

## Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft

---

### Kurzinformation zum Unterrichtsmaterial

Fach/Fächer	<i>Chemie, Physik, Biologie, Wirtschaftslehre, Politik / SoWi, Religion / Ethik</i>
Schulform	<i>Realschule, Gymnasium, Berufsschule</i>
Jahrgangsstufe(n)	<i>Sekundarstufe II</i>
Zeitraum	<i>2 Unterrichtsstunden</i>

### Autor

Dr. Peter Kührt ist Lehrer an einer kaufmännischen Berufsschule in Nürnberg und unterrichtet Wirtschaftslehre, Sozialkunde und EDV bei Bankkaufleuten.

### Einführung

Diese Unterrichtseinheit zur Frage der Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft thematisiert anhand eines Erklär-Videos die Grenzen wissenschaftlicher Freiheit. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich dabei – methodisch variierend und anhand praktischer Beispiele – eine eigene Werthaltung.

### Beschreibung der Unterrichtseinheit

Die Schülerinnen und Schüler werden in mehreren Lernrunden mit den negativen Folgen wissenschaftlichen Fortschritts konfrontiert und anhand praktischer Beispiele zur Artikulation eigener Urteile angehalten. Am Ende der Unterrichtseinheit sollen sie Grundpositionen eines neuen hippokratischen Eides für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler formulieren.

Diese Unterrichtseinheit ist in Zusammenarbeit mit dem Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau entstanden, das mit dem Nobelpreis ausgezeichnete Forschung Schülerinnen und Schülern, Studierenden sowie dem wissenschaftlichen Nachwuchs näherbringen möchte. Die Unterrichtseinheit ergänzt dabei das Materialangebot der [Mediathek der Lindauer Nobelpreisträgertagungen](#) um konkrete Umsetzungsvorschläge für die Unterrichtspraxis in den Sekundarstufen. Weitere Unterrichtseinheiten aus diesem Projekt finden Sie im Themendossier „Die Forschung der Nobelpreisträger im Unterricht“ bei [Lehrer-Online](#).

## Ablauf der Unterrichtseinheit

Phase, Dauer	Inhalt	Sozial- / Aktionsform
Einstieg (5 Minuten)	Die Gedanken der Lernenden werden anhand eines Fotos zu den schrecklichen Folgendes ersten Einsatzes von Nuklearwaffen geleitet. (Arbeitsblatt 1)	stummer Impuls, Plenum
Erarbeitungsphase I (20 Minuten)	Die Lernenden setzen sich auf der Basis des Erklär-Videos „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“ und eines Arbeitsblattes mit den Folgen des ersten Atombombenabwurfs auseinander, mit der Mehrheitsmeinung in den USA und den Skrupeln des Physikers Hans Bethge, der an der Entwicklung der Atombombe beteiligt war. (Arbeitsblatt 2)	Gruppenarbeit, Internetrecherche
Erarbeitungsphase II und Vertiefung (30 Minuten)	Die Lernenden setzen sich auf der Basis des Erklär-Videos „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“ und eines weiteren Arbeitsblattes mit der Freiheit der Wissenschaft und den Forderungen von Dickinson Richards auseinander, dass diese Grenzen haben müsse. Am Beispiel des Klonens von Menschen werden die Lernenden mit diesem Freiheitsgrundsatz konfrontiert, um dann in freier Rede die Pro- und Contra-Position zu dieser Frage vorzutragen. Abschließend karikieren sie einen allzu wertfreien Wissenschaftler in einem Sketch. (Arbeitsblatt 3)	Gruppenarbeit, Internetrecherche, Schülervortrag, Sketch
Erarbeitungsphase III und Vertiefung (35 Minuten)	Die Lernenden definieren den Menschen als „Diener der Natur“, stellen anhand von drei konkreten Beispielen die guten und schlechten Auswirkungen gegenüber und versuchen schließlich, einen Verhaltenskodex für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu formulieren. (Arbeitsblatt 4)	Gruppenarbeit, Museumsrundgang

## Didaktisch-methodischer Kommentar

---

### Das Thema Verantwortung der Wissenschaft im Unterricht

Die Freiheit der Wissenschaft ist nicht nur in der UN-Charta verankert, sie auch ein Grundpfeiler der Aufklärung und des technischen Fortschritts. Nur eine freie Wissenschaft kann ungehindert nach Lösungen für die Probleme der Menschheit suchen. Ihre Erfolge sind überwältigend. Gleichzeitig aber wird diese Freiheit immer wieder heftig kritisiert, wenn sie an ethisch-moralische Grenzen stößt oder die negativen Auswirkungen von Neuerungen und Erfindungen offen zutage treten.

