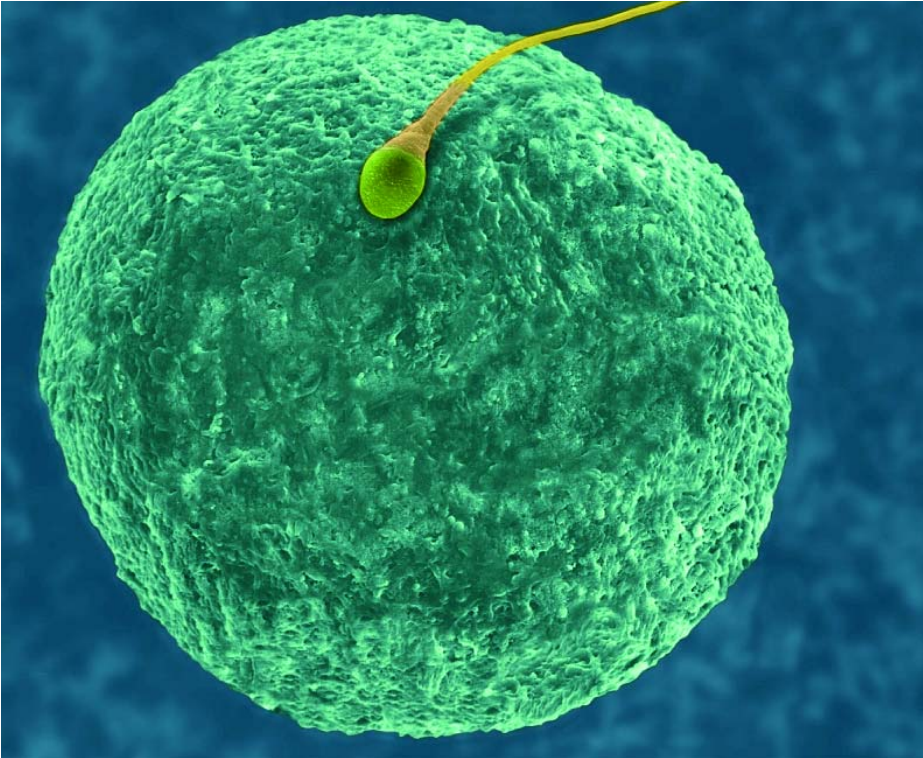


FWU - Schule und Unterricht



46 02380

Didaktische DVD



Forschung macht Schule

Sex - ein Rätsel der Evolution



**FWU -
das Medieninstitut
der Länder**



Lernziele

Die Schüler sollen:

- einen Überblick über die einzelnen Schritte eines Forschungsprojektes haben;
- verstehen, welches die Vorteile sexueller Fortpflanzung gegenüber asexueller Fortpflanzung sind;
- eine Idee davon haben, welchen Kriterien ein naturwissenschaftliches Experiment genügen muss;
- einen Überblick über evolutionsökologische Mechanismen haben;
- ein Konzept von der Komplexität immunbiologischer Vorgänge haben;
- Wissen aus verschiedenen Sachgebieten am konkreten Thema verknüpfen;
- verstehen, dass Erkenntnisfortschritt nicht zu absoluten Wahrheiten führt.

Vorkenntnisse

Die Schüler sollten:

- mit genetischen Grundlagen wie dem Aufbau der DNA und der Umsetzung der Information in Proteine vertraut sein;
- die Vorgänge bei der Mitose und der Meiose kennen;
- ein Konzept vom Wechselspiel zwischen Lebewesen und seiner Umwelt haben;
- der Funktionsweise des Immunsystems begegnet sein.

Zum Inhalt

Die Didaktische DVD enthält drei Schwerpunkte: Den eigentlichen Film, die Möglichkeit, den Denkweg der Forscher nachzuvollziehen und schließlich umfangreiche Kapitel mit allen notwendigen Hintergrundinformationen. Natürlich finden sich im ROM-Teil jeweils maßgeschneiderte didaktische Vorschläge und das dazu gehörige Arbeitsmaterial.



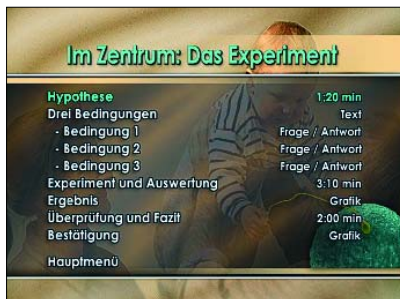
Der Film „Sex - ein Rätsel der Evolution“ stellt ein Forschungsprojekt am Max-Planck-Institut für Limnologie in Plön vor. Die Forscher wollen herausfinden, warum sich sexuelle Fortpflanzung in der Evolution durchsetzen konnte. Denn gegenüber der asexuellen Fortpflanzung hat sie einen entscheidenden Nachteil: pro Generation bringt ein sich sexuell fortpflanzender Organismus nur halb so viele Nachkommen hervor, als wenn er sich asexuell fortpflanzen würde. Die durch sexuelle Fortpflanzung erzeugten Nachkommen müssten also doppelt so gut sein, um diesen Effizienznachteil (halb so viele Nachkommen) aufzuwiegen.



Ein Vorteil der sexuellen Fortpflanzung könnte darin liegen, dass Gene neu kombiniert werden. Dadurch könnte die Anpassungsfähigkeit der Nachkommen an eine sich rasch ändernde Umwelt, beispielsweise an sich genetisch schnell verändernde Krankheitserre-

ger, erhöht werden. Von besonderem Interesse für die Forscher sind deshalb die Gene des MHC (Haupthistokompatibilitätskomplex, engl. *Major Histocompatibility Complex*). Sie tragen die Bauanleitung für besondere Bausteine des Immunsystems, die MHC-Proteine. Und diese spielen bei der Erkennung von Krankheitserregern im Körper von Wirbeltieren eine wichtige Rolle: Je mehr verschiedene MHC-Moleküle ein Tier besitzt, umso mehr verschiedene Krankheitserreger kann sein Immunsystem erkennen und bekämpfen. An Stichlingen untersuchen die Forscher, ob ein Weibchen sich seinen Paarungspartner tatsächlich nach dessen MHC-Ausstattung aussucht, und ob dies wirklich zu widerstandsfähigeren Nachkommen führt.

Das Menü „*Am Anfang: Eine Frage*“ enthält den ersten Teil des Filmes, in dem die Entstehung der eigentlichen Fragestellung aufgezeigt und das Projekt vorgestellt wird. Die Frage leitet über zum eigentlichen Blick in die Forschung:



Das Menü „*Im Zentrum: Das Experiment*“ besteht aus Filmsequenzen und dazu gehörigen Fragen, die die Schüler Schritt für Schritt auf dem Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung hin zum Ergebnis führen. Die Filmsequenzen stammen aus dem Hauptfilm.

Unter dem Menüpunkt „*Zum Auswerten: Ein Original-Versuch*“ findet sich ein echtes

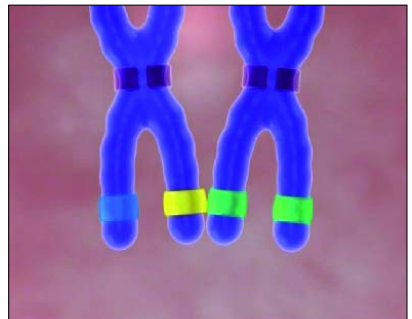
Experiment aus dem Labor. Es handelt sich um die Dokumentation eines Versuchs, die von den Forschern zur Verfügung gestellt wurde. Im Begleitmaterial sind hierzu Versuchsanleitung und Arbeitsmaterial abgelegt.

