

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Humangenetik gestern und heute*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



Humangenetik gestern und heute – eine Einführung

Seite 1	Vorlauf	Inhalt	LIK	Glossar	Medisch
---------	---------	--------	-----	---------	---------

**M 3 Die klassischen Methoden der Humangenetik – Zwillingsforschung**

II/BS

Eine such wie vor allem die Zwillingsforschung die sich von den Traditionen, den die Umwelt bzw. die Gene auf einen Charakter haben. Man hat Forscher machen sich dabei die Eltern primäre Einfluss der Gene nach, andere, wachstum für einen bestimmten Einfluss der Umwelt. Die Zwillingsforschung hat zu diesem Thema wichtige Aussagen getroffen.

Beim Menschen gibt es zwei Arten von Zwillingen: eineiige Zwillinge (ZZ) setzen sie von unabhängig voneinander befruchteten Eizellen hervor, dagegen entstehen eineiige Zwillinge (ZZ) aus nur einer befruchteten Eizelle. Dank moderner zwingige Zwillingsforschung Instrumente – sie sind also menschliche Klone, die auf natürlichen Weise entstehen sind. In Studien werden eineiige und zweieiige Zwillinge, die in der gleichen Umwelt aufwachsen sind, mit zweieiigen Zwillingen, die getrennt aufwachsen sind, verglichen.

**Aufgaben**

1. Begründen Sie, warum eineiige Zwillinge nicht genetisch identisch sind.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Warum ist die Untersuchung von eineiigen Zwillingen, die getrennt aufwachsen, also in einer unterschiedlichen Umwelt groß werden, so interessant für die Forschung? Begründen Sie Ihre Antwort.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

© 2009, Auflage Juli 2009

## Humangenetik gestern und heute – eine Einführung



Foto: picture-alliance / dpa

II/B3

Juliette Irmer, Freiburg

---

Inhaltsübersicht

**Begründung des Reihenthemas**

**Fachwissenschaftliche Orientierung**

**Didaktisch-methodische Orientierung**

**Ziele der Reihe**

**Verlauf**

**Material**

**Lernerfolgskontrolle**

**Glossar**

**Mediothek**

*Begründung des Reibenthemas*

Lange Zeit war die Humangenetik die Wissenschaft von der Vererbung beim Menschen, bei der es vorwiegend um das Erkennen von Erbkrankheiten und das Verstehen der zugrunde liegenden Vererbungsmechanismen ging. Durch die enormen Fortschritte in der biomedizinischen Forschung und vor allem durch die Entschlüsselung des menschlichen Genoms ist die DNA-Diagnostik und auch die Anwendung der Gentechnologie auf den Menschen in den Vordergrund gerückt. Die daraus resultierenden Möglichkeiten stellen unsere moralischen und ethischen Grundvorstellungen auf den Prüfstand. Sie haben eine in Politik, Wissenschaft und Öffentlichkeit national und international heftige und kontroverse Diskussion ausgelöst. Mehr denn je ist die Humangenetik damit ein Thema für die Schule.

*Fachwissenschaftliche Orientierung*

In der Humangenetik sind heute Eingriffe möglich, die noch vor 20 Jahren nach Science-Fiction geklungen hätten. Folgende Möglichkeiten werden heute offen diskutiert bzw. in manchen Ländern schon angewandt:

**Fortpflanzungsmedizin:**

- In vielen Ländern ist die **Pränatale Implantationsdiagnostik (PID)** bereits zulässig. Dabei werden mehrere Embryonen *in vitro* erzeugt und nur diejenigen der Mutter eingepflanzt, die nach heutigem Stand der Wissenschaft als genetisch gesund gelten.
- Die **pränatale DNA-Diagnostik**, bei der die DNA des sich entwickelnden Kindes untersucht wird, wird bereits bei vielen Schwangeren (z.B. wenn in der Familie bestimmte Krankheiten auftreten oder die Schwangere als Spätgebärende gilt) durchgeführt. Wird ein genetischer Defekt festgestellt, müssen die Eltern entscheiden, ob sie das Kind abtreiben oder aber austragen wollen.
- Beim **reproduktiven Klonen** würde die genetische Kopie eines Menschen erzeugt werden. Kinderlose Menschen, denen auf keinem anderen Weg geholfen werden kann, sollen damit zu ihrem Wunschkind gelangen können.

