der Vorgang der Selektion durch den besseren Zugang zur Nahrung simuliert. Dieses Spiel kann in den Unterricht integriert werden, um die Vorgänge zu verdeutlichen.

#### Material:

- Ein Ast / kleiner Baum, Gesamthöhe ca. 1,90 m.
- Befestigungshaken (weiches Material)
- Essbare Gummi-Früchte (z.B. Kirschen)
- Schälchen (unzerbrechlich)

#### Durchführung:

- Der Baum wird auf einem Ständer fixiert und aufgestellt. Die Äste werden in unterschiedlichen Höhen mit Früchten bestückt.
- Nun werden 2 - 3 unterschiedlich große Schüler/Personen ausgewählt, die an diesem Spiel teilnehmen (möchten).
- Die Aufgabe lautet, so viele Früchte wie möglich zu sammeln - OHNE die Zuhilfenahme der Arme/Hände – und sie im jeweiligen Schälchen abzulegen.
- Das Zeitlimit beträgt eine Minute.

- Nach Ablauf der Zeit werden die Früchte in den Schälchen der Teilnehmer gezählt und die Ergebnisse verglichen.
- Die gesamte Anzahl der Früchte wird in der Tabelle festgehalten. Dann werden drei Stück abgezogen und das Ergebnis in die zweite Spalte eingetragen.

Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler:

- Bevor das Spiel beginnt stellen die Schülerinnen und Schüler Vermutungen an, wer von den Teilnehmern wohl als Gewinner hervorgeht und weshalb.
- Die Teilnehmer halten die Ergebnisse fest und vergleichen diese.
- Die Schülerinnen und Schüler bringen die Ergebnisse in Zusammenhang mit der Giraffenpopulation und der Vererbung von vorteilhaften Merkmalen.

Im Folgenden wird gezeigt, wie ein solches Protokoll der Schülerinnen und Schüler aussehen könnte. Außerdem wird ein mögliches Resultat vorgestellt.

### Protokoll zum Spiel „Fressen“

**Aufgabe 1:** Wer wird eurer Meinung nach die meisten Früchte sammeln? Begründet.

---



---

**Aufgabe2:**

Ihr seid in diesem Spiel unterschiedlich große Giraffen. Sammelt **so viele Früchte wie möglich** vom Baum, **OHNE die Arme/Hände** zu Hilfe zu nehmen. Ihr habt **eine Minute** Zeit.

Tragt die Gesamtanzahl in die erste Spalte ein. Zieht dann drei Stück davon ab und tragt diesen Wert in die zweite Spalte ein.

Spieler / Giraffen	<b>Gesamtanzahl:</b> <i>Anzahl der gesammelten Früchte</i>	<b>Übrige Früchte für die Nachkommen :</b> <i>Anzahl der gesammelten Früchte -3 Stück (Für den eigenen Bedarf der Giraffe)</i>
Beispiel	7	4

**Aufgabe3:**

Hat sich euer Tipp bestätigt?

Was macht die Giraffe mit den übrigen Früchten und welche Auswirkungen hat das auf die Vererbung von Merkmalen?

---



---

### Protokoll zum Spiel „Fressen“ – mögliche Lösungen

**Aufgabe 1:** Wer wird eurer Meinung nach die meisten Früchte sammeln? Begründet.  
*Der Größere von beiden, weil er an die unteren UND oberen Äste kommt.*

---

*Der Kleinere kommt nur an die unteren Äste.*

---

**Aufgabe 2:**

Ihr seid in diesem Spiel unterschiedlich große Giraffen. Sammelt **so viele Früchte wie möglich** vom Baum, **OHNE die Arme/Hände** zu Hilfe zu nehmen. Ihr habt **eine Minute** Zeit.

Tragt die Gesamtanzahl in die erste Spalte ein. Zieht dann drei Stück davon ab und tragt diesen Wert in die zweite Spalte ein.