Umfangreiche Hintergrundinformationen liefert der Menüpunkt „*Im Hintergrund: Das Wissen*“:

Das Untermenü „*Fortpflanzungsbiologie*“ enthält zunächst eine Bilderserie zur Mitose, in der die einzelnen Phasen als Grafik zu sehen sind. Organismen, die sich asexuell, also durch einfache mitotische Teilungen fortpflanzen, finden sich in einer weiteren Bilderserie. Auch die Vorgänge bei Meiose und Befruchtung können mit Grafiken rekapituliert werden. Beispiele für sexuelle Fortpflanzung bei Tieren und Pflanzen finden sich dann ebenfalls als Bilderserie.

Zwei Animationen zeigen jeweils den quantitativen Fortpflanzungserfolg bei asexueller und bei sexueller Fortpflanzung. Eine dritte Animation vergleicht die beiden Strategien. Dieser Vergleich führt zur zentralen Frage, warum sich sexuelle Fortpflanzung gegen asexuelle überhaupt durchsetzen konnte.

Im Untermenü „*Evolutionsökologie*“ findet sich der Kurzfilm „*Evolution in Zeitraffer*“. Am Beispiel des Bodensees und der in ihm lebenden Wasserflohpopulationen beschreibt



der Film, wie Umweltstress Mikroevolution beschleunigt. Dabei werden zahlreiche Grundbegriffe der Evolutionsbiologie aufgegriffen und erklärt (Population, Genotyp, Fitness, Mutation, Selektion, Mikroevolution s.u.).

Der Begriff Selektion wird noch einmal auf einer Texttafel definiert. Zwei Bilderserien führen Beispiele auf für abiotische und biotische Faktoren, denen ein Organismus in seinem Biotop ausgesetzt ist. Die Begriffe Fitness, Mikro- und Makroevolution werden mithilfe von Grafiken erläutert.

Die „Parasitologie“ wird in einem Untermenü gesondert behandelt: Es enthält eine Texttafel mit der Definition von Parasitismus und zeigt anhand einer Grafik beispielhaft den Lebenszyklus eines Saugwurmes in Fischen. Wen die Stichlinge im See darüber hinaus

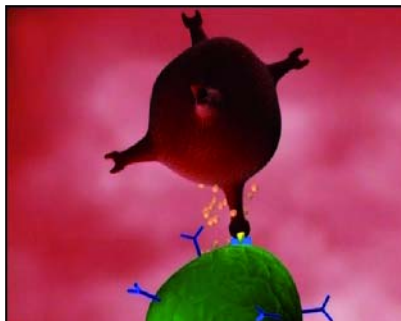


alles ertragen müssen, zeigt eine Bilderserie. Diese Parasitenvielfalt ist eine treibende Kraft für die immungenetische Vielfalt (MHC-Polymorphismus) - zwei Grafiken veranschaulichen diesen Zusammenhang - und damit Teil der Antwort auf die Frage, warum sexuelle Fortpflanzung von Vorteil ist.

Im Untermenü „Immunbiologie“ wird die Rolle des MHC bei der Immunabwehr zunächst mit einem animierten Film erläutert. Grundbausteine des menschlichen Immunsystems



werden als einzelne Bilder vorgestellt (Makrophage, T-Zellen, B-Zellen, Plasmazellen, Antikörper, MHC-Protein). Zwei Grafiken machen deutlich, dass MHC ein Protein, also ein räumliches Molekül ist und wie Erkennen auf dieser Ebene funktioniert. Die Entstehung der MHC-Vielfalt, wird in einer weiteren Filmsequenz erklärt.



Im Untermenü „Verhaltensbiologie“ werden mit entsprechenden Bildpaaren die Unterschiede in der männlichen und in der weiblichen Fortpflanzungsstrategie aufgezeigt, und am Beispiel des Stichlings das daraus resultierende „männliche“ und „weibliche“ Verhalten. Den Abschluss dieses Menüs bildet der FWU-Klassiker von Heinz Sielmann „Schlüsselreize beim Stichling“, der in unveränderter Form abgerufen werden kann.



Im ROM-Teil der DVD finden sich Unterrichtsvorschläge für die Verwendung der DVD als roter Faden für die gesamte 12. Klasse, als Abiturvorbereitung und Zusammenfassung der

Sekundarstufe II, als Projekt oder als vertiefender „Ausflug“ in der 10. Jahrgangsstufe und als Einstieg in das naturwissenschaftliche Arbeiten an der Universität. Dazu gibt es passende Arbeitsblätter, Grafiken und Folienvorlagen. Als Besonderheiten können im ROM-Teil die thematisch dazugehörigen BIO-MAX-Hefte der Max-Planck-Gesellschaft abgerufen werden.

Zum Inhalt des Kurzfilmes „Evolution in Zeitraffer“

Mitte der 80er Jahre sah es im Bodensee schlimm aus: Durch Überdüngung kam es zu einem explosiven Algenwachstum. Blaualgen produzieren Gifte, die zum Beispiel für Wasserflöhe giftig sind.

Die Geschichte des Sees und der Veränderungen in ihm lässt sich an den Sedimentschichten seines Bodens ablesen. Mit so genannten Kernloten entnehmen die Wissenschaftler Proben aus den Bodenschichten. In diesen



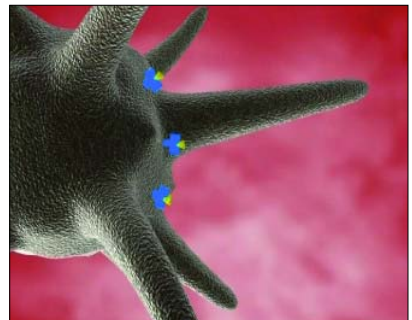
Proben finden sich Dauereier von Wasserflöhen, aus denen auch nach Jahrzehnten noch Wasserflöhe schlüpfen können. Auf diese Weise eröffnet sich den Forscher ein Einblick in die Wasserflohpopulationen der Vergangenheit.

Innerhalb einer Population gibt es immer verschiedene Genotypen, die durch Mutationen zustande kommen. Auf diese Weise entstanden Individuen, die mit dem Gift der Blaualgen besser zurecht kamen. Sie hatten einen Fitness-Vorteil und konnten sich besser fortpflanzen. Durch diese Selektion veränderte sich die Genotyp-Zusammensetzung der Population, was man als Mikroevolution bezeichnet.

Zum Inhalt der Sequenz „Immunabwehr und die Rolle des MHC“

Diese zweieinhalbminütige Sequenz zeigt die Funktionsweise eines Teiles des Immunsystems unter Beteiligung des MHC per Animation auf:

Gelangen Fremdeiweiße - zum Beispiel von einem Parasiten - in den Körper eines Lebewesens, so werden sie zunächst von Makrophagen aufgenommen und generiert. Im Inneren der Fresszelle befinden sich verschiedene MHC-Moleküle. Das MHC, das auf das Eiweißstück passt, dockt an und transportiert das Antigen an die Oberfläche der Zelle. Dort



präsentiert es das Antigen den T-Zellen, die ebenfalls den passenden Rezeptor für das Antigen haben. Die T-Zellen werden ange-regt, sich vielfach zu teilen und überschwem-men den Körper. Sie nehmen Kontakt zu den passenden B-Zellen auf, die durch chemische Signale der T-Zelle aktiviert werden, zu Plas-mazellen heran zu reifen. Diese schütten massenweise die passenden Antikörper zum ursprünglichen Antigen aus.

Zur Bedienung

Nach dem Einlesevorgang startet die DVD au-tomatisch. Es erscheinen der Vorspann und dann das Hauptmenü. Mit den **Pfeiltasten** auf der Fernbedienung können Sie alle Punkte des Hauptmenüs anwählen und das gewählte Menü dann mit **Enter** starten.

