Anuschka Fenner und
Nicola Lammert

13.3 Unterrichtsmaterialien

Material 1: Das Fuchsexperiment

Es war ein außergewöhnliches Experiment, welches der russische Forscher Dmitry Belyeav 1959 in Sibirien (Russland) begann. Er wollte erforschen, wie aus Wildtieren Haustiere entstehen konnten. Für seinen Versuch wählte der Wissenschaftler besonders zahme Silberfüchse von Pelztierfarmen aus, d.h. solche Tiere, die in Verhaltenstests weder mit starker Angst noch Aggression reagierten. Für die Pelztierzüchter war dieses Experiment auch von Vorteil, da sie weniger wilde Silberfüchse für ihre Zucht haben wollten.

Belyaev begann seinen Züchtungsversuch mit 100 Weibchen und 30 Männchen. Aus den Nachkommen dieser Tiere suchte er wieder nur die zahmsten Silberfüchse aus. Hierzu führte er Verhaltenstests durch, bei denen die Jungtiere monatlich bis zu einem Alter von sieben Monaten bei immer dem gleichen Test beobachtet wurden. Diese wurden einmal alleine im Käfig und in einer Gruppe in einem Gehege durchgeführt. Mithilfe der Beobachtungen wurde dann das Verhalten der Jungtiere bewertet. Damit die Füchse sich nicht an den Menschen gewöhnten und durch Training zahm wurden, wurden die Tiere einzeln in Käfigen gehalten und hatten sehr wenig Kontakt mit Menschen.

Von den Jungtieren wurden nur 20 % der Weibchen und nur 5 % der Männchen ausgewählt – sie bildeten die nächste Generation für die weitere Zucht. Aus ihrem Nachwuchs wählte der Forscher erneut die zahmsten Tiere aus und verpaarte sie. Dieses Zuchtverfahren wurde immer wieder angewendet.

Auch nach dem Tod von Belyaev wurde das Experiment fortgeführt und dauert heute noch immer an. Die Ergebnisse dieses einzigartigen Versuchs sind beeindruckend.

Aufgabe 1

Fasse kurz zusammen, wie der russische Forscher vorgegangen ist, um zahme Füchse zu züchten. Gib an, welche Ergebnisse des Experimentes du erwartest.

Aufgabe 2

a Beobachte in zwei Kurzfilmen das Verhalten verschiedener Füchse während der Tests.

b Beschreibe die Durchführung der Verhaltenstests bei dem Fuchsexperiment anhand der Filmsequenzen. Formuliere hierzu einzelne Schritte beim Vorgehen des Experimentators und trage sie in Tabelle 13.3 ein.

c Beobachte das Verhalten der beiden Füchse. Notiere stichpunktartig deine Beobachtungen in Tabelle 13.3.

d Ordne die Tiere aufgrund deiner Beobachtungen einer der angegebenen Klasse zu (siehe Tab. 13.4).

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Tab. 13.3: Verhaltenstests bei einem zahmen und einem aggressiven Silberfuchs – Stichpunkte zu Durchführung und Verhalten der Füchse

Durchführung	Verhalten	
	Fuchs 1	Fuchs 2
1. Schritt		
2. Schritt		
3. Schritt		
4. Schritt		

Tab. 13.4: Reaktionen der Silberfüchse und ihre Einteilung in eine Verhaltensklasse

Klasse	Reaktion des Fuchses
aggressiv	Flucht vor Experimentator, Beißversuche
neutral	Tier lässt Berührung zu, aber keine freundliche Reaktion
zahm	freudige Reaktion bei Anwesenheit des Experimentators, Schwanzwedeln, Wimmern
superzahm	Tiere suchen Kontakt mit Mensch, Wimmern, Schnüffeln und Lecken

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Material 2: Zahme Füchse und weitere verblüffende Ergebnisse

Aufgabe 3

Zuerst gab es in dem Experiment nur Füchse, die als aggressiv, neutral oder zahm bezeichnet werden konnten. Nach sechs Generationen mussten die Forscher eine neue Klasse „superzahmer" Silberfüchse bilden. Es traten während des Experimentes noch weitere Veränderungen auf (Tab. 13.5, Aufzählung zu Merkmalen und Abb. 13.12).

a Betrachte die Ergebnisse des Fuchsexperimentes und fasse die Veränderungen zusammen.

b Entsprechen die Ergebnisse deinen Erwartungen? Vergleiche sie miteinander. Sind die Ergebnisse überraschend?