Hat die Wissenschaft also ihre geistige Mitte verloren, wie der Nobelpreisträger Werner Forßmann dies formuliert, ihren Kompass für richtig und falsch, gut und böse? Braucht die Wissenschaft eine neue Ethik und eine Selbstverpflichtung des modernen Forschers beziehungsweise der modernen Forscherin, der Menschheit und der Natur zu dienen?

### Vorkenntnisse

Die Unterrichtseinheit setzt keine speziellen Kenntnisse der Lernenden voraus. Ein Grundwissen über den Zweiten Weltkrieg und die Gentechnik wäre jedoch hilfreich.

### Didaktische Analyse

Nur durch das Hinterfragen der Realität kann man ihre Gesetzmäßigkeiten erkennen. Ein wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt ist aber nur möglich, wenn sich die Wissenschaft frei von staatlicher, gesellschaftlicher oder religiöser Einschränkung entfalten kann. Andererseits müssen Forscherinnen und Forscher aber auch akzeptieren, dass sie sich an wissenschaftliche Regeln halten müssen (epistemische Grenzen) und dass sie die Folgen ihres Handelns reflektieren müssen (nicht epistemische Grenzen).

Schülerinnen und Schüler können diesen Konflikt sicherlich nur dann erkennen und nachvollziehen, wenn sie mit realen Dilemmata-Situationen der Forschung konfrontiert werden. Die Gentechnik ist hierfür ein Paradebeispiel.

### Methodische Analyse

Abstrakte Diskussionen, wie die um die Grenzen der Freiheit der Forschung, werden für Schülerinnen und Schüler nur nachvollziehbar und erfahrbar, wenn sie deren Ausgangssituationen in realen oder zumindest simulierten Dilemmata-Situationen nachspielen, nachdenken und nachempfinden. Es ist daher zwingend erforderlich, die Lernenden mit methodisch abwechslungsreichen Lernszenarien zu konfrontieren, die einen hohen Grad an Schülerelbsttätigkeit beinhalten.

## Arbeitsblätter

---

### Arbeitsblatt 1:

Dieses Arbeitsblatt dient in Form eines stummen Impulses zum Einstieg in das Thema „Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft“.

### Arbeitsblatt 2:

Dieses Arbeitsblatt zum Thema „Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft“ konfrontiert die Lernenden am Beispiel der Atombombe mit den Folgewirkungen wissenschaftlicher Erfindungen.

### Arbeitsblatt 3:

Dieses Arbeitsblatt zum Thema „Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft“ fragt am Beispiel des Klonens von Schafen und Menschen nach den Grenzen wissenschaftlicher Freiheit.

### Arbeitsblatt 4:

Dieses Arbeitsblatt zum Thema „Verantwortung der Wissenschaft gegenüber der Gesellschaft“ fordert einen Verhaltens-Kodex für Wissenschaftler.

## Internetadressen

---

1. <http://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/33617/2014-mini-lecture-sience-ethics-society-de>

Unter diesem Link finden Sie das dieser Unterrichtseinheit zugrundeliegende Erklär-Video „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“.

2. <http://www.zeit.de/news/2016-05/27/geschichte-obama-in-hiroshima-erinnerung-und-mahnung-zugleich-27133009>

Unter diesem Link finden Sie Informationen zu den Folgen des Atombombenabwurfs auf Hiroshima.

3. <http://www.handelsblatt.com/panorama/aus-aller-welt/erfinder-der-atombombe-wurde-98-jahre-alt-nobelpreistraeger-bethe-gestorben/2481954.html>

Unter diesem Link finden Sie Näheres zum Nobelpreisträger Hans Bethge.

4. [http://www.wissenschau.de/stammzellen/stammzellen\\_kerntransfer.php](http://www.wissenschau.de/stammzellen/stammzellen_kerntransfer.php)

Unter diesem Link finden Sie eine verständliche Erklärung zum Klonen des Schafs „Dolly“.

5. <http://biotechlerncenter.interpharma.ch/2310-ethische-aspekte-das-klonen-von-menschen-ist-verboten>

Hier finden Sie Näheres zum reproduktiven und therapeutischen Klonen.