Spieler / Giraffen	<b>Gesamtanzahl:</b> <i>Anzahl der gesammelten Früchte</i>	<b>Übrige Früchte für die Nachkommen :</b> <i>Anzahl der gesammelten Früchte -3 Stück (Für den eigenen Bedarf der Giraffe)</i>
Beispiel	7	4

**Aufgabe 3:**

Hat sich euer Tipp bestätigt?

Was macht die Giraffe mit den übrigen Früchten und welche Auswirkungen hat das auf die Vererbung von Merkmalen?

---

Ja, der Größte hat die meisten Früchte gesammelt. Mit den übrigen Früchten ernährt die Giraffe ihre Jungen.

---

Die Jungen von den größeren Giraffen überleben häufiger, weil sie besser ernährt werden und stärker sind. Also überleben die Jungen von Eltern mit langem Hals öfter und können das vorteilhafte Merkmal ihrerseits wieder weitervererben.

---

## **2.2 Spiel 1: Gefressen werden**

Bei der natürlichen Selektion überleben nur die Lebewesen, die am besten an den Lebensraum angepasst sind. Aufgrund von Mutationen sind manche Lebewesen besser ausgerüstet als andere. Die besser ausgerüsteten können überleben und ihr Erbgut weitergeben. Anhand des hier beschriebenen Spiels können Schülerinnen und Schüler die komplexen Vorgänge von Mutation und Selektion simulieren. Spiele im Biologieunterricht haben nicht nur den Vorteil, dass mit ihrer Hilfe komplexe Sachverhalte reduziert und simuliert werden können, sondern sie sind für Schülerinnen und Schüler auch in hohem Maße motivierend und fördern deren Eigenaktivität.<sup>3</sup>

Material:

- grüner Kunstrasen (50 x 50 cm)
- Wolle in 6 verschiedenen Farben (Wichtig: Eine Wolle sollte möglichst die Farbe des Kunstrasens besitzen.)

Durchführung:

- Die Schülerinnen und Schüler bilden Dreiergruppen. Jede Gruppe schneidet aus der Wolle 10 gleich lange Fäden (ca. 10 cm), sodass insgesamt 60 Fäden vorhanden sind.
- Ein Schüler beziehungsweise eine Schülerin übernimmt die Rolle des Spielleiters beziehungsweise der Spielleiterin und verteilt die Wollfäden beliebig auf dem Kunstrasen (vergleiche Abbildung 1).

---

<sup>3</sup> vgl. Graf S.167ff.





**Abb. 1: Situation vor Spielbeginn**

- Zwei Schülerinnen und Schüler stellen die „Räuber“ dar. Sie dürfen die Verteilung der Wollfäden vorher nicht gesehen haben. Nun sollen die beiden Schülerinnen und Schüler schnellstmöglich ein „Individuum“, sprich einen Wollfaden, aufnehmen, das ihnen im „Biotop“ auffällt. Dabei dürfen die Schülerinnen und Schüler nur mit den Augen suchen, nicht aber über den Kunstrasen tasten! Die beiden Schülerinnen und Schüler nehmen nacheinander 20 Wollfäden auf. Diese kommen, nach Farbe getrennt, in sechs verschiedene Schalen.
- Nun sind 40 Wollfäden entfernt. Die 20 übrigen Wollfäden werden vom Kunstrasen abgenommen, nach Farbe geordnet und gezählt. Alle 20 Individuen, die überlebt haben, können sich wieder fortpflanzen. Jeder Wollfaden wird um zwei in der gleichen Farbe ergänzt. Dazu müssen die Schülerinnen und Schüler eventuell noch weitere Wollfäden schneiden. Das Ergebnis ist bereits deutlich sichtbar (vergleiche etwa Abbildung 2).



**Abb. 2: Situation nach dem ersten Spieldurchgang**

- Nun ist die Population der „Beutetiere“ wieder auf 60 Exemplare angewachsen. Der Spielleiter beziehungsweise die Spielleiterin verteilt die Wollfäden wieder auf dem Kunstrasen und der Vorgang der Selektion wird noch einmal wiederholt. Die Schülerinnen und Schüler werden das Ergebnis deutlich sehen.

Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler:

- Vor Spielbeginn stellen die Schülerinnen und Schüler Vermutungen über den Ausgang des Spiels an.
- Die Schülerinnen und Schüler protokollieren den Spielverlauf mit allen Zahlen und Ergebnissen.
- Die Schülerinnen und Schüler überprüfen ihre Vermutungen, die sie vor Spielbeginn aufgestellt haben. Aus den Ergebnissen leiten die Schülerinnen und Schüler eine allgemeine Gesetzmäßigkeit ab, die sie schriftlich formulieren.

Im Folgenden wird gezeigt, wie ein solches Protokoll der Schülerinnen und Schüler aussehen könnte. Außerdem wird ein mögliches Resultat vorgestellt.

### Protokoll zum Spiel „Mutation und Selektion“

**Aufgabe 1:** Stellt Vermutungen über den Ausgang des Spiels an.

---

---

**Aufgabe 2:** Zählt die Wollfäden nach jedem Spieldurchgang und haltet eure Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle fest.

Farbe der Wollfäden	Anzahl der Wollfäden zu Beginn	Anzahl der Wollfäden nach dem 1. Durchgang	Anzahl der Wollfäden nach dem 2. Durchgang
grün	10		
blau	10		
rot	10		
gelb	10		
braun	10		
lila	10		
Insgesamt	60	60	60

**Aufgabe 3:** Haben sich eure Vermutungen, die ihr zu Beginn des Spiels aufgestellt habt, bestätigt? Leitet eine allgemeine Gesetzmäßigkeit aus euren Ergebnissen ab und formuliert diese schriftlich.

---

---

---

## Protokoll zum Spiel „Mutation und Selektion“ – ein mögliches Ergebnis

**Aufgabe 1:** Stellt Vermutungen über den Ausgang des Spiels an.

*Die Anzahl der grünen Wollfäden nimmt zu, wohingegen die Anzahl der restlichen Wollfäden abnimmt.*

**Aufgabe 2:** Zählt die Wollfäden nach jedem Spieldurchgang und haltet eure Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle fest.

Farbe der Wollfäden	Anzahl der Wollfäden zu Beginn	Anzahl der Wollfäden nach dem 1. Durchgang	Anzahl der Wollfäden nach dem 2. Durchgang
grün	10	30	48
blau	10	0	0
rot	10	0	0
gelb	10	3	0
braun	10	15	6
lila	10	12	6
Insgesamt	60	60	60

**Aufgabe 3:** Haben sich eure Vermutungen, die ihr zu Beginn des Spiels aufgestellt habt, bestätigt? Leitet eine allgemeine Gesetzmäßigkeit aus euren Ergebnissen ab und formuliert diese schriftlich.

*Eine Voraussetzung für die Selektion ist die durch Mutation verursachte Variabilität in einer Population. Die besser angepassten Individuen können überleben und sich vermehren. Bei den Individuen mit weniger angepassten Merkmalsausprägungen sterben viele, bevor sie sich fortpflanzen können. → Die Anzahl der Individuen mit günstigen Merkmalsausprägungen nimmt zu, wohingegen die Anzahl der Individuen mit weniger günstigen Merkmalsausprägungen abnimmt.*

### **3 Literaturangaben**

Bayrhuber, Horst/ Kull, Ulrich (Hrsg.) (1989): Linder Biologie. Stuttgart: Metzler, S. 346ff, 425ff.

Campbell, Neil. A./ Reece, Jane B.:(2006): Biologie. 6. überarb. Aufl. München: Pearson Studium, S. 531-542.

Graf, Erwin (Hg.): Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis, Donauwörth 2004  
Graf, Erwin (Hg.) (2004): Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis, Donauwörth Auer.

Prisma NWA Biologie Schülerbuch (2009): Schulbuch Baden-Württemberg. 1. Aufl. Stuttgart: Klett, S. 197.