Tab. 13.5: Anzahl superzahmer Füchse zu verschiedenen Zeitpunkten des Experimentes

Jahr (Generation = Gen.)	Anzahl superzahmer Jungtiere	Anzahl Jungtiere insgesamt
1965 (6. Gen.)	4	213
1970 (10. Gen.)	66	370
1980 (20. Gen.)	503	1438
1990 (30. Gen.)	804	1641
2002 (42. Gen.)	642	902

Merkmale, die bei einigen Silberfüchsen im Laufe des Experimentes auftraten:

- weißer Stirnfleck
- weiß-schwarze Fellfärbung
- braun marmoriertes Fell
- Hängeohren
- Ringelschwanz
- verkürzte Rute
- verkürzte Beine
- breiterer Schädel
- Unterbiss

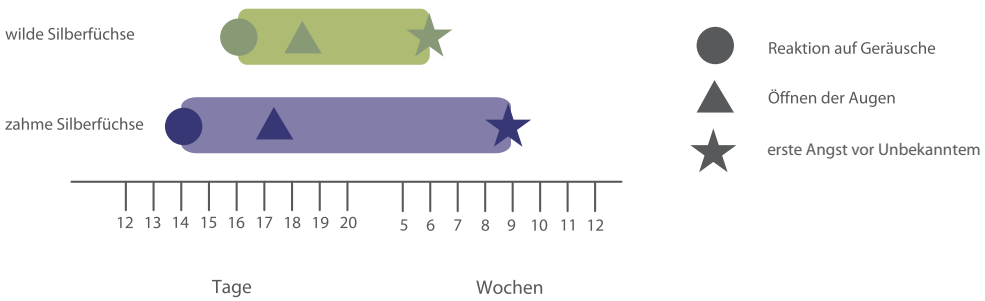


Abb. 13.12 Entwicklung und Reaktionen von wilden und zahmen Jungfüchsen kurz nach der Geburt (verändert nach Trut 1999, Trut 2001)

Aufgabe 4

Bei dem Experiment wurden die Silberfüchse einzeln in Käfigen gehalten und hatten nur sehr wenig Kontakt zu Menschen. Erkläre, warum diese Bedingungen für den Versuch wichtig sind.

Material 3: Video „Canine domestication"

Aufgabe 5

Im Internet kannst du dir alte Aufnahme zu dem Silberfuchs-Experiment anschauen. Hier werden auch einige der Veränderungen bei den Tieren erklärt.

a Rufe das Video „Canine domestication" auf: *http://www.youtube.com/watch?v=2t74B6S1kzc*
Für ein besseres Verständnis, hier die wichtigsten Übersetzungen aus dem Englischen.

(1:33 nach Beginn)

Sprecher. Um das Rätsel der Domestikation [Haustierwerdung] zu lösen, brauchte man ein außergewöhnliches Experiment an einem ungewöhnlichen Ort. Der Ort war mitten im Nirgendwo, in Sibirien, und der Experimentator war der Genetiker Dmitry Belyaev. Dortige Pelztierzüchter hatten Belyeav um Hilfe bei der Zucht von weniger wilden Tieren gebeten. Belyaev begann mit den zahmsten Füchsen, die er finden konnte. Von ihren Nachkommen und denen vieler Generationen danach suchte er nur die zahmsten zur weiteren Vermehrung aus. Er erwartete, dass jede neue Generation etwas weniger wild, dafür etwas zahmer sein würde. Aber in der zehnten Generation sah er Dinge, die er niemals erwartet hatte.

