

Die Vögel von Avisvaria

Ziel:

Als Vogel lebst du zusammen mit vielen anderen Vögeln auf der Insel Avisvaria. Die Vögel der Insel unterscheiden sich durch die Schnabelform und die Farbe des Gefieders. Beutegreifer und starke Unwetter, die die Insel heimsuchen, stellen eine Gefahr für die Vögel dar. Du musst viel Nahrung sammeln, damit die Fortpflanzung deiner Vogelpopulation gesichert ist. Sieger ist, wer den größten Fortpflanzungserfolg verzeichnen kann.

Spielregeln:

- ▶ Zu Beginn des Spiels bestimmt ihr einen Spielleiter. Er hat die Aufgabe, den Spielverlauf zu kontrollieren und den Fortpflanzungserfolg der verschiedenen Vogelvarianten zu berechnen.
- ▶ Jeder Spieler zieht nun eine **Eigenschaftskarte**. Diese Karte zeigt dir, welche Form der Schnabel deines Vogels hat bzw. welches Werkzeug du zum Nahrungssammeln benutzen darfst.
- ▶ Nun hast du 10 Sekunden Zeit, um mit dem Werkzeug möglichst viele Nahrungsschips einzeln zu sammeln und einzeln in eine Filmdose zu legen.
- ▶ Haben alle Spieler nacheinander Nahrungsschips gesammelt, berechnet eurer Spielleiter die Fortpflanzungserfolge (**Tabelle**). Die Vogelpopulation jedes Mitspielers besteht zu Beginn des Spiels aus 10 Vögeln. Je mehr Nahrungsschips gesammelt wurden, desto größer ist der Fortpflanzungserfolg, denn desto mehr Nachkommen können versorgt werden. Da jedoch Nahrung und Platz auf der Insel Avisvaria beschränkt sind, können nicht mehr als insgesamt 100 Vögel auf ihr leben.
- ▶ Die nächste Spielrunde beginnt.
- ▶ Wenn du länger als eine Spielrunde nur noch einen Vogel hast, gilt dein Vogeltyp als ausgestorben.

Spielvarianten:

Selektion mehrerer Merkmale

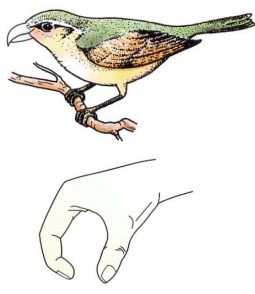
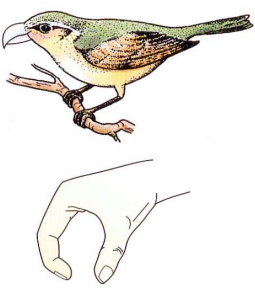
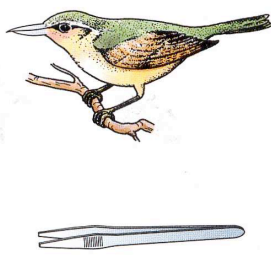
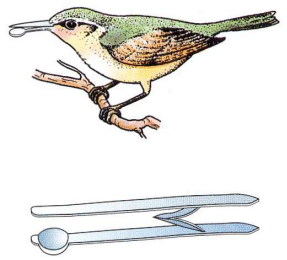
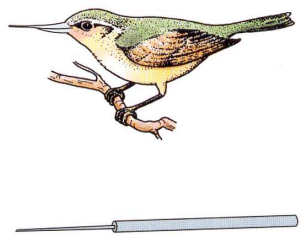
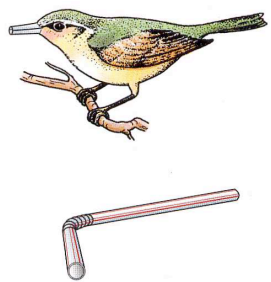
- ▶ Neben der Eigenschaftskarte ziehst du eine **Farbkarte**. Diese Karte zeigt dir die Farbe des Gefieders deines Vogels.
- ▶ Eine Runde wird gespielt.
- ▶ Euer Spielleiter berechnet die Fortpflanzungserfolge.
- ▶ Nun zieht er eine Untergrundfarbkarte. Die Karte zeigt die Farbe des Lebensraums. Bist du gut an den Lebensraum angepasst – z. B. Gefiederfarbe: grün, Untergrundfarbe: grün –, wirst du von den Beutegreifern nicht entdeckt. Bist du jedoch schlecht angepasst – z. B. Gefiederfarbe: grün, Untergrundfarbe: braun –, werden viele Individuen deiner Population erbeutet.
- ▶ Die nächste Spielrunde beginnt.
- ▶ Vor der Berechnung des Fortpflanzungserfolgs zieht nun der Spielleiter entsprechend der angegebenen Prozentzahlen auf der Untergrundfarbkarte einen Teil der Vögel bei jedem Mitspieler ab.

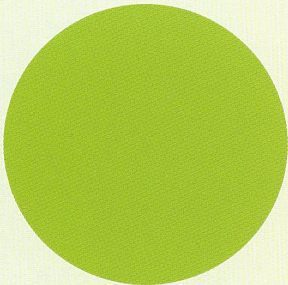
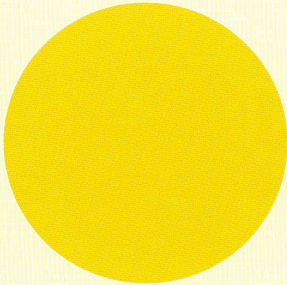
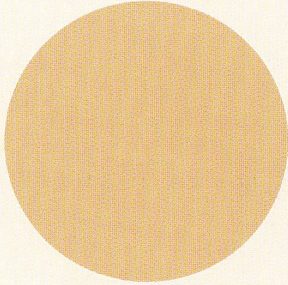
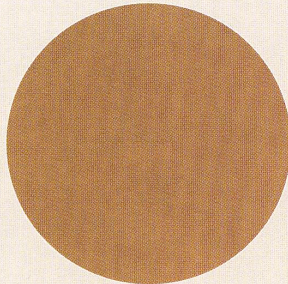
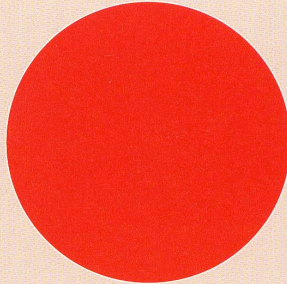
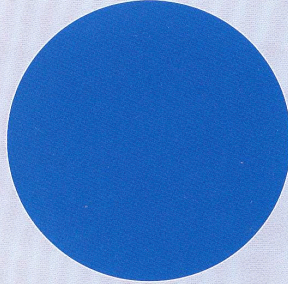
Einfluss des Zufalls

- ▶ Nach jeder Spielrunde tritt eine kleine Katastrophe ein, die deinen Fortpflanzungserfolg beeinflussen kann. Welcher Spieler von der Katastrophe betroffen ist, wird vom Spielleiter ausgewürfelt (**Schicksalskarte**).
- ▶ Anschließend wird bestimmt, welche Katastrophe eintritt. Dazu würfelt der Spielleiter mit zwei Würfeln. Die Augenzahlen legen die Art der Katastrophe fest (**Schicksalskarte**).
- ▶ Vor der Berechnung des Fortpflanzungserfolgs zieht der Spielleiter entsprechend den Prozentzahlen auf der Schicksalskarte einen Teil der Vögel bei dem betroffenen Mitspieler ab (siehe oben).

Allopatrische Artbildung

- ▶ Nach einem Sturm ist ein Teil deiner Vogelpopulation auf einer entfernten Insel gelandet. Dort herrschen fast die gleichen Bedingungen wie auf der Insel Avisvaria, nur das Nahrungsangebot ist anders. Du musst versuchen, mit dem Schnabel andere Nahrungsformen aufzusammeln.
- ▶ Euer Spielleiter berechnet die Fortpflanzungserfolge.

<p>Eigenschaftskarte Spieler 1</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe des Daumens und des Zeigefingers einer Hand in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>	<p>Eigenschaftskarte Spieler 2</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe des Daumens und des Zeigefingers einer Hand (mit Handschuh) in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>	<p>Eigenschaftskarte Spieler 3</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe der Pinzette in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>
<p>Eigenschaftskarte Spieler 4</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe der chinesischen Stäbchen in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>	<p>Eigenschaftskarte Spieler 5</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe der Präpariernadel in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>	<p>Eigenschaftskarte Spieler 6</p>  <p>Beachte: Die Nahrungschips dürfen nur mit Hilfe des Strohhalmes in ein Fotodöschen gesammelt werden</p>
<p>Untergrundfarbe GRÜN</p> <p>Grün: – 10 % Hellbraun: – 25 % Braun: – 30 % Gelb: – 40 % Blau: – 60% Rot: – 80 %</p>	<p>Untergrundfarbe GELB</p> <p>Gelb: – 10 % Hellbraun: – 25 % Braun: – 30 % Grün: – 40 % Rot: – 60% Blau: – 80 %</p>	<p>Untergrundfarbe HELLBRAUN</p> <p>Hellbraun: – 10 % Braun: – 25 % Gelb: – 30 % Rot: – 40 % Grün: – 60% Blau: – 80 %</p>







Untergrundfarbe BRAUN	Untergrundfarbe ROT	Untergrundfarbe BLAU
Braun: – 10 % Hellbraun: – 25 % Rot: – 30 % Gelb: – 40 % Grün: – 60 % Blau: – 80 %	Rot: – 10 % Braun: – 25 % Hellbraun: – 30 % Grün: – 40 % Blau: – 60 % Gelb: – 80 %	Blau: – 10 % Grün: – 25 % Rot: – 30 % Hellbraun: – 40 % Braun: – 60 % Gelb: – 80 %
FARBKARTE Gefiederfarbe GRÜN 	FARBKARTE Gefiederfarbe GELB 	FARBKARTE Gefiederfarbe HELLBRAUN 
FARBKARTE Gefiederfarbe BRAUN 	FARBKARTE Gefiederfarbe ROT 	FARBKARTE Gefiederfarbe BLAU 

Spieler	1	2	3	4	5	
gesammelte Chips						
Anzahl Tiere (zu Beginn 10 Tiere)						
(Chips x Tiere) erbeutete Chips						Gesamtsumme erbeuteter Chips
Fortpflanzungserfolg (nach Formel)						

$$\text{Fortpflanzungserfolg} = \frac{\text{selbst erbeutete Chips}}{\text{Gesamtsumme erbeuteter Chips}}$$

Schicksalskarte

Jedem Spieler wird eine Augenzahl zugewiesen:

- | | |
|---|---|
|  Spieler ohne alles |  Spieler mit chinesischen Stäbchen |
|  Spieler mit Handschuh |  Spieler mit Präpariernadel |
|  Spieler mit Pinzette |  Spieler mit Strohalm |

Bei der jeweiligen Augenzahl wird der betroffene Spieler von folgendem Schicksal ereilt:

- 2** Bei einem Unwetter kommen 90 % der Tiere um.
- 3** Beim Nahrungssammeln nahe der Küste werden 80 % der Tiere von einer Flutwelle erfasst.
- 4** Bei starkem Hagel werden 75 % der Vögel erschlagen.
- 5** Eine schwere Seuche rafft 75 % der Teilpopulation dahin.
- 6** 65 % der Tiere werden von Räubern erbeutet.
- 7** Bei einem lokalen Brand kommen 75 % der Tiere ums Leben.
- 8** 75 % der Tiere kommen bei einem Erdbeben ums Leben.
- 9** 80 % der Vögel werden von einem Wirbelsturm erfasst.
- 10** Durch starke Winde werden 80 % der Vögel aufs Meer verweht und ertrinken.
- 11** Durch einen Taifun werden 80 % der Tiere getötet.
- 12** Bei einem Vulkanausbruch werden 90 % der Tiere getötet.

Die Vögel von Avisvaria

STEFAN GRABE

«Nothing in biology makes sense except in the light of evolution» – so der Evolutionsbiologe Theodosius Dobzhansky. Auch die Inhalte des Biologieunterrichts sollten im «Licht der Evolution» gesehen werden. In der Schulrealität spielt die Evolution jedoch oft nur eine Nebenrolle (Kattmann 1995b). In der Sek. I wird z. B. an bayerischen Gymnasien der Evolutionsgedanke nur im 9. Jahrgang thematisiert. Belege aus Embryologie, Morphologie und Paläontologie sollen Evolution einsehbar machen. Aus den Ähnlichkeiten der Lebewesen wird Abstammung gefolgert. Das Ergebnis sind – in Anlehnung an Lamarck – «evolutionäre Stufenleiter», wobei die Anordnung der einzelnen Typen eine «Höherentwicklung» suggeriert (Kattmann 1995a).

Statt dieses typologischen Denkens sollte in der Schule ein Denken in Populationen gefördert werden. Voraussetzung ist die Einführung der Selektionstheorie von Charles Darwin. Einen spielerischen Zugang dazu bieten «Die Vögel von Avisvaria». Populationsdynamische Prozesse werden selbst erfahren. Selbstständige Denkschritte während des Spiels helfen den SchülerInnen, den Sachverhalt zu abstrahieren und mit eigenen Erfahrungen zu verknüpfen. Das handelnde Spielen motiviert zusätzlich (Eschenhagen 1976).

Die Vögel von Avisvaria

Auf der Insel Avisvaria leben verschiedene Vögel, die sich durch die Form ihrer Schnäbel und die Art der Nahrungsbeschaffung unterscheiden. Wichtig ist, dass alle Vogelvarianten zu einer biologischen Art gehören und eine Population, also eine Fortpflanzungsgemeinschaft, bilden. Die verschiedenen Vogelvarianten sind durch genetische Mutation und Rekombination entstanden. Zur Vereinfachung wird vereinbart, dass sich die Varianten bevorzugt untereinander paaren.

Das Spiel liefert eine Antwort auf die zentrale Frage: «Sind Arten veränderbar?»

Vorbereitung des Spiels

Alle Spielmaterialien, die pro Gruppe benötigt werden, sind im **Kasten** aufgelistet. Vor Spielbeginn werden 6-er Gruppen eingeteilt; jeweils ein Spieler wird zum Spielleiter ernannt. Die Gruppengröße hat sich als vorteilhaft herausgestellt, um alle Lerner aktiv mit einzubeziehen und einen möglichst guten Überblick zu behalten.

Jede Gruppe erhält Nahrungschips und Werkzeuge, welche die verschiedenen Schnabelformen symbolisieren. Die Zuweisung eines Werkzeugs bzw. einer Schnabelform erfolgt über das Ziehen einer Eigenschaftskarte. Pro Gruppe stehen sechs

Eigenschaftskarten zur Verfügung. Die überzählige Karte wird vom Spielleiter einbehalten.

Grundversion: Natürliche Selektion

Jeder Spieler repräsentiert eine Vogelvariante, die auf der Insel Avisvaria lebt und Nahrung sammelt. Als Startpopulation stehen jedem Spieler zehn Vögel zur Verfügung. Jeder Lerner hat die Aufgabe, in einer bestimmten Zeit soviel Nahrungschips wie möglich zu sammeln. Als Sammelzeit haben sich 10 Sekunden bewährt.

Die gesammelten Nahrungschips werden in Fortpflanzungserfolg umgerechnet:

$$\text{Fortpflanzungserfolg} = \frac{\text{selbst erbeutete Chips}}{\text{Gesamtsumme erbeuteter Chips}}$$

Je mehr Nahrungschips ein Spieler sammelt, desto größer ist der Fortpflanzungserfolg und desto mehr Nachkommen können versorgt werden. Da jedoch die Nahrung und das Platzangebot auf der Insel beschränkt sind, können insgesamt nicht mehr als 100 Tiere auf ihr leben.

Diese Regel spiegelt die Aussagen des «Bevölkerungsgesetzes» von Thomas Robert Malthus wider, die schon Darwin in seine Überlegungen einbezog. Nach Malthus hat eine Population die Tendenz, sich

Materialien pro Gruppe

- 60 Nahrungschips (Pappscheiben)
- 60 Nahrungschips (Beilagscheiben)
- 2 Würfel
- 1 Pinzette
- 1 Strohhalme
- 1 Arbeitshandschuh
- 1 Präpariernadel
- chinesische Stäbchen (Kunststoff) der Firma Fackelmann mit einem Magneten
- 6 Eigenschaftskarten
- 6 Farbkarten
- 6 Untergrundfarbkarten
- 5 Filmdöschen
- 1 Schicksalskarte

Alle Materialien sind leicht herzustellen oder zu besorgen. Die Materialkosten betragen insgesamt nicht mehr als 5,- €.