Nun befinden Sie sich in einem Menü Ihrer Wahl. Hier navigieren Sie wieder mit den **Pfeiltasten**. Ist ein Film oder eine Filmse- quenz angewählt, starten Sie diese mit **Enter**. Ist ein Bild oder eine Grafik angewählt, er- scheint nach Drücken der **Enter**-Taste das Bild bzw. die Grafik. Auch die Buttons am un- teren Bildschirmrand steuern Sie mit den **Pfeiltasten** an und rufen Sie mit **Enter** auf. Der Button „**zurück**“ führt Sie stets zum nächsten übergeordneten Menü zurück. Man- che Bildschirmtafeln bieten den Button „**Info ein**“, über die Sie Zusatzinformation in das Bild einblenden können. Die Schaltfläche „**Info aus**“ blendet diese Information wieder aus. Stehen Ihnen innerhalb eines Menüs mehrere Bilder oder Grafiken zur Auswahl, können Sie mit den Buttons „**>**“ und „**<**“ zwi- schen diesen Bildern oder Grafiken vor- und zurückblättern.

Aus einem laufenden Film oder einer laufen- den Sequenz kommen Sie mit der Taste **Menü** der Fernbedienung oder der rechten Maus- taste des Computers und der Auswahl

„Hauptmenü“ wieder in das übergeordnete Menü zurück.

Arbeitsmaterial

Auf der DVD stehen Ihnen zahlreiche Arbeits- blätter (mit Lösungsvorschlägen) und Texte zur Verfügung, die sich thematisch an den In- halten der einzelnen Menüpunkte orientie- ren. Außerdem finden Sie die Begleithefte zu den auf der DVD verwendeten Filmen und zu dieser DVD, Hinweise zur Verwendung der DVD im Unterricht, die Programmstruktur der DVD, mehrere kommentierte Links zu inte- ressanten Seiten und Angaben über weitere Medien zum Thema.

Um die Arbeitsmaterialien zu sichten und auszudrucken, legen Sie die DVD in das DVD- Laufwerk Ihres Computers ein und öffnen Sie im Windows-Explorer den Ordner „Arbeitsma- terial“. Alternativ klicken Sie auf Ihrem Ar- beitsplatz mit der rechten Maustaste auf das entsprechende Laufwerk und öffnen die DVD und darin den Ordner „Arbeitsmaterial“. Hier finden Sie die Datei „Inhaltsverzeichnis.pdf“, die die Startseite öffnet. Über diese können Sie bequem alle Arbeitsmaterialien (Arbeits- blätter, Texte, Begleithefte, Programmstruk- tur, Weitere Medien, Links u. Ä.), aufrufen. Am unteren Rand der aufgerufenen Seiten finden Sie die Buttons „Inhaltsverzeichnis“ (verlinkt zum Inhaltsverzeichnis des jeweiligen Kapi- tels), „Startseite“ (verlinkt zur Startseite der Arbeitsmaterialien) und „Erste Seite“ (ver- linkt zur 1. Seite des Textes) die Ihnen das Na- vigieren erleichtern. Die Buttons erscheinen nicht im Ausdruck.

Um die PDF-Dateien lesen zu können, benöti- gen Sie den Adobe Reader. Sie können den Adobe Reader installieren, indem Sie im Ord- ner „Arbeitsmaterial“ den Ordner „Adobe- reader“ öffnen und dort auf die Datei „AdbRdr707_de_DE.exe“ doppelklicken.

Ergänzende Information

Asexuelle und Sexuelle Fortpflanzung

Sex ist ein evolutionäres Rätsel, denn gemessen am Reproduktionserfolg ist sexuelle Fortpflanzung der asexuellen weit unterlegen. Ein Weibchen, das sich asexuell fortpflanzt, hat pro Generation doppelt so viele Nachkommen wie ein sich sexuell fortpflanzendes Weibchen. Denn alle ihre Nachkommen sind Weibchen, die selbst wieder Weibchen zeugen. Ein sich sexuell fortpflanzendes Weibchen hat jedoch zur Hälfte männliche Nachkommen. Diese sind zwar für die Fortpflanzung erforderlich, bringen aber selbst keine Nachkommen hervor. Bei rein quantitativer Betrachtung würden sich sexuell fortpflanzende Individuen in einer Population aussterben, wenn durch Mutation oder Zuwanderung asexuelle Individuen auftauchen. Die natürliche Selektion würde zugunsten von Allelen wirken, die den Individuen eine asexuelle Fortpflanzung ermöglichen und gegen Allele, die mit sexueller Fortpflanzung verknüpft sind. Tatsächlich bleibt Sex aber bei der überwiegenden Mehrzahl eukaryotischer Arten erhalten - selbst bei solchen, die sich auch asexuell vermehren können.

Warum ist das so? Sexuelle Fortpflanzung führt zu einer größeren genetischen Variabilität als asexuelle. Die Nachkommen asexueller Fortpflanzung sind alles Klone ihrer Mutter, sie sind genetisch identisch. Im Gegensatz dazu bringt sexuelle Fortpflanzung Nachkommen hervor, die sich untereinander und von ihren Eltern unterscheiden, jeder weist eine einzigartige Kombination von Genen beider Eltern auf. Da die natürliche Selektion hier und jetzt wirkt, begünstigt sie den Fortpflanzungserfolg jenen Individuen, die in der gegenwärtigen lokalen Umwelt am besten zurechtkommen. Die genetische Variabilität muss also in kurzen Zeiträumen - von einer Generation zur nächsten - einen Anpassungsvorteil bieten.

1980 formulierte der amerikanische Zoologe William D. Hamilton die Idee, wonach kurzlebige und sich im Gegensatz zu ihren Wirten genetisch schnell verändernde Krankheitserreger (Bakterien, Viren, Parasiten) jenen starken Selektionsdruck ausüben könnten, der es der sexuellen Fortpflanzung gestattet, sich trotz ihres reproduktiven Nachteils gegen die asexuelle Fortpflanzung durchzusetzen. Da die meisten Krankheitserreger sehr schnell die Fähigkeit entwickeln, die Immunabwehr eines Wirts zu umgehen, ist die Resistenz eines bestimmten Wirtsgenotyps gegen eine bestimmte Krankheit nicht von Dauer. Sexuelle Fortpflanzung erlaubt den Organismen, Gene gezielt neu zu kombinieren, und liefert damit einen Mechanismus, um das genetische Widerstandssystem immer wieder zu verändern, quasi „die Schlösser auszutauschen“.

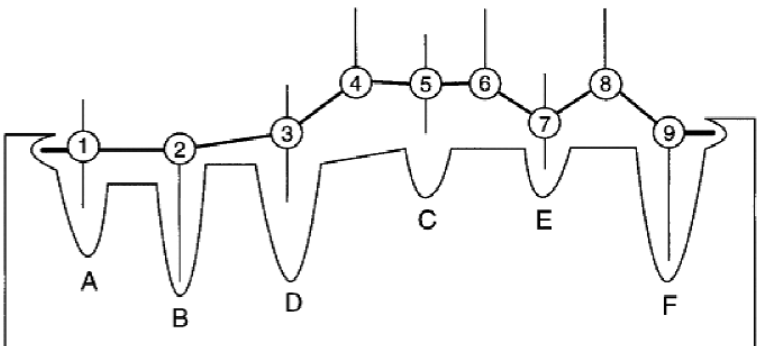
Dieser Überlegung zufolge, wäre somit die Diversität jener Gene besonders hoch, die maßgeblich in die Erkennung und Abwehr von Krankheitserregern involviert sind. Für die MHC- oder Immungene trifft das tatsächlich zu: an die 500 verschiedene MHC-Allele gibt es schätzungsweise in Sticlingspopulationen, beim Menschen sind es mehr als hundert Varianten.