Raymond Coppinger. Plötzlich traten einige Füchse mit Hängeohren und hochgebogenen Ruten auf. Es gab Tiere, die bellten, was nicht charakteristisch für Füchse ist. Es trat auch eine andere Fellfärbung auf. All diese kleinen Merkmale gibt es beim Wildtyp nicht. Die Frage, ob nach ihnen selektiert [ausgewählt] wurde, stellt sich nicht, da sie nicht zur Auswahl standen, es gibt diese Variation im wilden Silberfuchs nicht.

Sprecher. Was hat Zahmheit mit den Ohren, dem Bellen und der Fellfarbe zu tun? Belyaev und seine Kollegen suchten sofort nach einer Erklärung. Sie untersuchten den Adrenalinspiegel der Füchse. Dieses Hormon kontrolliert die *Fight-or-flight*-Reaktion [Kampf-oder-Flucht-Reaktion]. Sie fanden einen wesentlich geringeren Adrenalingehalt. Dies erklärt die Zahmheit – sie sind aufgrund des geringeren Adrenalinspiegels weniger ängstlich. Es bleibt aber die Frage, woher die veränderte Fellfarbe kommt.

Raymond Coppinger. Der Syntheseweg von Adrenalin hängt auch mit Melanin [Farbpigmente] zusammen und somit auch mit der Fellfarbe des Tieres. Es gibt infolgedessen einen Zusammenhang zwischen Fellfarbe und Adrenalin.

Sprecher. Plötzlich ergab alles einen Sinn. Als Belyaev die Füchse auf Zahmheit züchtete, änderte sich damit im Laufe der Generationen auch der Hormongehalt. Diese Hormone sind für die Veränderungen verantwortlich und lösen die überraschende genetische Variation aus.

James Serpell. Alleine die Züchtung auf Zahmheit destabilisierte die genetische Struktur der Tiere so, dass alles, was normalerweise in einer Population an Wildtieren nicht auftaucht, plötzlich erscheint. (bis 4:11, Filmlänge insgesamt 4:31)

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht.
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

Material 4: Veränderungen während der Haustierwerdung

Aufgabe 6

Schaue dir das Video „Canine domestication“ noch einmal genau an (siehe oben). Suche nun die körperlichen Veränderungen beim Silberfuchs heraus, die während des Experimentes auftraten.

Aufgabe 7

Gibt es andere Haustiere, die ähnliche Veränderungen aufweisen wie die zahmen Silberfüchse? Begib dich auf die Suche nach Informationen, um diese Frage zu klären.

Material 5: Vom Wolf zum Wuff – die Domestikation des Wolfes

Der Hund ist der beste Freund des Menschen und sein ältester Begleiter. Bereits in der Steinzeit vor etwa 15000 Jahren begann die Haustierwerdung des Hundes. Als Urahn aller Hunde wird heute der Wolf angesehen. Aus ihm haben sich alle heutigen Hunderassen (über 300) entwickelt, auch wenn sie noch so unterschiedlich aussehen. Sicher hast du schon einmal eine Dogge oder einen Chihuahua gesehen. Trotz ihres abweichenden Aussehens sind auch sie Verwandte des Wolfes.

Forscher beschäftigen sich schon lange mit der Frage, wie einst aus wilden Wölfen zahme Hunde werden konnten. Bekannt ist, dass ab einem gewissen Zeitpunkt solche zahmen Hunde in Gesellschaft mit den steinzeitlichen Menschen lebten und diese beispielsweise bei der Jagd unterstützten.

Aufgabe 8

Beschreibe unter Berücksichtigung deiner Erkenntnisse aus dem Fuchsexperiment, wie die Haustierwerdung des Hundes abgelaufen sein könnte.

Aufgabe 9

a Lies dir die Vermutungen, die zwei Forscher zur Haustierwerdung des Hundes haben, durch.

b Worin unterscheiden sich die beiden Vermutungen der Forscher im Hinblick auf die Zähmung der wilden Wölfe?

c Vergleiche nun deine Vorstellungen mit den Vermutungen der beiden Forscher. Wo gibt es Übereinstimmungen, wo Abweichungen?