- Eigenschafts-, Farb- und Untergrundfarbkarten sowie die Schicksalskarte sind im **Beihefter** abgedruckt.
- Strohhalme, Präpariernadel, Arbeitshandschuh, Pinzette und Würfel sind leicht zu besorgen oder meist schon an der Schule vorhanden.
- Die chinesischen Essstäbchen der Firma Fackelmann werden bei Lebensmittelgroßhändlern angeboten. Sie haben den Vorteil gegenüber herkömmlichen Essstäbchen, dass sie miteinander verbunden sind und daher keine Übung im Umgang mit ihnen nötig ist. Seitlich nahe der Spitze wird mit einem Sekundenkleber ein runder, kleiner Magnet befestigt.
- Die Nahrungschips aus Pappe werden mit einem Lochreißer (Durchmesser 12 mm) aus einer einseitig bunten Pappe gestanzt. Pro Gruppe genügen etwa 60 Stück. Die Beilagscheiben (Durchmesser 12 mm) sind günstig in jedem Baumarkt zu beziehen.

rascher zu vermehren, als die Produktion von Nahrungsmitteln gesteigert werden kann. Daraus folgt wiederum die Tendenz zu einem ständigen Druck gegen die Grenzen des Nahrungsspielraums. Tod, Krankheiten und Verhungern verhindern, dass diese Grenze überschritten wird.

Nach einer Runde errechnet der Spielleiter den Fortpflanzungserfolg jeder Vogelvariante. Um die Berechnung zu vereinfachen, stehen ihm Tabellen (**Beihefter**) zur Verfügung. Die gesammelten Nahrungschips werden mit der Individuenzahl multipliziert, weil jedes Individuum einer Vogelvariante zum Nahrungserwerb beiträgt.

Nun folgt die nächste Sammelrunde mit genau den gleichen Vorgaben wie bei Runde 1. Als Ergebnis nimmt diejenige Variante, welche die meisten Nahrungschips sammeln kann, prozentual zu. Während die Anzahl dieser Vogelvariante steigt, geht die Individuenzahl der anderen Varianten zurück. Wenn ein Spieler länger als eine Runde nur noch über ein Tier verfügt, gilt diese Variante als ausgestorben.

Ziel des Spiels ist die Erkenntnis, dass sich auf lange Sicht eine Variante auf der Insel durchsetzt, da sie an die Umweltbedingungen besser angepasst ist. Sie weist daher einen größeren Fortpflanzungserfolg, eine größere Fitness, auf. Die anderen Varianten werden mit der Zeit aussterben – das Prinzip der natürlichen Selektion.

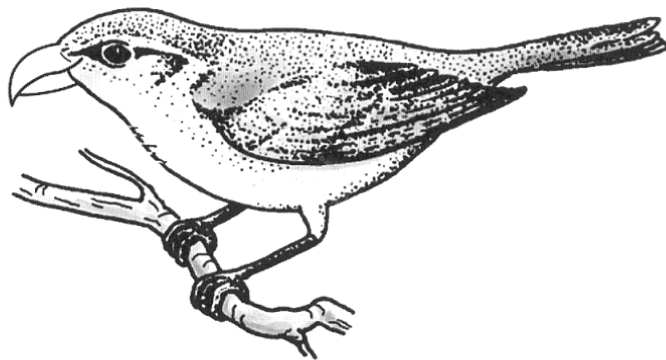
Spielvarianten

Aufbauend auf diesen Grundversuch zur natürlichen Selektion können verschiedene Varianten gespielt werden.

Selektion mehrerer Merkmale

Zu Beginn des Spiels zieht jeder Spieler zusätzlich zu der Eigenschaftskarte eine Farbkarte. Diese Karte weist jedem Vogeltyp eine Gefiederfarbe zu. Danach werden eine Runde Nahrungschips gesammelt und vom Spielleiter wird der Fortpflanzungserfolg errechnet.