**Medizinische Forschung:**

- **Embryonale Stammzellen (ES)** werden aus frühen Embryonen (dem Blastozysten-Stadium, ca. 12 Tage) zu Forschungszwecken gewonnen. Ziel dieser Forschung ist die Herstellung menschlicher Gewebe und damit die Heilung bestimmter Krankheiten wie Parkinson oder Herzinfarkt. Weitere Möglichkeiten ergeben sich in der Züchtung ganzer Organe.
- Das **therapeutische Klonen** ist methodisch eine Mischung aus Klontechnik und Herstellung von embryonalen Stammzellen. Ziel ist die Entwicklung neuer Therapieverfahren. So sollen embryonale Stammzellen von Patienten gewonnen werden und je nach Leiden des Patienten entsprechend manipuliert und wieder zurückgeführt werden.
- Bei der **postnatalen DNA-Diagnostik** geht es darum, bestimmte Gene oder Gen-Mutationen/Defekte nachzuweisen und zu identifizieren. Aus dem Ergebnis lassen sich Wahrscheinlichkeiten für spätere Erkrankungen ablesen.
- Bei der **Gentherapie** muss man zwischen der somatischen Gentherapie und der Keimbahntherapie unterscheiden. Grundsätzlich geht es um eine aktive Veränderung der DNA. Bei der somatischen Gentherapie bezieht sich die Veränderung nur auf Körperzellen. Bei der Keimbahntherapie werden Keimbahnzellen verändert, so dass die Veränderungen an mögliche Nachkommen weitergegeben werden. Die Keimbahntherapie ist in den meisten Ländern verboten.

<b>Reihe 1</b> S 3	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b>	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Mediothek</b>
-----------------------	----------------	-----------------	------------	----------------	------------------

Grundsätzlich ist durch die Entschlüsselung des menschlichen Genoms und den damit verbundenen enormen Wissenszuwachs mit weiteren Fortschritten in der biomedizinischen Forschung zu rechnen. Im Folgenden wird kurz auf die **ethische Problematik** der einzelnen Methoden eingegangen.

Bei den **pränatalen Methoden** (PID, pränatale DNA-Diagnostik), die darauf abzielen, die genetische Gesundheit eines sich entwickelnden Kindes zu überprüfen – wohlbemerkt nur im Rahmen der bisher bekannten und nachweisbaren DNA-Schädigungen – wird es mit dem Wissenszuwachs auch immer mehr Kriterien zur Überprüfung geben. In den Medien wird von der „Neuen Eugenik“ oder dem „Eugenischen Abtreibungsboom“ gesprochen. Zu bedenken ist, dass es selbst bei umfassender genetischer Kontrolle keine 100%ige Sicherheit für ein gesundes Kind gibt. Weiter könnten die Selektionskriterien eines Tages auch auf andere Merkmale wie z.B. Aussehen oder Intelligenz ausgedehnt werden (Stichwort: „Mensch nach Maß“).

Voraussetzung für die Durchführung von **postnatalen DNA-Tests** sind Kenntnisse über Gensequenzen und die Genfunktion, d.h., es werden sich mit der Zeit immer mehr Krankheiten nachweisen lassen. Mit diesem Wissen könnte die entsprechende Vorsorge getroffen werden. Solche Tests geben erstens aber nur Erkrankungswahrscheinlichkeiten wieder und zweitens sind die nachgewiesenen Krankheiten nicht zwangsläufig heilbar. Ein weiterer Punkt ist, dass solche Ergebnisse unbedingt dem Datenschutz unterliegen müssen, da z.B. Versicherungen an solchen Testergebnissen großes Interesse hätten.

Für die **Gewinnung embryonaler Stammzellen** wird der Tod des frühen Embryos in Kauf genommen. Die Forschung steht erst am Anfang und es gibt bereits einige vielversprechende Ergebnisse im Tiermodell. Jedoch kann niemand vorhersagen, ob sich die hoch gesteckten Ziele damit je erreichen lassen. Hier stellt sich also die Frage, wessen Recht schwerer wiegt: das des ungeborenen Lebens auf den Schutz seiner Menschenwürde oder die mögliche Heilung vieler kranker Menschen.

