

Beispielaufgabe 2

Was Frauen wollen und wie Männer konkurrieren

Der blaue Pfau ist vor allem wegen des farbenprächtigen Männchens bekannt. Er ist an Hals, Brust und Bauch leuchtend blau gefärbt und besitzt stark verlängerte, prächtige Schwanzfedern. Diese stellt der Pfauenhahn während der Balz zu einem fächerförmigen Rad auf. Dabei präsentiert er die charakteristische Federzeichnung, die an große Augen erinnert.

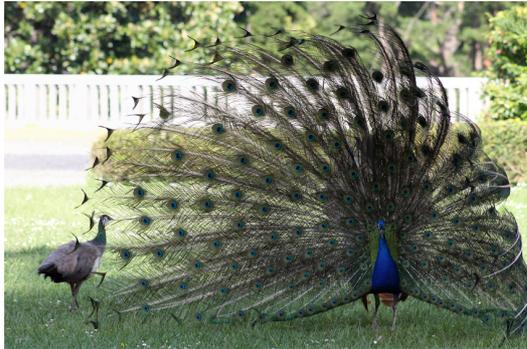


Abb. 1: Pfauenpaar ((© Rossella - stock.adobe.com).

Die Weibchen sind kleiner und wesentlich unauffälliger. Ihr Gefieder ist grünlich-grau und die Schwanzfedern sind deutlich kürzer.

Bei den Schmuckfedern des männlichen Pfau handelt es sich um ein sogenanntes **sekundäres Geschlechtsmerkmal**.

Sekundäre Geschlechtsmerkmale sind Merkmale, die bei den verschiedenen Geschlechtern einer Art unterschiedlich ausgeprägt sind. Diese Merkmale dienen nicht wie die Geschlechtsorgane primär der Fortpflanzung.

Die sichtbaren Unterschiede zwischen den Geschlechtern, die die sekundären Geschlechtsmerkmale betreffen, bezeichnet man als **Sexualdimorphismus** (dimorph <gr.>: „zweigestaltig“). Das können beispielsweise Unterschiede in der Färbung oder aber auch im Verhalten sein.



Wie lässt sich dieser Sexualdimorphismus erklären?

Ich soll jetzt also herausfinden ...



1. Lösungsschritt: Betrachtung von Unterschieden

Bei den Pfauen unterscheiden sich Männchen und Weibchen in der Färbung des Gefieders und der Länge der Schwanzfedern.

Eine Vielzahl solcher Sexualdimorphismen bringen einen großen Nachteil mit sich:

- Die Ausbildung und Pflege dieser Schmuckfedern bedeutet für den männlichen Pfau einen hohen Energieaufwand.
- Aufgrund der farbenprächtigen Schmuckfedern wird er von Fressfeinden eher gesehen.
- Durch die Schmuckfedern ist seine Flugfähigkeit stark beeinträchtigt, so dass er Fressfeinden leichter zum Opfer fällt.
- Der schwere Federschmuck behindert den Pfauenhahn bei der Nahrungssuche und -aufnahme.



Ein Sexualdimorphismus ist ein Nachteil, weil...

2. Lösungsschritt: Betrachtung der Überlebens- und Fortpflanzungschancen.

Durch den Sexualdimorphismus werden die **Überlebenschancen** des Pfauenmännchens stark **reduziert**.

Nach dem Prinzip der **natürlichen Selektion** müsste sich für den Pfau durch diese sekundären Geschlechtsmerkmale ein Nachteil gegenüber den weniger auffälligen Weibchen ergeben.

3. Lösungsschritt: Betrachtung der Auswirkungen auf die biologische Fitness

Durch die geringen Überlebenschancen müssten die Pfauenmännchen mit einem stark ausgeprägten Sexualdimorphismus eigentlich weniger Gene in die nächste Generation bringen als Individuen mit weniger auffälligen Merkmalen. Die auffälligen Merkmale des Pfauenmännchens müssten sich **negativ** auf die biologische Fitness auswirken.

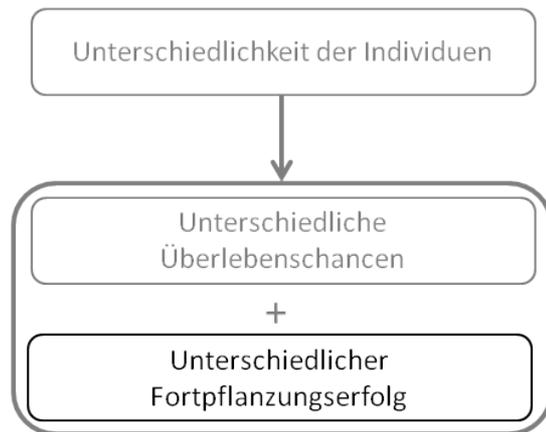
Dennoch blieben diese Merkmale im Laufe der Evolution erhalten und haben sich sogar noch verstärkt.