Der MHC oder Haupthistokompatibilitätskomplex

Die Gene des Haupthistokompatibilitätskomplexes (MHC, engl. major histocompatibility complex) kodieren für Zelloberflächenproteine. Man unterscheidet zwei Hauptklassen von

MHC-Proteinen: die MHC-Klasse-I-Moleküle befinden sich auf sämtlichen kernhaltigen Zellen (also auf nahezu jeder Körperzelle), die MHC-Klasse-II-Moleküle sind auf einige wenige spezialisierte Zelltypen des Immunsystems beschränkt (Makrophagen, B-Zellen, aktivierte T-Zellen). Die Aufgabe der MHC-Proteine besteht darin, Bruchstücke von Fremdeiweißen (Peptide), die von Bakterien, Viren oder Parasiten stammen können, zu binden und sie den körpereigenen T-Zellen zur Erkennung zu präsentieren. Wie ein molekulares Fähnchen signalisieren sie an der Zelloberfläche den T-Zellen die Infektion, nachdem das infektiöse Agens von einer Zelle aufgenommen wurde (bei Makrophagen durch Phagozytose) oder in diese eingedrungen ist und sich dort vermehrt hat (bei einer Virusinfektion). Während Killer-T-Zellen an Proteinbruchstücke binden, die von MHC-Klasse-I-Molekülen präsentiert werden, und die infizierten Zellen anschließend töten, binden T-Helfer-Zellen an Proteinbruchstücke im Verbund mit MHC-Klasse-II-Molekülen. Sie senden dann chemische Signale aus, die andere Zelltypen dazu veranlassen, den Krankheitserreger zu bekämpfen (diese Situation wird in der Animation dargestellt).

Ob T-Zellen auf einen Krankheitserreger reagieren oder nicht, hängt also davon ab, ob MHC-Moleküle ihnen ein Fragment des Pathogens präsentieren können. Die MHC-Moleküle besitzen eine so genannte Peptid bindende Furche, in diese passt eine ganze Palette strukturell unterschiedlicher Peptide. Das „Schlüssel-Schloß-Modell“ taugt somit nur bedingt zur Beschreibung. Im Unterricht wird es häufig zur Erläuterung der Funktionsweise von Enzymen herangezogen. Selten wird darauf eingegangen, dass es sich um ein Bild handelt, das die Wirklichkeit nur eingeschränkt wiedergibt. Auch Enzyme sind unterschiedlich spezifisch: Manche können nur ein ganz bestimmtes Molekül umsetzen, andere sind weniger „wählerisch“. Die folgende Skizze veranschaulicht, warum MHC-Moleküle - im Gegensatz beispielsweise zu Antikörpern - eine Vielzahl von Peptiden binden können: Gezeigt ist die Bindungsfurche eines MHC-Moleküls im Längsschnitt. Es enthält sechs Bindungstaschen A bis F, in die mehr oder weniger festgelegte Aminosäureseitenketten des Peptids hineinragen. Da die Taschen B und F der Bindungsfurche die Hauptanker darstellen, sind die Seitenketten 2 und 9 des Peptids wenig variabel. Ankerpositionen mit etwas größerer Flexibilität sind dagegen die Seitenketten 1, 3, 5 und 7. An diesen Stellen können sich die Peptide deutlich voneinander unterscheiden.



Naturwissenschaftliche Erkenntnistheorie / Popper

Schüler sind es gewohnt, im naturwissenschaftlichen Unterricht „Wahrheiten“ zu lernen. In der Regel werden ihnen Inhalte als absolut vermittelt. Dies führt gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht immer wieder zur Verwirrung. Atommodelle, wie zum Beispiel das Schalenmodell, überholen sich mit wachsendem Wissensstand. Neue Techniken eröffnen uns immer wieder eine neue Sicht auf die Dinge. Auch müssen manche Begriffe erst neu erdacht werden. Krankheiten, so wurde lange gelehrt, werden durch Bakterien übertragen. Die Idee von Viren, die dies auch können, war lange Zeit ebenso umstritten, wie die heute diskutierten Prione.

Für die Schüler ist die Irritation, in die sie geraten, wenn gelernte Wahrheiten sich als nicht absolut erweisen, häufig sehr frustrierend. Somit ist es sicher sinnvoll, einen Exkurs auf die Metaebene zu unternehmen und deutlich zu machen, dass es in der Naturwissenschaft keine Entitäten gibt. Es kann nicht häufig genug gesagt werden, dass sie mit Modellen arbeitet, die nur begrenzte Gültigkeit haben und dort, wo man an ihre Grenzen stößt, nicht mehr logisch sind.

Didaktische Hinweise

In den meisten Bundesländern sind für die Klasse 11 bis 13 die Themenbereiche Genetik, Evolution, Ökologie und Verhalten vorgesehen. Einzelne Bundesländer, wie z. B. Sachsen oder Bayern, behandeln die Genetik oder Ökologie schon in Klasse 9 bzw. 10. Dementsprechend sind die folgenden Vorschläge in den verschiedenen Bundesländern an verschiedenen didaktischen Orten einsetzbar und die angegebenen Jahrgangsstufen nur als grobe Einordnung zu betrachten:

Ein roter Faden für Klasse 12

Die vorliegende Didaktische DVD lässt sich als roter Faden für mehrere Themenkomplexe nutzen. In den Unterkapiteln des Menüs „Im Hintergrund: Das Wissen“ findet sich umfangreiches Bild- und Filmmaterial zu den Themen Fortpflanzungsbiologie, Evolutionsbiologie, Parasitologie, Immunbiologie und Verhaltensbiologie. Vor allem für Evolution, Genetik und Immunbiologie gibt es vielfache Anknüpfungspunkte:

Die Folie „Partnerwahl?“ wird aufgelegt - je nach Kurssituation als stummer Impuls oder mit der Aufgabe, dieses Bild „biologisch“ zu interpretieren.



Die erste Sequenz *Am Anfang: Eine Frage* => *Das Projekt am Plöner See* wird gezeigt und damit in das Thema eingestiegen. Die Sequenz *Im Hintergrund: Das Wissen* => *Fortpflanzungsbiologie* => *asexuell: Wasserfloh* wird heran gezogen, um den Erfolg der asexuellen Fortpflanzung deutlich zu machen: die hohe Zahl an Nachkommen.

Auf der Grundlage des Vorwissens der Schüler wird nun die Frage diskutiert, welchen

Vorteil die sexuelle Fortpflanzung gegenüber der asexuellen haben könnte. Mithilfe der Bilderserie *Im Hintergrund: Das Wissen => Fortpflanzungsbiologie => Blick in die Zelle: Mitose* und im Vergleich dazu der Bilderserie *Blick in die Zelle: Meiose und Befruchtung* wird rekapituliert, welches die wichtigsten Vorgänge der beiden Zellteilungsprozesse sind. Mithilfe des Arbeitsblattes wird das Wissen gesichert.

Im Kapitel *Am Anfang: Eine Frage* wird nun die Sequenz *Beobachtung* gezeigt. Anhand der Folie „Vergleich asexuelle und sexuelle Fortpflanzung“ wird rekapituliert, dass sexuelle Fortpflanzung nicht nur den Nachteil der aufwändigen Partnersuche hat, sondern pro Generation auch nur halb so viele Nachkommen entstehen.

Der Kurs wird in Gruppen eingeteilt. Die Schüler erhalten folgende Aufgabe:

Diskutieren und beantworten Sie die folgenden Fragen:

- Wie unterscheiden sich sexuell entstandene Nachkommen grundsätzlich von asexuell entstandenen?
- Unter welchen Bedingungen bedeutet dieser Unterschied einen Vorteil für die sexuell entstandenen Nachkommen?

Die DVD wird in den Lehrercomputer des Computerraumes eingelegt. Je nach Ausstattung der Schule können mehrere Gruppen gleichzeitig auf den gleichen oder auf verschiedene Menüpunkte zugreifen. Alternativ wird die DVD auf den Schulserver gelegt. Die Schüler erhalten die Aufgabe, sich die Filmsequenz *Im Zentrum: Das Experiment => Hypothese* anzusehen, so oft sie es selbst benötigen.