Bei der **Gentherapie** schließlich wird das Erbgut eines Menschen *aktiv* verändert, um einen Gendefekt auszugleichen. Die Methode ist noch weit davon entfernt, perfekt zu funktionieren. Sollten die Schwierigkeiten aber eines Tages behoben werden können, so fürchten kritische Stimmen, ist eine Ausweitung der genetischen Veränderungen leicht vorstellbar. In den Medien wird diesbezüglich von „Super-Menschen“ berichtet und immer wieder Aldous Huxleys „Schöne neue Welt“ zitiert.

Das **Klonen** von Menschen und Tieren bereitet noch viele Schwierigkeiten und die Erfolgsquote ist gering. Schon diese Tatsache wirft ethische Probleme auf: denn zur Verbesserung der Technik würden viele menschliche Embryonen „verbraucht“ werden. Dies gilt in vielen Ländern als ethisch unzulässig. Hier scheint sich weltweit ein Verbot der Methode bzw. der Forschung abzuzeichnen.

Im Februar 2004 gelang es einer südkoreanischen Forschergruppe zum ersten Mal, einen Menschen zu klonen. Dieser menschliche Klon soll dazu verwendet werden, embryonale Stammzellen zu gewinnen. Im Gegensatz zu vorherigen dubiosen Klonmeldungen, handelt es sich bei dieser Klonierung um dokumentierte und nachprüfbar Experimente, die in der angesehenen Fachzeitschrift *Science* publiziert wurden. Eine Wiederholung und Bestätigung der Experimente durch andere Wissenschaftler steht jedoch noch aus.

Bei allen anderen hier genannten Methoden sind die Diskussionen, sowohl innerhalb der einzelnen Länder als auch Europa- bzw. weltweit, sehr kontrovers. Gleiches gilt für die gesetzliche Handhabung, die in verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich ist. Deutschland gehört in seiner Gesetzgebung hinsichtlich dieser Forschung auf jeden Fall zu den restriktiven Ländern:

Durch das Embryonenschutzgesetz von 1991 sind das reproduktive Klonen, die Herstellung von embryonalen Stammzellen, die PID und die Keimbahntherapie verboten. Das Embryonenschutzgesetz geht davon aus, dass der Mensch bereits ab dem Zeitpunkt der Befruchtung unter dem Schutz der Menschenwürde steht. Hieraus ergibt sich das verfassungsrechtliche

Verbot der Instrumentalisierung menschlichen Lebens. Ethische Diskussionen entbrennen unter anderem deswegen, weil andere Positionen den Zeitpunkt der Einnistung (Nidation) des Embryos in die Gebärmutter (ca. 14 Tage nach der Befruchtung) als ebenso zwingende Bedingung der menschlichen Entstehung betrachten wie die Befruchtung selbst. Dem Embryo wird hier im Laufe seiner Entwicklung zunehmende Schutzwürdigkeit zugestanden und eine Abwägung zwischen dem Recht des Embryos auf Schutz und dem Recht kranker Menschen auf Heilung als zulässig erklärt.

### *Didaktisch-methodische Orientierung*

Es empfiehlt sich, die Humangenetik am Ende der Unterrichtseinheit Genetik vorzustellen, da sowohl Kenntnisse der klassischen Genetik (dominant/rezessive Erbgänge) sowie der allgemeinen Genetik/Molekulargenetik (Meiose, Chromosomen, Aufbau der DNA, Einteilung in Gene etc.) Voraussetzung für das Verständnis des komplexen Themas sind.

Das Thema Humangenetik wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Es sollte daher auch an der Schule möglichst breit behandelt werden, d.h. möglichst fächerübergreifend unterrichtet werden. Anbieten würden sich die Fächer Mathematik, Religion/Ethik und Deutsch.