Dies ist nur möglich, wenn das Pfauenmännchen auch einen Vorteil durch die Ausbildung dieser Merkmale hatte. Denn in der Evolution setzten sich auf Dauer nur Merkmale und Verhaltensweisen durch, die sich nicht negativ auf die Fitness auswirken.



Warum konnte sich der Sexualdimorphismus im Laufe der Evolution durchsetzen?

Da das Aussehen des Pfauenmännchens eher einen Überlebensnachteil bedeutet, muss also ein Fortpflanzungsvorteil bestehen, der diesen Nachteil ausgleicht.



Das Aussehen des Pfauenhahns stellt einen Überlebensnachteil dar, weil ...

Die anfangs gestellte Frage müsste somit lauten:



Welche **Fortpflanzungsvorteile** hat ein Individuum durch den Sexualdimorphismus, der auf den ersten Blick nur Kosten verursacht?

Weshalb die anfängliche Frage umformuliert wurde, kann ich an der Grafik oben nachvollziehen.



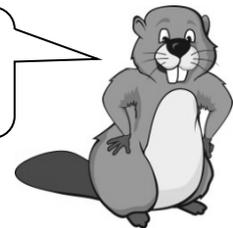
Wenn **bestimmte Individuen in Bezug auf die Fortpflanzung gegenüber Geschlechtsgenossen derselben Art einen Vorteil haben**, spricht man von **sexueller Selektion**.



Über Selektion weiß ich bereits...

Um die Frage nach der Entstehung eines Sexualdimorphismus beantworten zu können, muss man die **Prozesse** der **sexuellen Selektion** nachvollziehen.

Dafür fasse ich die Definition von sexueller Selektion in eigenen Worten zusammen.



Es muss also geklärt werden, durch welche Bedingungen überhaupt ein Fortpflanzungsvorteil entsteht.

Der **Fortpflanzungserfolg** wird daran gemessen wie viele Kopien der eigenen Gene ein Individuum erfolgreich in die nächste Generation weitergibt.

Bei allen sich sexuell fortpflanzenden Arten unterscheiden sich Männchen und Weibchen in ihrem Reproduktionspotential, so dass der **Fortpflanzungserfolg** bei den beiden Geschlechtern auf unterschiedliche Weise erhöht wird.



Über den Fortpflanzungserfolg weiß ich jetzt ...

Weibchen haben meist ein geringeres Reproduktionspotential als Männchen:

Der Fortpflanzungserfolg bei den Weibchen wird durch die Größe und die Anzahl der Eizellen limitiert. Weibchen benötigen einen relativ langen Zeitraum für die Produktion ihrer großen Eizellen. Außerdem werden in jedem Zyklus nur wenige dieser großen Eizellen gebildet.

Im Gegensatz dazu bilden die Männchen in sehr kurzen Zeiträumen eine riesige Anzahl von verhältnismäßig kleinen Spermien. Der Fortpflanzungserfolg der Männchen wird also durch den Zugang zu den Weibchen mit ihren wenigen Eiern limitiert.



Reproduktionspotential bedeutet also ...

Die Wahrscheinlichkeit möglichst viele eigene Gene in die nächste Generation zu bringen, wird bei Männchen umso höher, je höher die Anzahl der Paarungen mit Weibchen ist. Die **Fitness** erhöht sich, indem sie sich mit möglichst vielen Weibchen fortpflanzen.



Fitness heißt ...

Bei Männchen spielt die **Anzahl der Paarungen** eine wichtige Rolle.

Männchen haben also einen Fortpflanzungsvorteil dadurch, dass ...



Für Weibchen stellt dies jedoch keinen **Fortpflanzungsvorteil** dar. Um möglichst viele ihrer eigenen Gene weiterzugeben, müssen sie auch entsprechend viele Nachkommen durchbringen. Ihre **Fitness** hängt viel stärker von dem Überleben und dem Fortpflanzungserfolg ihrer wenigen Jungtiere ab und wird deshalb stark von der Partnerwahl beeinflusst.

Bei Weibchen spielt die **Qualität der Partner** eine wichtige Rolle.



Weibchen haben also einen Fortpflanzungsvorteil dadurch, dass ...