- Notieren Sie die drei Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit sich sexuelle Fortpflanzung „lohnt“.
- Diskutieren Sie, mit welchen Umweltpara-

metern sich ein Lebewesen in seinem jeweiligen Lebensraum auseinandersetzen muss.

Im Klassengespräch werden die drei Bedingungen gesammelt und an der Tafel fixiert. Mithilfe der Bilderserie *Im Hintergrund: Das Wissen => Evolutionsökologie => Abiotische Faktoren und => Biotische Faktoren* werden den Schülern diese wichtigen Begriffe aus der Ökologie nahe gebracht. Je nach Kenntnisstand der Schüler kann an dieser Stelle ein Exkurs in die Ökologie erfolgen. Die DVD liefert zu wichtigen Begriffen wie Selektion und Fitness Definitionen. Um die - häufig vernachlässigte - Verschränkung der Themenbereiche Genetik, Evolution und Ökologie deutlich zu machen, kann an dieser Stelle der Kurzfilm *Im Hintergrund: Das Wissen => Evolutionsökologie => Evolution* in Zeitraffer gezeigt und mit ihm die zentralen evolutionsökologischen Begrifflichkeiten erarbeitet werden.



Haben die Schüler ein Konzept von den Gesetzmäßigkeiten der Selektion und der daraus resultierenden Evolution entwickelt, so kann die Frage nach dem Fitness-Vorteil sexuell produzierter Nachkommen erneut aufgeworfen werden. Die Folie „Partnerwahl?“ wird erneut aufgelegt und die Frage unter den neu hinzu gewonnenen Aspekten diskutiert. Mit der textlichen Zusammenfassung

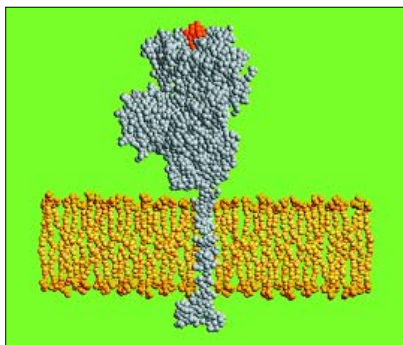
unter *Im Zentrum: Das Experiment => Drei Bedingungen* werden die drei Bedingungen rekapituliert, die erfüllt sein müssen, damit sich sexuelle Fortpflanzung „lohnt“. Mit *Im Zentrum: Das Experiment => Bedingung 1* wird ein Screen geöffnet, auf dem nach jenen Umweltfaktoren gefragt wird, die gegeben sein müssen, damit genetische Variabilität in einem kurzen Zeitfenster, also von Generation zu Generation, tatsächlich eine vorteilhafte Anpassung liefern kann. Der Antwort-Button startet eine Filmsequenz, die deutlich macht, dass durch sich ständig wandelnden Krankheitserreger und Parasiten ein entsprechender Selektionsdruck entsteht.

Im Untermenü *Im Hintergrund: Das Wissen => Parasitologie* findet sich nicht nur die Definition von Parasitismus, sondern exemplarisch auch der Lebenszyklus des Saugwurmes *Diplostomum*, der in einem bestimmten Stadium Stichlinge befällt. Die Bilderserie *Wen die Stichlinge alles ertragen müssen* wird gezeigt und anhand der Steckbriefe deutlich gemacht, wie groß die Vielfalt an Parasiten ist, denen Stichlinge ausgesetzt sind.

Welche Abwehrmechanismen stehen den Lebewesen gegen Krankheitserreger und Parasiten zur Verfügung? Im Gespräch wird herausgearbeitet, dass koevolutiv in allen höheren Organismen, einschließlich der Pflanzen, ein Abwehrsystem entstanden ist, das Immunsystem. Je nach Kenntnisstand des Kurses bzw. Lehrplan des Bundeslandes kann an dieser Stelle eine Wiederholung oder Erarbeitung der wichtigsten Bestandteile des menschlichen Immunsystems mit der Bilderserie *Im Hintergrund: Das Wissen => Immunbiologie => Grundbausteine des menschlichen Immunsystems* erfolgen. In Leistungskursen kann dann die Sequenz Immunabwehr und die Rolle des MHC im gleichen Kapitel gezeigt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse können mit dem entsprechenden Arbeits-

blatt aus dem ROM-Teil gesichert werden. Der Kurs wendet sich wieder der Ursprungsfrage nach dem Vorteil der sexuellen Fortpflanzung zu. Die Frage unter *Im Zentrum: Das Experiment => Bedingung 2* wird gestellt, die dazugehörige Antwort-Sequenz betrachtet und die Erkenntnis, dass die MHC-Ausstattung ausschlaggebend für die Widerstandsfähigkeit eines Organismus in Bezug auf Krankheiten ist, gesichert.

Im Untermenü *Im Hintergrund: Das Wissen => Immunbiologie* wird das Bild MHC - ein Protein geöffnet, und den Schülern daran gezeigt, dass das MHC-Protein ein räumliches Molekül ist. Je nach Kenntnisstand des Kurses kann hier eine kurze Rekapitulation des Weges vom Gen zum Phän erfolgen. Die Funktionsweise des MHC kann mit dem Bild *Wie passgenau ist das MHC* besprochen werden. Vor dem Hintergrund der Genetik wird die Frage aufgeworfen, wie es dazu kommt, dass jedes Individuum seine ganz eigene Sammlung von MHC-Proteinen hat (und dabei ist es egal, ob man Fische oder Menschen betrachtet). Die Frage wird schließlich mithilfe der Sequenz *Im Hintergrund: Das Wissen => Immunbiologie => MHC-Vielfalt* beantwortet.



Diese eignet sich auch, um Grundbegriffe der Genetik wie Gen, Allel, kodominant oder Mutation zu wiederholen.

Schließlich wird die Frage und Sequenz zu *Bedingung 3* betrachtet: Weibchen müssen die genetische Ausstattung des Männchens von außen erkennen können. Die Immungene können tatsächlich über den Körpergeruch wahrgenommen werden.

Mithilfe der Texttafel *Im Zentrum: Das Experiment => Drei Bedingungen* werden die Vorteile der sexuellen Fortpflanzung nochmals rekapituliert und die in Sequenz *Bedingung 3* genannte Arbeitshypothese der Forscher herausgearbeitet und fixiert.

Die Schüler teilen sich wieder in Gruppen auf und erhalten folgende Aufgabe:

- Entwickeln Sie innerhalb einer Schulstunde eine experimentelle Anordnung. Ihr Versuchsobjekt soll der Dreistachlige Stichling sein.
- Arbeitshypothese für Ihr Experiment: Die Weibchen des Dreistachligen Stichlings wählen ihren Paarungspartner nach dem Geruch aus. Dabei wählen sie die Männchen, deren Immunausstattung in Kombination mit ihrer eigenen möglichst widerstandsfähige Nachkommen ergibt.
- Bereiten Sie Ihre Präsentation vor.
- Jede Gruppe stellt in der zweiten Stunde ihre Versuchsanordnung mithilfe eines fünfminütigen Vortrages und einer Tafel-skizze vor.

Die Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Versuchsanordnungen sowie ihre Effektivität im Hinblick auf die Widerlegung der Hypothese werden in einer Diskussion erarbeitet.

Gemeinsam betrachtet der Kurs die Sequenz *Im Zentrum: Das Experiment => Experiment und Auswertung* und rekapituliert die wichtigen Inhalte. Das Ergebnis wird mit der Grafik *Im Zentrum: Das Experiment => Ergebnis* gesichert. Nun können die Schüler die Versuchsanleitung im ROM-Teil selbstständig in Gruppen mit *Zum Auswerten: Ein Original-Versuch* bearbeiten. Sie lernen dabei weitere

wichtige Überlegungen zur Konzeption eines Experimentes kennen und bekommen einen Eindruck, wie „Forschen“ in der Realität aussieht.

Die Schüler finden sich zu Paaren zusammen und erhalten die Aufgabe, sich zu überlegen, mit welchem weiter führenden Experiment die Ergebnisse der Forscher überprüft werden könnten. Die Vorschläge werden anschließend kurz gesammelt. Es wird die Sequenz *Im Zentrum: Das Experiment => Überprüfung und Fazit* angesehen und mit Hilfe der Grafik *Im Zentrum: Das Experiment => Bestätigung* anschließend die Inhalte gesichert.

Die Folie „Erkenntnisse in der Naturwissenschaft“ wird aufgelegt und mithilfe des Infoblattes aus dem ROM-Teil aufgezeigt, dass die Naturwissenschaft im Prinzip nichts beweisen, sondern immer nur widerlegen kann (siehe auch Zusatzinformationen zur Naturwissenschaftlichen Erkenntnistheorie). Die Schülergruppen erhalten den Auftrag, zu überlegen, wie man die gewonnenen Erkenntnisse überprüfen und eventuell bestätigen könnte.

Zum Abschluss empfiehlt es sich, den Film *Sex - ein Rätsel der Evolution* nochmals im Ganzen anzusehen.

Abiturvorbereitung - eine Zusammenfassung der Oberstufe

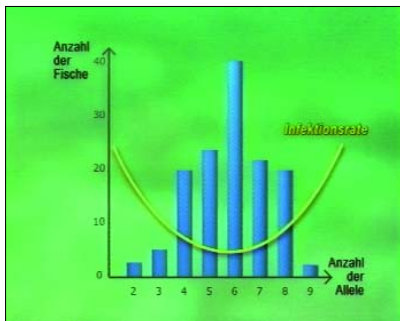
Mithilfe eines Lernprogramms können Schüler der 11. bis 13. Jahrgangsstufe (je nach Lehrplan) zum Beispiel für die Vorbereitung des Abiturs eigenständig die wichtigsten Inhalte zu Evolution, Ökologie, Immunbiologie, Genetik und Verhalten wiederholen. Gezielte Fragen bewirken eine Reflektion der gelernten Inhalte. Die Schüler erkennen selber, ob sie die Zusammenhänge verstanden haben oder nicht.

Die Inhalte werden am konkreten Beispiel einer wissenschaftlichen Fragestellung über-

prüft. Ganz nebenbei vollziehen die Schüler dabei den wissenschaftlichen Erkenntnisweg nach und erhalten einen Einblick in die aktuelle Forschung an einem Forschungsinstitut.

Benötigt wird ein Computerraum, in dessen Lehrercomputer die DVD eingelegt wird, oder ein Schulserver, der die DVD für die Schülergruppen verfügbar macht. Jede Gruppe muss einen eigenen Computer zur Verfügung haben.

Der Kurs wird in Gruppen aufgeteilt. Die Schüler erhalten das Lernprogramm „Sex - ein Rätsel der Evolution“ in Kopie (pro Gruppe mindestens ein Programm mit 27 Seiten - es empfiehlt sich, das Programm der eigenen Gruppe nach der Bearbeitung für jeden Schüler der Gruppe zu kopieren).



Ein Projekt Klasse 11-13

Die Klasse bzw. der Kurs wird in 5 Gruppen eingeteilt. Die Expertengruppen erhalten alle die jeweiligen Aufgabenblätter aus dem ROM-Teil, die ihnen auftragen, sich mithilfe der entsprechenden Kapitel auf der DVD über „ihren“ Themenbereich zu informieren. Zusatzinformationen sollen den eigenen Aufzeichnungen, dem Buch, dem Internet sowie weiterer Literatur entnommen werden. Jede Gruppe erhält zudem Zielsetzungen:

Sie sollen Ihre Mitschüler über die folgenden wichtigen Inhalte informieren können:

Gruppe 1: Fortpflanzungsbiologie
Mitose, Meiose, Befruchtung, genetischer Unterschied zwischen asexuell und sexuell entstandenen Nachkommen, Vor- und Nachteile der asexuellen und sexuellen Fortpflanzung.

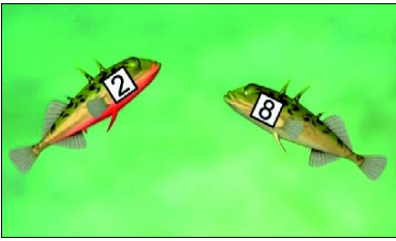
Gruppe 2: Evolutionsökologie
Bedeutung der Begriffe Population, Genotyp, Mutation, Selektion, Mikroevolution, Makroevolution, Fitness, Biotop und der Zusammenhänge zwischen ihnen; Beispiele für biotische und abiotische Faktoren; Ablauf der Untersuchungen zu Wasserflöhen im Bodensee.

Gruppe 3: Parasitologie
Definition Parasitismus; Beispiele für Anpassungen und Strategien verschiedener Parasiten, die die Stichlinge befallen; Zusammenhang zwischen Parasiten und Evolution; Begriff „Koevolution“

Gruppe 4: Immunbiologie
Bausteine des menschlichen Immunsystems, unspezifische Immunabwehr und spezifische Immunabwehr beim Menschen; Aufbau und Funktionsweise des MHC-Moleküls; Passgenauigkeit des MHC; Zustandekommen verschiedener MHC-Allele.

Gruppe 5: Verhaltensbiologie
Männliche und weibliche Fortpflanzungsstrategie und das daraus resultierende männliche und weibliche Fortpflanzungsverhalten; Begriffe Schlüsselreiz, Verhaltensprogramm.

Gruppe 6: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung
Klärung der Begriffe Hypothese, Verifizierung und Falsifizierung, Naturwissenschaft, naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, deduktiv und induktiv. Sie sollen vor der Bearbeitung des eigentlichen Experimentes ein kurzes Referat von 5 Minuten halten, in dem Sie unter Erläuterung der oben genannten Begriffe den typischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg aufzeigen.



Gruppe 6 gestaltet einen zentralen Tisch, der das Experiment und den Erkenntnisweg der Forscher vorstellt. Um den Tisch herum werden auf Stellwänden die verschiedenen Themenbereiche präsentiert. Die einzelnen Gruppen gestalten hierfür Poster, Schaubilder, Texte, Grafiken oder andere Materialien.

Sollten Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte per e-mail an die Presseabteilung der Max-Planck-Gesellschaft, Frau Dr. Beck: Beck@gv.mpg.de

Klasse 9-10

Auch in der Klasse 10 oder sogar 9 - je nach Lehrplan des entsprechenden Bundeslandes - kann die DVD zum Einsatz kommen: Der Kurzfilm „Evolution in Zeitraffer“ erklärt auf einfache Weise wichtige Begriffe der Genetik und Evolution. Die Bilderserien zur Mitose und Meiose sind schon zur Erarbeitung der entsprechenden Vorgänge einsetzbar. Das Thema Parasitismus wird zum Teil schon in den 7. Jahrgangsstufen besprochen und kann mit dem entsprechenden Kapitel der DVD um verschiedene Strategien verschiedener Parasiten erweitert werden. Abgesehen von der Immunbiologie und den Fortpflanzungsstrategien sind also alle anderen Kapitel auch in der Sek I einsetzbar. Bereitet man die Schüler entsprechend vor, so kann der Hauptfilm schon in der 10. Klasse gezeigt werden. Im Anschluss sollten die Schüler den Original-Versuch selber in Gruppenarbeit auswerten. Eine Anleitung hierzu findet sich im ROM-Teil der DVD.