Zunächst sollen die Schülerinnen und Schüler den historischen Verlauf der Humangenetik nachvollziehen. Für diese Reihe heißt das konkret, dass mit den klassischen Methoden wie Stammbaumforschung und Zwillingsforschung begonnen wird – Methoden, die sich auf der Ebene ganzer Organismen abspielen. Weiter geht es mit der zellulären Ebene, der Zytogenetik, um schließlich auf die molekulare Ebene zu gelangen. Zu Anfang steht das Einordnen von Erbkrankheiten, gefolgt von der Zuordnung zu einem Erbgang. Anschließend die Zuordnung zu einem Chromosom, dann zu einem Gen und schließlich die Zuordnung des Gens zum entsprechenden Chromosom. Die Schülerinnen und Schüler bekommen so ein Gefühl dafür, was biomedizinischer Fortschritt eigentlich bedeutet. Sie erkennen, dass mit Erreichen der molekularen Ebene und vor allem mit dem Verstehen der molekularen Mechanismen DNA-Diagnostik und Gentechnologie erst möglich werden.

Die Möglichkeiten der Humangenetik, die sich durch die Anwendung von molekularen Methoden ergeben, sind vielfältig. Daher fällt es den Schülerinnen und Schülern schwer, einen Überblick über all die unterschiedlichen Aspekte der Humangenetik zu wahren. Auf eine detaillierte Darstellung aller möglichen Methoden wurde zugunsten des Überblicks verzichtet.

In der letzten Stunde erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Übersicht über die ethisch umstrittenen Methoden der Humangenetik. Eine Diskussion über die Vor- und Nachteile dieser Methoden sollte sich anschließen. Für ein besseres Verständnis der Tragweite des Themas ist es sinnvoll, einen entsprechenden Film zu zeigen (siehe Mediothek).

Weitere Hintergrundinformation sowie Arbeitsblätter zu den angesprochenen Methoden wie z.B. Klonen oder Gentherapie finden Sie in den Beiträgen „Gentechnologie – eine Einführung“ (RAAbits Biologie, II/B.4, Reihe 2) und „Stammzellforschung – ein Überblick“ (RAAbits Biologie, V/B, Beitrag 9).

### *Ziele der Reihe*

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die wissenschaftliche Entwicklung der Humangenetik nachvollziehen können;
- die wichtigsten Methoden der Humangenetik kennen lernen;
- die Anwendungen der Humangenetik kennen lernen;
- die ethische Problematik der Humangenetik erkennen;
- die Chancen und die Risiken der neuen Entwicklungen abwägen können.

*Verlauf***Stunde 1****Die klassischen Methoden der Humangenetik**

Material	Verlauf
M 1–M 3	Die Schülerinnen und Schüler werden mithilfe der beiden Textauszüge (M 1) auf die Problematik des Themas eingestimmt. Eigentlicher Schwerpunkt dieser Stunde sind die klassischen Methoden der Humangenetik, also die Familienforschung und die Zwillingsforschung. Die Einstiegstexte bzw. deren Inhalt werden am Ende der Unterrichtseinheit noch einmal ausführlich diskutiert.

II/B3

**Stunden 2–3****Vererbung von Krankheiten**

Material	Verlauf
M 4, M 5	Zu Beginn dieser Doppelstunde werden die Hausaufgaben besprochen, d.h., die Schülerinnen und Schüler stellen sich gegenseitig die unterschiedlichen Erbgänge von Erbkrankheiten vor. In der zweiten Stunde wird in Partnerarbeit intensiv die Erstellung und Auswertung von Stammbäumen geübt.

**Stunde 4****Methoden der Humangenetik: Zytogenetik**

Material	Verlauf
M 6–M 7	Thema dieser Unterrichtsstunde sind die Chromosomen des Menschen. Die Schülerinnen und Schüler lernen einige grundlegende zytogenetische Methoden der Humangenetik kennen, wie die Erstellung eines Karyotyps, die Herstellung von Fusionszellen und die In-situ-Hybridisierung. Das heißt, sie lernen auch die ersten Methoden der Genkartierung kennen.