Aus diesem unterschiedlichen Reproduktionspotential ergeben sich zwei **Prozesse**, die die **Grundlage der sexuellen Selektion** bilden:

1. Die Partnerwahl der Weibchen (**intersexuelle Selektion**) und
2. der Wettbewerb der Männchen (**intrasexuelle Selektion**) um den Zugang zu den Weibchen.

Unter diesen Voraussetzungen lässt sich leicht erklären, wie es zu dem Sexualdimorphismus bei den Pfauen gekommen ist.

Für die Ausbildung des prächtigen Gefieders des männlichen Pfau war der Prozess der **intersexuellen Selektion** verantwortlich.



Intersexuelle Selektion heißt ...

Die **intersexuelle Selektion** wirkt auf die Merkmale, die die **Wahlentscheidung der Weibchen für ein Männchen** beeinflussen.



Wodurch wird die Wahlentscheidung des weiblichen Pfaus beeinflusst?

Dabei wählt die Pfauenhenne gerade den Hahn, der durch das prächtige Gefieder das größte Handicap besitzt, also das größte Risiko nicht zu überleben.

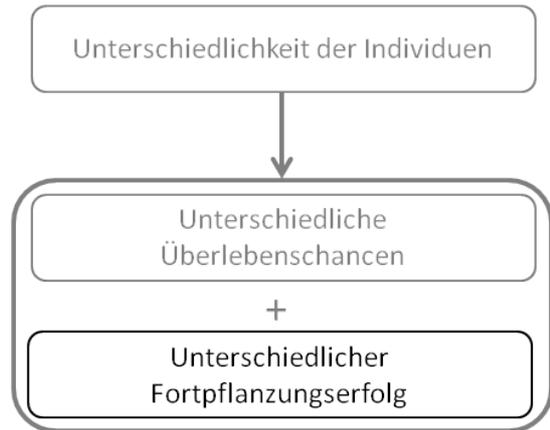
Die **Handicap-Hypothese** liefert eine Lösung für diesen scheinbaren Widerspruch.

Damit ein Männchen von einem Weibchen als Fortpflanzungspartner ausgewählt wird, muss das Männchen diese von seiner **Qualität** überzeugen. Für die Weibchen stellt beispielsweise die Fortpflanzung mit einem gesunden und starken Männchen eine **Fitnesserhöhung** dar. Denn die Wahrscheinlichkeit, dass die Jungtiere ebenfalls gesund und stark sind, ist damit sehr hoch.



Das Weibchen wählt also das Männchen mit dem Überlebensnachteil, weil ...

Merkmale im Phänotyp, die auf solche **Fortpflanzungsvorteile** hinweisen, stellen demnach ein Zeichen von Qualität dar. Wenn ein Männchen Signale aussenden kann, die von anderen Männchen nicht gesendet werden können, da sie mit hohen Kosten verbunden sind, entsteht auf diese Weise ein **Fortpflanzungsvorteil** für diese Männchen.



Der Fortpflanzungsnachteil entsteht dadurch, dass ...

Die langen Schwanzfedern und die prächtige Färbung des Pfauenmännchens sind ein solches Signal: Ein Pfau, der trotz dieses offensichtlichen Überlebensnachteils noch am Leben ist, muss besonders kräftig und gesund sein. Das Weibchen „wählt“ somit das Männchen mit den besseren Genen.



Der Fortpflanzungserfolg des Pfauenmännchens wird also umso höher, je ...

Natürlich geht man davon aus, dass die Auswahl der Weibchen keine bewusste Handlung ist. Auch hier hat die **intersexuelle Selektion** zu dieser Verhaltensausprägung geführt.

Die Jungtiere der Weibchen, die sich mit den Männchen mit den besten Genen fortgepflanzt haben, haben auch einen höheren Überlebenserfolg. Das bedeutet, dass durch diese Partnerwahl mehr eigene Gene des Weibchens in der nächsten Generation vorhanden sind. Die Fortpflanzung mit den auffälligen Pfauenmännchen stellt eine **Fitnesserhöhung** dar.



Die wesentlichen Punkte der Handicap-Hypothese fasse ich noch einmal zusammen.

Wenn diese Handicap-Hypothese zutrifft, so müsste sich ein Unterschied in der Prächtigkeit des Gefieders auf den Fortpflanzungserfolg der männlichen Pfauen auswirken.



Über die Handicap-Hypothese weiß ich jetzt ...

In einem Experiment wurden Pfauenhähnen, die eine vergleichbare Anzahl an Schwanzfedern und Paarungen hatten, unterschiedlich viele Schwanzfedern entfernt.