In der zweiten Spielrunde kommt ein Räuber mit ins Spiel. Er erbeutet einen gewissen Prozentsatz der Nahrung sammelnden Tiere in Abhängigkeit von deren Gefiederfarbe. Nun zieht der Spielleiter eine Untergrundfarbkarte. Auf dieser ist angegeben, wie viele Tiere einer Variante vom Räuber erbeutet werden. Ist die Variante dem Untergrund gut angepasst, werden verhältnismäßig wenig Tiere erbeutet, bei schlechter Anpassung verhältnismäßig viele. Entsprechend muss der Spielleiter vor der Berechnung des Fortpflanzungserfolgs einen Teil der Tiere jedem einzelnen Spieler abziehen. Die Prozentzahlen sind auf der Untergrundfarbkarte angegeben.



Als Ergebnis wird sich wie bisher eine bestimmte Variante durchsetzen. Es kann jedoch nicht vorausgesagt werden, welche dies sein wird. Denn selbst die Variante, welche die meisten Nahrungschips sammelt, kann sich nicht durchsetzen, wenn fast alle Vögel aufgrund einer schlechten Tarnfärbung von Räubern erbeutet werden.

Ziel dieser Spielvariante ist die Einsicht, dass die Selektion nicht nur von mehreren Merkmalen, sondern auch vom Zufall abhängt. Die Rolle des Zufalls wurde hier durch das Ziehen der Farbkarten für Gefieder und Untergrund ausgedrückt.

Einfluss des Zufalls

Dass in der Evolution der Lebewesen der Zufall eine entscheidende Rolle spielt, wird z. B. von Gould (1989) explizit betont. Populationen wurden im Verlauf der Erdgeschichte oft von Katastrophen getroffen, wobei es vom Zufall abhing, wer überlebte.

In der folgenden Spielvariation kommt es nach jeder Spielrunde zu einer kleinen «Katastrophe». Per Würfel ermittelt der Spielleiter, welcher Spieler bzw. Vogeltyp von der Katastrophe getroffen wird. Anschließend wird mit zwei sechsseitigen Würfeln bestimmt, welche «Katastrophe» eintritt. Vor der Berechnung des Fortpflanzungserfolgs muss der Spielleiter einen gewissen Prozentsatz der Tiere bei dem betroffenen Spieler wieder abziehen. Die Prozentsätze sind auf der «Schicksalskarte» vorgegeben.

Im Ergebnis stellen die Spieler fest, dass eine an die Umweltbedingungen sehr gut angepasste Teilpopulation durch Zufall ausgelöscht werden kann.

Adaptive Radiation – allopatrische Artbildung

Als Voraussetzung für diese Spielvariante gilt, dass ein Teil der Population z. B. durch einen Sturm auf eine andere Insel gelangt. Dieser Teil ist also von der Stammpopulation isoliert. Auf der anderen Insel herrschen natürlich völlig andere ökologische Bedingungen. Dort gibt es z. B. ein anderes Nah-

rungsangebot. Die einzelnen Spieler müssen nun Nahrungschips aus einem anderen Material sammeln.

Als Ergebnis ist zu erwarten, dass sich unter den anderen ökologischen Bedingungen nun eine ganz andere Variante durchsetzt. Bei Aufrechterhaltung der Fortpflanzungsbarriere (Isolation) kann eine neue Art entstehen.

Literatur

- Eschenhagen, D.: Das Thema Evolution im Unterricht In: UB 3, 1976, S. 2–12
Gould, S. J.: Zufall Mensch. Das Wunder des Lebens als Spiel der Natur. Deutscher Taschenbuchverlag, München 1989
Kattmann, U.: Dynamik der Evolution. In UB Sammelband Evolution, 1995a
Kattmann, U. Konzeptionen für einen naturgeschichtlichen Biologieunterricht: Wie Evolution Sinn macht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 1, 1995b.

Autor

Stefan Grabe, geb. 1975, Gymnasiallehrer für Biologie und Chemie.

Anzeige

Schlüter-Biologie

Unterrichtshilfen zum Thema
Evolution

Zwei Evolutionsspiele

- Natürliche Auslese
- Die Gendrift

Stammbusch des Tierreiches und

Evolution einer Foraminiferengruppe
(Kit: Transparente u. Arbeitsmittel)

Bitte Katalog 50/00 anfordern.



A. Schlüter
Postfach 126
Telefon 0 71 95/22 05
Fax 0 71 95/88 38
71349 Winnenden
www.schluter-biologie.de