6. <http://www.drze.de/im-blickpunkt/stammzellen/gesetze-und-regelungen>

Hier finden Sie die aktuellen gesetzlichen Regelungen zur Stammzellenforschung.



## Kompetenzen

---

### Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler...

...können die Notwendigkeit einer freien Wissenschaftsausübung darstellen und begründen.

...können die Notwendigkeit von ethischen Grenzen einer freien Wissenschaftsausübung erläutern und begründen.

...können Eckpunkte einer denkbaren ethischen Selbstverpflichtung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern benennen und erläutern.

### Medienkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler...

...können den Informationsgehalt eines Erklärvideos erfassen, strukturiert und aufgabengenbezogen wiedergeben und anwenden.

...recherchieren Hintergrundinformationen im Internet.

...können Videoclips sequentiell abspielen.

### Sozialkompetenz

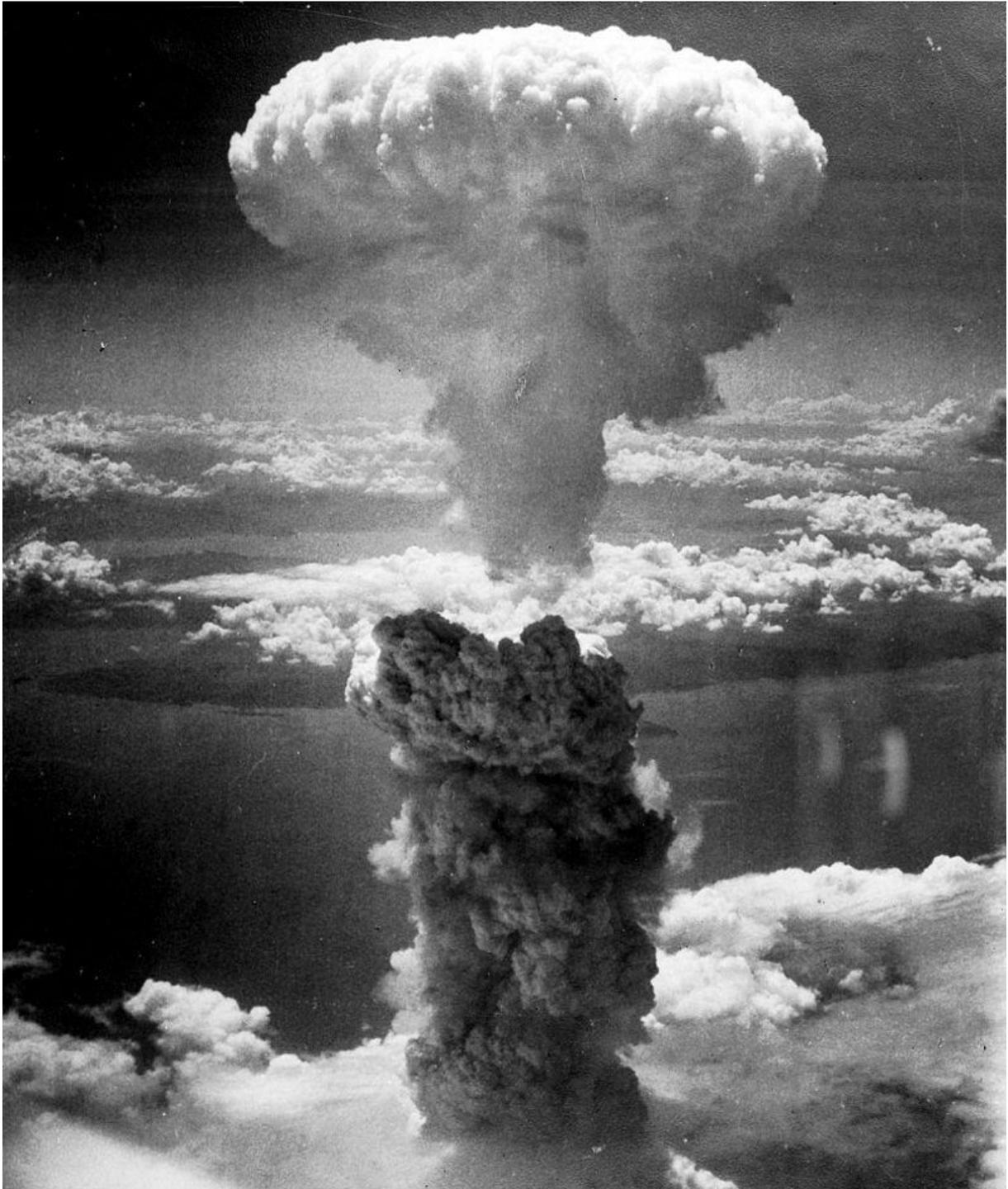
Die Schülerinnen und Schüler...