Universität

An den meisten Universitäten ist für den Diplom-Studiengang Biologie entweder ein eigenes Seminar „Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten“ vorgesehen oder die entsprechende Einführung findet im Rahmen

Gruppe 4 enthält die wissenschaftlich anspruchsvollsten Inhalte und sollte mit besonders informierten Schülern besetzt werden. Gruppe 6 hingegen berührt auch philosophische Themen und hat zudem das Einstiegsreferat zu halten. Hier können Schüler zur Geltung kommen, die weniger naturwissenschaftlich interessiert, aber vielleicht verbal stark sind.

Gruppe 6 hält zunächst ein Einstiegsreferat, in dem ein Überblick über den klassischen Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung gegeben wird. Im Anschluss wird der Film gemeinsam angesehen, um den Schülern einen Überblick über das Versuchskonzept zu geben.

Der Film wird dann in den vorgegebenen Teilstücken angesehen. Nach jedem Teilstück werden die gedanklichen Schritte rekapituliert und gesichert. Dabei - ganz wichtig! - liefern die Expertengruppen Infos und beantworten Fragen.

Der Film wird nochmals als Ganzes angesehen. Die Klasse / der Kurs diskutiert, inwieweit die Erkenntnisse über die Stichlinge und das bisherige Wissen über Partnerwahl und die zugrunde liegenden Strategien auch in menschlichen Gesellschaften wieder zu finden sind oder inwieweit sie durch kulturelle Entwicklungen verändert werden. Die Meinungen und Ideen werden gesammelt und eine Mind-Map wird gestaltet, die in die Ausstellung eingeht.

eines bestimmten Praktikums statt. Die vorliegende Didaktische DVD eignet sich als Einstieg in ein solches Seminar oder auch als abschließende Zusammenfassung am konkreten Thema.

Am Film lassen sich die Einzelschritte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung aufzeigen und hinsichtlich Methodik und Auswertung diskutieren. Allgemeingültige Regeln beim naturwissenschaftlichen Forschen können erweiternd erarbeitet werden. Die Info-Kapitel unter *Im Hintergrund: Das Wissen* können auch Studenten des Grundstudiums helfen, die notwendigen Informationen parat zu haben.

Schließlich ist der Hauptfilm an sich ganz „klassisch“ in Lehrveranstaltungen einsetzbar, deren Gegenstand die Frage „Sex - ein Rätsel der Evolution“ ist.

Weitere Bemerkungen

Im Kapitel *Im Hintergrund: Das Wissen => Immunbiologie => MHC-Vielfalt* wird an der Entstehung von Geschlechtszellen in der Meiose gezeigt, dass durch Crossing-over neue MHC-Allele entstehen können. Bei der Darstellung

der Geschlechtszellen wurde ein Kompromiss gewählt: Die letzten Meiose-Schritte der Oocyte erfolgen tatsächlich erst, wenn die Befruchtung durch das Spermium schon stattgefunden hat. Die Oocyte wurde daher mit Zwei-Chromatid-Chromosomen dargestellt.

Didaktische Hinweise zum Kurzfilm „Evolution in Zeitraffer“

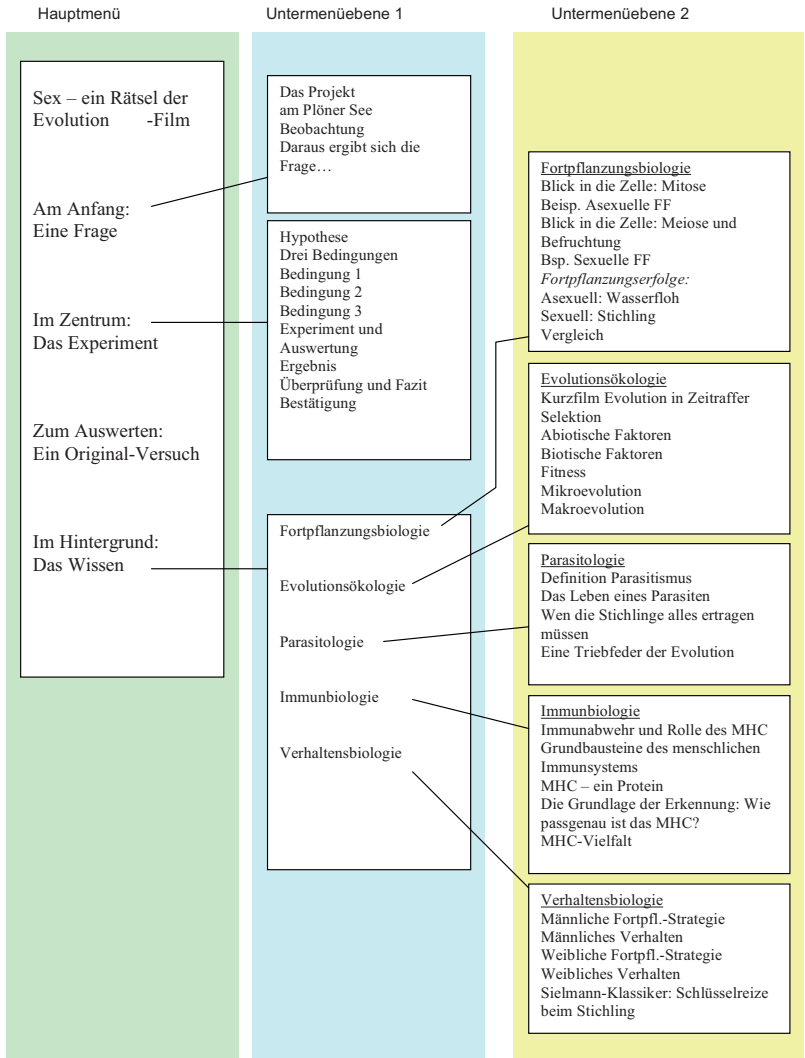
Der Kurzfilm kann ab der 9. Klasse unabhängig vom sonstigen Inhalt der DVD eingesetzt werden, um grundlegende Begriffe der Evolutionsökologie einzuführen oder zu sichern. Er ist auch geeignet, um von Schülergruppen zum Beispiel im Computerraum zur eigenständigen Erarbeitung der Begriffe herangezogen zu werden.

Die Sequenz

„Immunabwehr und die Rolle des MHC“

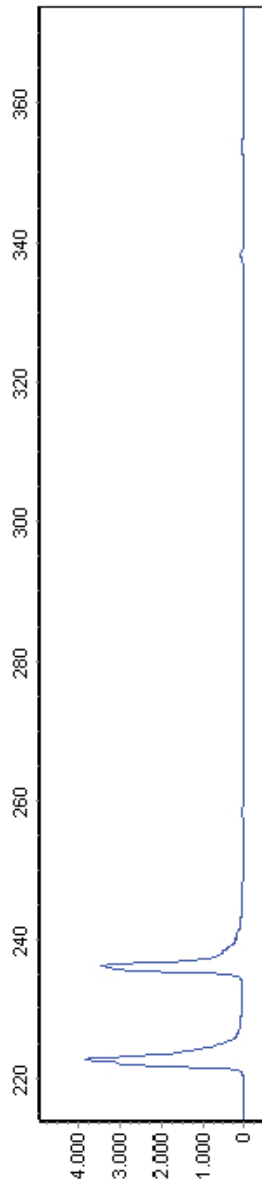
Auch diese Sequenz lässt sich heraus greifen, um beim entsprechenden Themenkomplex einzeln eingesetzt zu werden. Es wird dabei die Beherrschung grundlegender Begriffe aus der Genetik vorausgesetzt. Somit empfiehlt sich der Einsatz frühestens ab Jahrgangsstufe 10.