Vermutung 1: Der bekannte Hundeexperte Raymond Coppinger ist der Meinung, dass sich wilde Wölfe zunächst vom Müll erster menschlicher Siedlungen ernährt haben. Die Wölfe, die weniger Scheu vor Menschen zeigten, konnten diese Nahrungsquelle besser nutzen, da sie nicht so schnell flüchteten wie die besonders scheuen Tiere. Dadurch waren die zahmeren Wölfe besser mit Nahrung versorgt und konnten mehr Nachwuchs bekommen. Dieser war wiederum etwas zutraulicher, sodass die an den Müllkippen fressenden Wölfe mit der Zeit immer zahmer wurden. Neben ihrem Verhalten veränderte sich auch ihr Erscheinungsbild und sie wurden nach und nach zu den ersten Hunden. Diese zahmen Hunde wurden dann von Menschen aufgenommen und zum Beispiel für die Jagd ausgebildet.

Vermutung 2: Der Wolfsexperte Erik Zimen war stattdessen der Meinung, dass die damaligen Steinzeitmenschen wilde Wolfswelpen mit in ihre Lager nahmen und diese bei sich aufzogen, zähmten und ihnen beibrachten, bei der Jagd zu helfen. Von den gezähmten Wölfen wurden dann die für die Fortpflanzung ausgewählt, die das zahmste Verhalten zeigten, sodass nach und nach aus den wilden Wölfen zahme Hunde wurden.

Aufgabe 10

Der Wolfsexperte Erik Zimen geht davon aus, dass Steinzeitmenschen wilde Wolfswelpen aufgezogen und gezähmt haben. Stell dir vor, die von den Steinzeitmenschen gezähmten Wölfe würden sich fortpflanzen und Nachwuchs bekommen. Wären diese Jungtiere dann automatisch auch zahm? Was glaubst du?

Begründe deine Aussage unter Zuhilfenahme deiner Erkenntnisse aus dem Fuchsexperiment.

Aufgabe 11

Wie du bereits erfahren hast, ist der Wolf der Urahn aller Hunderassen, die wir heute kennen. Sein Aussehen unterscheidet sich jedoch stark von dem eines Hundes. Schau dir die unten abgebildeten Fotos von Wolf und Hund genau an (Abb. 13.13) und markiere die Unterschiede, die du zwischen den beiden finden kannst.

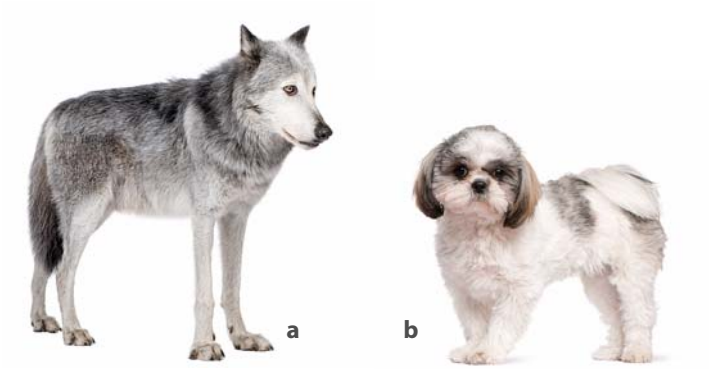


Abb. 13.13 Vergleich von Wolf und Hund. a) Mackenzie-Wolf (*Canis lupus occidentalis*). b) Shih Tzu. (a und b LifeOnWhite/ClipDealer)

Aufgabe 12

Beschreibe aufgrund deiner Erkenntnisse aus dem Fuchsexperiment, wodurch sich erste Veränderungen im Erscheinungsbild des Hundes ergeben haben könnten.

Dreesmann D, Graf D, Witte K (2011) Evolutionsbiologie – Moderne Themen für den Unterricht. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg