

# BIOMAX Heft 10

## Der Griff nach den Genen – Gelingt es, Zellen neu zu programmieren? Didaktisch-methodische Überlegungen

---

### Inhalt

1. Thematischer Hintergrund
2. Didaktisch-methodischer Kommentar
3. Ziele des Kompetenzerwerbs
4. Anbindung an die Richtlinien/Zielgruppe
5. Vorschläge für einen fächerübergreifenden Unterricht

### 1. Thematischer Hintergrund

#### Hybris oder Heilsbringer? - Der Streit um die Stammzellforschung

Thomas Hunt Morgan war es, der im Jahr 1907 endgültig das Zeitalter der Genforschung einläutete. Bei Züchtungsexperimenten an der Taufliege *Drosophila*, konnte er zeigen, dass die Gene die Träger der Vererbung sind. Seitdem haben Wissenschaftler viel über das Erbgut der Lebewesen und speziell die Gene herausgefunden. Einer der Meilensteine der Genforschung in den letzten 100 Jahren war die Entschlüsselung des menschlichen Genoms im Jahr 2000 durch die US-Firma Celera Genomics mit dem Forscher Craig Venter und das Humangenomprojekt, eine Forschungsinitiative, an der 50 Länder mit 1000 Institutionen beteiligt waren.

Seit einigen Jahren steht nun die Stammzell-Forschung im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. 1998 war es amerikanischen Forschern erstmals gelungen, embryonale Stammzellen von Menschen zu isolieren. Diese besitzen im Gegensatz zu ausdifferenzierten Zellen nach wie vor die Fähigkeit, sich in jeden nur erdenklichen Zelltyp (Muskel-, Nerven- oder Blutzellen) zu entwickeln.

Wissenschaftler hoffen nun, mit ihrer Hilfe beschädigte Organe und Gewebe zu regenerieren und so Krankheiten wie Parkinson, Alzheimer oder Diabetes heilen zu können. Doch die Herstellung der embryonalen Stammzellen ist ethisch umstritten: Man gewinnt sie zum Beispiel aus überzähligen Embryonen nach künstlichen Befruchtungen oder aus dem Gewebe abgetriebener Föten.

Nicht ganz so brisant ist die Forschung an adulten Stammzellen. Diese sorgen normalerweise in Geweben wie Haut oder Muskel für den Ersatz von defekten oder ausgefallenen Zellen.

Doch längst ist bei der Stammzellforschung nicht mehr alles erlaubt, was „machbar“ ist. Im Jahr 2002 hat der deutsche Bundestag nach langem parteiübergreifenden Streit ein Gesetz verabschiedet, das Möglichkeiten und Grenzen der wissenschaftlichen Forschung festlegt.

Vor dem Hintergrund dieser sehr emotional geführten Diskussion ist es wichtig, die Schüler im Unterricht ausführlich über das aktuelle Thema Stammzellforschung zu informieren. Ziel ist, sie auf der Basis von objektiven Fakten zu einer kompetenten eigenen Meinung über diese „Wissenschaft im ethischen Grenzbereich“ zu befähigen.

### 2. Didaktisch-methodischer Kommentar

Die vorgelegte Schulstunde gehört zu einer mehrstündigen Unterrichtsreihe im Fach Biologie mit dem Thema „Von der befruchteten Eizelle zum fertigen Menschen – Entwicklungsbiologische Grundlagen des Lebens“.

Bevor die geplante Stunde durchgeführt werden kann, müssen im Rahmen des Unterrichts zunächst elementare Kenntnisse der Entwicklungsbiologie wie Fortpflanzung, Keimesentwicklung oder hemmende und schädigende Einwirkungen auf die Ontogenese (Drogen, Medikamente) erarbeitet werden. Die Schüler sollten zudem mit Begriffen wie Embryogenese, Blastocyste oder Differenzierung sicher umgehen können und bereits grundlegendes Wissen über die DNS und das menschliche Genom besitzen.

Die Unterrichtsreihe geht im Anschluss an das Thema „Hybris oder Heilsbringer? – Der Streit um die Stammzellforschung“ weiter mit Inhalten wie den gesetzlichen Bestimmungen zur Stammzellforschung (wird bereits in der Hausaufgabe vorbereitet) und der Vorstellung von neuen Projekten aus diesem Bereich.

## **BIOMAX Heft 10**

# **Der Griff nach den Genen – Gelingt es, Zellen neu zu programmieren? Didaktisch-methodische Überlegungen**

---

### Herausfordernder Unterrichtseinstieg

Um an das Vorwissen der Schüler zum Thema Stammzellforschung anzuknüpfen, wird als Einstieg in die Stunde eine Folie mit provokanten und zum Teil widersprüchlichen Aussagen aufgelegt. Im Rahmen des Kurses sollen die Schüler diese spontan analysieren und bewerten oder ihre ganz persönliche Meinung zu diesem Forschungsschwerpunkt vorstellen.

Ziel ist es, schon in dieser frühen Phase des Unterrichts eine lebhafte Diskussion in Gang zu bringen. Sie soll die Schüler anregen, sich in der verbleibenden Zeit mit dem Thema motiviert weiter auseinander zu setzen.

### Erarbeitung von Grundlagenwissen und Pro- und Contra-Diskussion

Im Rahmen einer umfangreichen Teamarbeit geht es zunächst darum, anhand eines Arbeitsblattes grundlegendes Wissen über Stammzellen und das therapeutische bzw. reproduktive Klonen zu erwerben. Auf der Basis dieser Kenntnisse sollen dann sachlich fundierte Argumente pro und contra die Forschung an embryonalen Stammzellen zusammengestellt und in der späteren Diskussion im Plenum vorgetragen werden.

Um die Auseinandersetzung mit dem brisanten Thema noch weiter zuzuspitzen, werden die Schüler in der Erarbeitungsphase I auch dazu angeregt, sich in die Rolle der Forscher hineinzusetzen. Sie sollen dabei das Für und Wieder der Stammzellforschung analysieren und bewerten. Auf der Basis dieser Überlegungen müssen sie dann eine begründete Entscheidung treffen, ob sie selbst solche Forschungsprojekte für moralisch vertretbar halten und vielleicht sogar gerne selber daran teilnehmen würden.

Es wird dabei interessant sein zu beobachten, ob und wie Schüler – aufgrund der zur Verfügung gestellten Informationen bzw. der Auseinandersetzung in den Teams – ihre Meinung zum Thema im Verlauf des Unterrichts verändert haben (Vergleich Einstiegsdiskussion zu Pro- und Contra-Diskussion). Der Lehrer sollte gegebenenfalls solche Beobachtungen an geeigneter Stelle im Unterricht thematisieren und mit den Schülern besprechen.

### Spielerisches Lernen

In der Erarbeitungsphase II geht es dann darum, eine mögliche Alternative zu embryonalen Stammzellen vorzustellen – die somatischen oder adulten Stammzellen.

Um die Motivation der Schüler, sich mit dem Thema zu beschäftigen, nach der vermutlich emotionalen Diskussion im Plenum weiter zu sichern, steht das spielerische Lernen zu diesem Zeitpunkt im Vordergrund. Die Schüler müssen deshalb nicht nur – wie gewohnt – Text- und Bildinformationen auswerten, sondern können die Effektivität ihrer Bemühungen auch direkt an einem themenbezogenen Kreuzworträtsel erproben.

## **3. Ziele des Kompetenzerwerbs**

SchülerInnen können:

- die verschiedenen Stammzellformen und Möglichkeiten des Klonens lernen,
- Vor- und Nachteile der Forschung an embryonalen und adulten Stammzellen erarbeiten und kritisch bewerten,
- anhand der bereitgestellten Informationen zu einer fundierteren eigenen Meinung über die moralische Vertretbarkeit der Stammzellforschung kommen und diese auch in einer Diskussion vertreten,
- ihre Fähigkeiten bei der Teamarbeit verbessern.

## **4. Anbindung an die Richtlinien/Zielgruppe**

Die geplante Unterrichtsstunde ist gedacht für den Einsatz in der gymnasialen Oberstufe.

Der Zeitbedarf beträgt 90 Minuten. Sollten die Schüler für die Erarbeitung I und/oder aufgrund einer besonders lebhaften Diskussion während des Zusammentragens der Ergebnisse viel mehr Zeit als vorgesehen benötigen, ist nach der Sicherung der Ergebnisse ein sinnvoller Abschluss des Unterrichts möglich.

## **BIOMAX Heft 10**

# **Der Griff nach den Genen – Gelingt es, Zellen neu zu programmieren? Didaktisch-methodische Überlegungen**

---

Das Arbeitsblatt 2 sowie die dazugehörigen Begleitinformationen werden dann im Rahmen der Hausaufgabe erledigt und zu Beginn der nächsten Stunde besprochen. Sind ausreichend Internet-Arbeitsplätze vorhanden, könnte der Unterricht nach einer kurzen Hinführung durch den Lehrer anschließend mit einer Online-Recherche zu den gesetzlichen Vorgaben der Stammzellforschung in Deutschland (oder Europa) weitergehen. Alternativ ist natürlich aber auch der Einsatz eines Arbeitsblattes zu diesem Thema möglich.

Stehen laut Stundenplan nur Einzelstunden zur Verfügung, ist eine ähnliche Vorgehensweise denkbar.

### Lehrplankonformität

Die Richtlinien der Bundesländer bieten viele Hinweise auf Einsatzmöglichkeiten der Stunde „Hybris oder Heilsbringer? – Der Streit um die Stammzellforschung“ im Unterricht:

### Beispiel Hessen

Genetik steht nach den hessischen Richtlinien in Grund- und Leistungskurs im Mittelpunkt des Unterrichts in der Jahrgangsstufe 12.1. Einer der vorgesehenen Schwerpunkte ist dabei die Ontogenese. Laut Lehrplan sollen sich die Schüler dabei auch mit Themen wie „Stammzellen“ und „Klonen“ auseinandersetzen.

Mithilfe der vorgelegten Unterrichtseinheit „Hybris oder Heilsbringer? – Der Streit um die Stammzellforschung“ werden – wie in den Richtlinien gefordert – die Funktion von toti-, pluri- und multipotenten Stammzellen und „verschiedene Formen des Klonens und die erhofften therapeutischen Möglichkeiten“ erarbeitet und diskutiert.

### Beispiel Nordrhein-Westfalen

In den Richtlinien für das Fach Biologie ist in den Jahrgangsstufen 12/13 das Thema „Genetische und entwicklungsbiologische Grundlagen von Lebensprozessen“ vorgesehen. Zu den wichtigsten Schwerpunkten zählt dabei der Aspekt „Fortpflanzung und Keimesentwicklung“.

Im Rahmen des Aspekts Fortpflanzungsmedizin soll es dabei beispielweise um die „Problematik der Einflussnahme des Menschen auf Fortpflanzung und Entwicklung“ oder das Embryonenschutzgesetz gehen.

Die Durchführung der geplanten Unterrichtsstunde ist gut dazu geeignet – wie in den Richtlinien gefordert – die Kenntnisse der Schüler über Fachmethoden wie Kerntransplantationen oder Klonen zu erweitern.

### Beispiel Sachsen

Laut dem sächsischen Lehrplan für das Gymnasium sind in der Jahrgangsstufe 12 im Lernbereich 4 „Entwicklungsbiologie“ neben Grundlagenthemen wie „Furchungs- und Gastrulationstypen“ auch „Ethische Aspekte der menschlichen Entwicklung“ zu vermitteln.

Gut passen würde die Stunde „Hybris oder Heilsbringer? – Der Streit um die Stammzellforschung“ zudem auch zum Lernbereich 1, in dem es um das Thema „Genetik und Immunbiologie“ geht. Im Schwerpunkt Humangenetik sollen dabei – wie im geplanten Unterricht vorgesehen – auch ethische Aspekte in Zusammenhang mit dem menschlichen Erbgut in den Unterricht einfließen.

### Beispiel Bayern

Das Thema Molekulargenetik gehört laut dem bayerischen Lehrplan für das Fach Biologie in der Jahrgangsstufe 12 sowohl im Grund- als auch im Leistungskurs zu den verbindlichen Unterrichtsinhalten. Dabei sollen die Schüler unter anderem verschiedene Aspekte der Gentechnik wie Klonierung kennen lernen.

Die vorgelegte Unterrichtsstunde kann dabei helfen, den „Schülern die unabdingbare Korrelation wissenschaftlich-technischen Könnens und ethischer Verantwortung“ deutlich vor Augen zu führen.

### **5. Vorschläge für einen fächerübergreifenden Unterricht**

„Zwischen Forscherdrang und moralischer Verantwortung - Wie weit darf die Wissenschaft gehen?“

So könnte das Thema für einen fächerübergreifenden Unterricht oder eine Projektwoche lauten, zu dem die vorgelegte Unterrichtsstunde einen wichtigen Beitrag leistet.

Der Schwerpunkt des Unterrichts in den Sozialwissenschaften liegt dabei auf den Begriffen Moral und Ethik. Dabei geht es unter anderem um folgende Fragen: Wie werden Moral und Ethik definiert? Wer legt moralische Grundsätze fest? Wie und warum verändern sich ethische Prinzipien im Laufe der Zeit? Welche Aufgaben und Möglichkeiten hat der Staat, um Wissenschaftler in ihrem Forschungsdrang einzuschränken?

Im Mittelpunkt des Fachunterrichts Biologie stehen neben der Stammzellforschung auch Themen wie die Entwicklung von biologischen Kampfstoffen (Anthrax, Pest etc.) oder das Für und Wieder genmanipulierter Organismen.

Die Fächer Chemie und Physik beschäftigen sich dagegen mit Aspekten wie Atom- oder Neutronenbomben, chemischen Kampfstoffen oder dem Streit über den Nutzen und die Gefahren der Kernenergie. Interessant für die Schüler sind dabei im Bereich der Naturwissenschaften keineswegs nur die biologischen, chemischen oder physikalischen Grundlagen der ausgewählten Forschungsthemen. Auch die Gründe der Wissenschaftler – womöglich trotz eigener ethischer Bedenken – die Forschung weiterzuführen, müssen erarbeitet und kontrovers diskutiert werden.

Vor diesem Hintergrund, der Verantwortlichkeit wissenschaftlichen Handelns, bietet sich im Deutschunterricht eine Auseinandersetzung an mit „Die Physiker“ von Friedrich Dürrematt oder „Der Fall Robert Oppenheimer“ von Heinar Kipphardt.

Dagegen lassen sich im Religions- oder Geschichtsunterricht die (religiös bedingten) Einschränkungen für Wissenschaftler in anderen Ländern oder anderen Epochen der Menschheitsgeschichte (Beispiel: Einflussnahme der Kirche auf die astronomische Forschung/Galilei oder die Geowissenschaften im 16./17. Jh.) thematisieren.