1. Lösungsschritt: Betrachtung von Unterschieden

Die Pfauenmännchen unterscheiden sich in ihrer Anzahl der Schwanzfedern, also in der Gefiederpracht.

Das Ergebnis ist in der folgenden Grafik dargestellt:

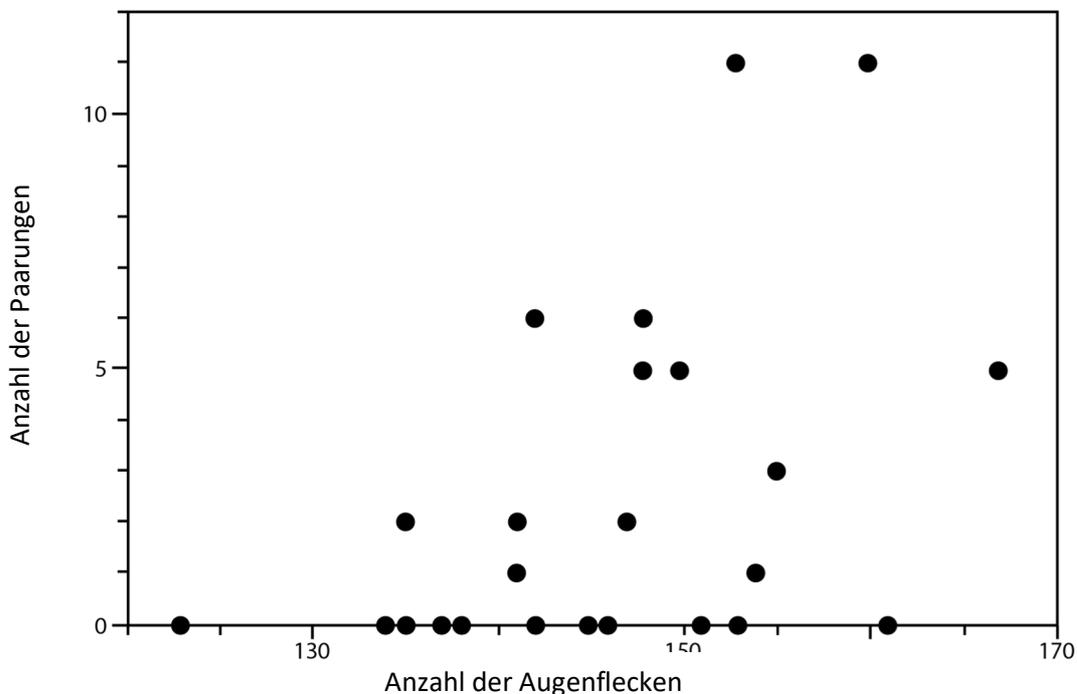


Abb. 2: Verhältnis zwischen der Anzahl der Paarungen eines Pfauenhahns und der Anzahl der verlängerten Schwanzfedern mit den typischen Augenflecken (Quelle: Petrie & Halliday, 1994).



Auf der x-Achse sieht man ...
Auf der y-Achse sieht man ...
Die Punkte bedeuten ...

Auf der x-Achse der Grafik ist eingetragen, wie viele Schwanzfedern der Pfauenhahn für die Balz einsetzen konnte. Auf der y-Achse ist angegeben, wieviele Paarungen der Pfauenhahn insgesamt hatte. Die eingetragenen Punkte zeigen also an, wieviele Paarungen ein Pfauenhahn im Verhältnis zu der Schwanzfederanzahl hatte.