## Stunde 5

### Methoden der Humangenetik: molekularbiologische Methoden

Material	Verlauf
M 8, M 9	Die Schülerinnen und Schüler lernen genetische Marker und ihre Anwendung in der Humangenetik kennen. Zum einen den Restriktionsfragment-Längenpolymorphismus (RFLP), der zur Genkartierung eingesetzt wird, und die Mikrosatelliten-DNA, mit der heute der genetische Fingerabdruck eines Menschen erstellt wird, eine Methode die z.B. bei Vaterschaftsanalysen oder auch in der Kriminalistik zur Täterbestimmung herangezogen wird. Hiermit sind die Schülerinnen und Schüler auf der molekularen Ebene der Humangenetik angelangt. Die Vorstellung des Human-Genom-Projekts (HGP), des bislang größten und ehrgeizigsten Projekts der Biologie, rundet die Stunde ab. Falls genug Zeit bleibt, ist der Besuch der HGP-Internetseite oder der Chromosomenkarte des Menschen lohnend (siehe Erläuterungen).

## Stunden 6–7

### Humangenetik heute

Material	Verlauf
M 10, M 11	Den Schülerinnen und Schülern werden die ethisch umstrittenen Methoden der Humangenetik vorgestellt. Sie sollen die Chancen, aber auch die Risiken dieser Anwendungen kennen lernen, besonders im Hinblick auf die weiteren Möglichkeiten durch die Erforschung unseres Genoms. Im Anschluss sollen die Fragen von M 11 diskutiert werden. Falls genug Zeit bleibt, ist die Vorführung eines Films zu diesem Thema sinnvoll.

Reihe 1	Verlauf	Material S 1	LEK	Glossar	Mediothek
---------	---------	-----------------	-----	---------	-----------

### Materialübersicht

M 1	(Tx)	Was ist Humangenetik?
M 2	(Ab)	Die klassischen Methoden der Humangenetik – Familienforschung
M 3	(Ab)	Die klassischen Methoden der Humangenetik – Zwillingsforschung
M 4	(Ab)	Menschliche Erbkrankheiten
M 5	(Ab, FoVo)	Welcher Erbgang ist es?
M 6	(Ab)	Die Chromosomen des Menschen
M 7	(Ab)	Zytogenetische Methoden
M 8	(Fo)	Elektrophoretische Auftrennung von DNA
	(Ab)	Genetische Marker
M 9	(Ab)	Human-Genom-Projekt (HGP)
M 10	(Tb)	Humangenetik heute – ein Überblick
M 11	(Ab)	Humangenetik in der Diskussion

**Die Erläuterungen und Lösungen finden Sie ab Seite 18.**



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*Humangenetik gestern und heute*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



Humangenetik gestern und heute – eine Einführung

Seite 1	Vorlauf	Material	LK	Glossar	Medisch
---------	---------	----------	----	---------	---------

**M 3 Die klassischen Methoden der Humangenetik – Zwillingsforschung**

II/BS

Eine such wie vor allem die Debatte dreht sich um den Einfluss, den die Umwelt bzw. die Care auf eines Organismus haben. Manche Forscher machen sich dabei an einen gewissen Einfluss der Care auf, andere wiederum für einen gewissen Einfluss der Umwelt. Die Zwillingsforschung hat zu diesem Thema wichtige Aussagen getroffen.

Bei Menschen gibt es zwei Arten von Zwillingen: eineiige Zwillinge (ZZ) setzen sie von zwei Eizellen, von zwei Spermien, die sich unabhängig voneinander gebildet haben, hervor. Siegen zweieiige Zwillinge (ZZ) sie nur eine befruchtete Eizelle. Diese beiden einiigen Zwillinge genetisch identische Individuen – sie sind also menschliche Klone, die auf natürliche Weise entstehen sind. In Studien werden einiige und zweieiige Zwillinge, die in die gleiche Umwelt aufwachsen sind, mit einiigen Zwillingen, die getrennt aufwachsen sind, verglichen.

**Aufgaben**

1. Begründen Sie, warum zweieiige Zwillinge nicht genetisch identisch sind.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Warum ist die Untersuchung von einiigen Zwillingen, die getrennt aufwachsen, also in einer unterschiedlichen Umwelt groß werden, so interessant für die Forschung? Begründen Sie Ihre Antwort.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

© 2009, Auflage Juli 2009