Programmstruktur DVD Sex – ein Rätsel der Evolution

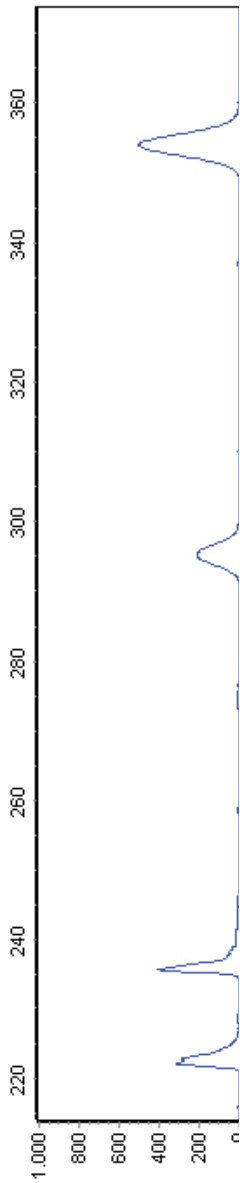


Original-Ausdruck: MHC-Allele zweier Stichlinge

Sample 1: FLR1p-Gaac39_D03_07.fsa



Sample 2: FLR1p-Gaac07_D01_07.fsa



Weitere Medien

Genetik

- 46 02322 Grundlagen der Genetik.
Didaktische DVD, 2005
- 42 02517 Kern- und Zellteilung.
Arbeitsvideo / 3 Kurzfilme VHS, 2000
- 42 02516 Reifeteilung.
Arbeitsvideo / 2 Kurzfilme VHS, 2000

Ökologie

- 42 02721 Basiswissen Ökologie:
Wechselbeziehungen im Ökosystem
VHS, 2002
- 46 01010 Die deutsche Nordseeküste -
Lebensraum zwischen Meer und Land.
Didaktische DVD, 2000
- 56 04166 Ökologie der Meeresküste:
Industrieeinleitungen und Chemikalien
Medienmodul, 2002/1987
- 56 04165 Ökologie der Meeresküste:
Grundnetzfisherei und Überfischung
Medienmodul, 2002/1987

Immunbiologie

- 66 00670 Allergien im Haus. CD-ROM 2002/1999
- 66 00650 Biologie 4 - Menschenkunde 3.
CD-ROM, 2003

Evolution

- 42 02384 Evolution der Tierwelt Australiens.
VHS, 1999
- 42 02668 Vom Urknall bis Dienstagmorgen.
VHS, 2001
- 42 02646 Evolutionsvorgänge bei
Darwin-Finken. VHS, 2001/1999
- 56 00128 Die Alb: Gesteine und Fossilien -
Kalke bauen eine Landschaft.
Medienmodul, 2003/1992.
- 46 01086 Auf den Spuren Darwins:
Die Echsen von Galapagos.
DVD-Video, 2001/1962

Parasitismus

- 42 02390 Parasiten und Zoonosen. Erreger-
übertragung von Tieren auf den Menschen.
Arbeitsvideo / 5 Kurzfilme VHS, 1999

Verhalten

- 42 02647 Konditionierung bei Ratten.
Arbeitsvideo / 2 Kurzfilme VHS, 2001/1976
- 56 00035 Das Eichhörnchen: Balz und
Jungenaufzucht. Medienmodul, 2002/1988
- 42 10528 Jane Goodall und die Schimpansen.
VHS, 2005/1994
- 42 02490 Verhaltensweisen der Tiere:
Schlüsselreize beim Stichling. VHS 1999/1963
- 42 02556 Vom angeborenen und geprägten
Verhalten. VHS, 1999

Produktion

Mastering Studios München GmbH im Auftrag von
FWU Institut für Film und Bild, 2006 und
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der
Wissenschaften e.V., 2006

Buch und Redaktion

Dr. Christina Beck
Katja Weirauch

Filmische Bearbeitung

Dr. Walter Sigl

Begleitkarte

Katja Weirauch
Dr. Christina Beck

Grafiken

Heike Gewehr, e-synergy
Rohrer.design

Animationen

Style-Küste, Rostock
Grafik Design Schoschkola

Bildnachweis

Cover: Mauritius images

Dr. Kroiher
Mauritius images
Science Photo Library
Gerd Haegele
Ifa Bilderservice
Fotolia
Alfred Limbrunner
Prof. Dr. Wilfried Haas, Universität Erlangen
Dr. Martin Kalbe, MPI für Limnologie, Plön
Prof. Dr. Winfried Lampert, MPI für Limnologie, Plön
Dr. Volker Brinkmann, MPI für Infektionsbiologie,
Berlin

(Detailliertere Angaben siehe ROM-Teil der DVD)

Pädagogische Referentin im FWU

Katja Weirauch

Danksagung

Das FWU Institut für Film und Bild und die Max-
Planck-Gesellschaft danken ausdrücklich
Prof. Dr. Manfred Milinski, Dr. Martin Kalbe und
Tobias Lenz vom Max-Planck-Institute für Limno-
logie in Plön für die umfangreiche Unterstützung.

Darüber hinaus für die Bereitstellung
von Bildmaterial:

Dr. Kroiher und dem International Journal of
Developmental Biology 44: 485-490 (mit Erlaubnis
von UBC Press).

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen,
Medienzentren

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild,
Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2006
FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltagesteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
vertrieb@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung der Wissenschaften e.V.
Hofgartenstr. 8
80539 München
Telefon +49 (89) 2108 - 1276
Telefax +49 (89) 2108 - 1207
E-Mail presse@gv.mpg.de
Internet <http://www.mpg.de>



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalsteig
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-300
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für
unseren Vertrieb:**

Telefon (0 89) 64 97-4 44

Telefax (0 89) 64 97-2 40

E-Mail vertrieb@fwu.de



Laufzeit: 34 min
9 interaktive Menüs
3 Filme
14 Filmsequenzen
41 Bilder
8 Grafiken
7 Texttafeln
Sprache: deutsch
DVD-ROM-Teil:
Unterrichtsmaterial/BIO-MAX

Systemvoraussetzungen bei Nutzung am PC

DVD-Laufwerk und
DVD-Player-Software,
empfohlen ab WIN 98

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/
genehmigte Nutzungen
werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**

FWU - Schule und Unterricht

DVD 46 02380 *Didaktische DVD*
VIDEO

Forschung macht Schule

Sex - ein Rätsel der Evolution

Wozu Sex? Asexuell können sich Lebewesen viel schneller fortpflanzen! Und die lästige Partnersuche bräuchte man auch nicht! Wenn asexuelle Fortpflanzung so erfolgreich ist, warum hat sich in der Evolution dann die sexuelle Fortpflanzung behauptet? Mit dieser Didaktischen DVD können Schüler das aktuelle Forschungsprojekt am Plöner See eigenständig nachvollziehen. Umfangreiche weitere Kapitel liefern Hintergrundinformationen zu Genetik, Verhalten, Immunbiologie, Fortpflanzung und Parasitologie. Differenziertes Arbeitsmaterial sowie zwei BIOMAX-Hefte der Max-Planck-Gesellschaft im ROM-Teil assistieren dem Lehrer beim Einsatz im Unterricht. Neben dem Hauptfilm, einem Kurzfilm zur Evolutionsökologie und animierten Sequenzen zur Immunbiologie findet sich auch der Sielmann-Klassiker zum Verhalten beim Stichling auf dieser außergewöhnlichen Scheibe.

Schlagwörter

Evolution, sexuelle Fortpflanzung, asexuelle Fortpflanzung, Immunbiologie, Parasiten, Verhalten, Mitose, Meiose, Stichling, Wasserfloh, Forschung

Biologie

Allgemeine Biologie • Biologische Forschung, biologische Arbeitsmethoden, Genetik, Evolution

Zoologie • Allgemeine Zoologie • Fortpflanzung und Entwicklung, Verhalten

Zoologie • Angewandte Zoologie • Wirbeltiere • Fische
Menschenkunde • Genetik, Evolution, Krankheiten und Vorbeugung

Ökologie • Ökologische Grundlagen

Allgemeinbildende Schule (10-13)
Erwachsenenbildung