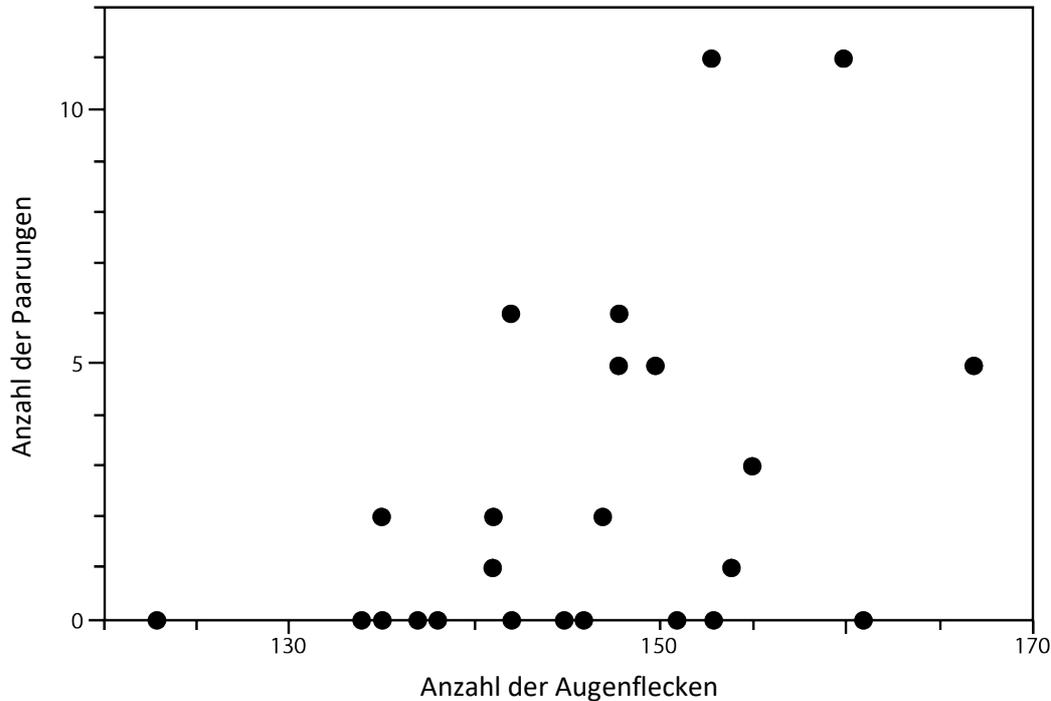


Abb. 3: Verhältnis zwischen der Anzahl der Paarungen eines Pfauenhahns und der Anzahl der verlängerten Schwanzfedern mit den typischen Augenflecken (Quelle: Petrie & Halliday, 1994).

2. Lösungsschritt: Betrachtung der Überlebens- und Fortpflanzungschancen

Bei dem Experiment hat sich gezeigt, dass eine höhere Anzahl an verlängerten Schwanzfedern, beziehungsweise Augenflecken, die Anzahl der Paarungen erhöht. Der **Fortpflanzungserfolg erhöht** sich.



Stimmt, das kann ich in der Grafik erkennen.

Die Handicap-Hypothese wurde in diesem Fall bestätigt.

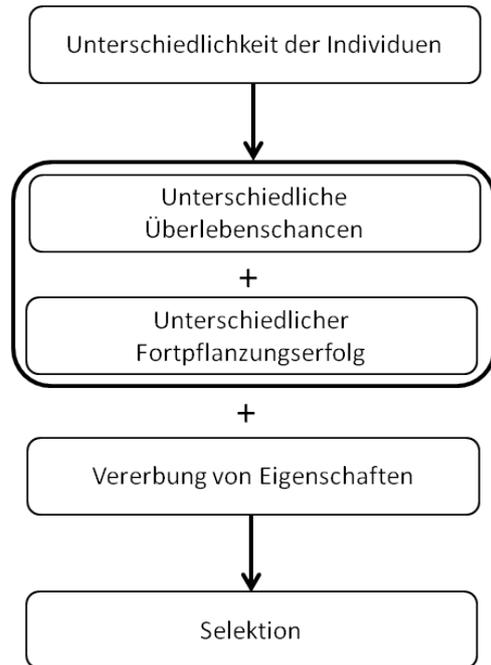
Besonders prächtige Männchen haben meist auch eine höhere Anzahl an Paarungen als weniger prachtvollere Männchen.

Weitere Untersuchungen haben außerdem gezeigt, dass die Sterberate bei den Jungtieren von prächtigen Männchen sehr viel geringer ist, als bei Küken, die von weniger prächtigen Männchen gezeugt wurden.

3. Lösungsschritt: Betrachtung der Auswirkungen auf die biologische Fitness

Die Ausbildung eines besonders prächtigen und auffälligen Gefieders erhöht die **Fitness** der Pfauenhähne, indem sie die „Wahlentscheidung“ der Weibchen positiv beeinflussen. Die **Fortpflanzungsvorteile** überwiegen die Überlebensnachteile.

Die **Fitness** der Pfauenhennen wird durch die Auswahl von besonders prächtigen und auffälligen Männchen erhöht, da der Nachwuchs gegenüber anderen einen **Überlebensvorteil** besitzt.



Es findet **sexuelle Selektion** statt.



Die verschiedenen Schritte vollziehe ich an der Abbildung noch einmal nach.

Im Laufe der Evolution hat sich auf diese Weise der Sexualdimorphismus bei den Pfauen entwickelt.