...arbeiten konstruktiv in Teams zusammen.

...setzen sich mit den Arbeitsergebnissen anderer Gruppen konstruktiv und respektvoll auseinander.

...entwickeln Fachwissen und Werturteile zu schwierigen gesellschaftlichen Fragen und können diese auch gegenüber anderen erläutern und argumentativ vertreten.

## Womit assoziieren Sie die Namen „Hiroshima“ und „Nagasaki“?



Bildquelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nagasakibomb.jpg>

## Kann der Bau einer Atombombe richtig sein?

### Hiroshima: Erinnerung und Mahnung

Am Morgen des 6. August 1945 warf der US-Bomber „Enola Gay“ eine Atombombe über dem Shima-Krankenhaus mitten im Zentrum Hiroshimas ab. Der Name der Bombe, „Little Boy“, klang harmlos; die Feuerwalze der Atomexplosion und ihre radioaktiven Verstrahlungen haben aber bis heute nichts von ihrem Schrecken verloren.

Zur Zeit des Bombenabwurfs hielten sich etwa 350.000 Menschen in Hiroshima auf, darunter Soldaten und Zwangsarbeiter aus Korea, Taiwan und Festlandchina sowie amerikanische Kriegsgefangene. Davon starben schätzungsweise mehr als 70.000 Menschen sofort und weitere 70.000 in den Monaten danach. Die genaue Opferzahl wird sich nie ermitteln lassen, weil viele Menschen erst an den Spätfolgen der Strahlung starben.

Eine zweite Bombe traf drei Tage später Nagasaki. Dort starben bis Jahresende etwa 70.000 Einwohner. Es waren die ersten und bisher einzigen Nuklearwaffen-Angriffe der Kriegsgeschichte.

Die Vision einer Welt ohne Atombomben

Ihre Folgen waren aber so entsetzlich, dass es bis heute keine Regierung der Welt mehr gewagt hat, Atombomben einzusetzen. Vielmehr gab es viele Initiativen, die Zahl der vorhandenen Atomwaffen zu verringern und die Erde wieder atomwaffenfrei werden zu lassen. Leider waren diese Versuche erfolglos, und im Augenblick sieht es eher so aus, dass auch kleine Staaten versuchen, in den Besitz von Atomwaffen zu kommen, um deren Abschreckungspotential nutzen zu können.

2016 besuchte der damalige US-Präsident Obama Hiroshima und gedachte der Unschuldigen, die während des Zweiten Weltkrieges ums Leben gekommen sind. Er wiederholte seine Vision einer Welt ohne Atombomben, die er schon zu Beginn seiner Amtszeit im Jahr 2009 in einer Rede in Prag formuliert hatte und wofür er im gleichen Jahr auch den Friedensnobelpreis erhielt.

Obama hat sich allerdings bei den japanischen Opfern nicht entschuldigt. In der amerikanischen Öffentlichkeit besteht auch heute noch große Einigkeit darin, dass der Einsatz der Atombomben im Krieg gegen Japan gerechtfertigt gewesen sei und weiteres Leid verhindert hat. Diese Einschätzung wird in den USA von keiner Seite ernsthaft in Frage gestellt.

### Ein Nobelpreisträger und die Bombe

Der deutsche Nobelpreisträger Hans Albrecht Bethe steht stellvertretend für die innerliche Zerrissenheit zwischen Forschungsdrang und gesellschaftlicher Verantwortung. Bethe war 1967 für seine Arbeiten zur Energie-Entstehung in Sternen mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet worden. Er war aber auch maßgeblich an der Entwicklung und am Bau der Atombomben beteiligt, die auf Hiroshima und Nagasaki abgeworfen wurden.

Hans Bethe wurde 1906 als Sohn eines Physiologie-Professors in Straßburg geboren, das damals zu Deutschland gehörte. Er studierte in München Physik, als die weltberühmten Wissenschaftler und

späteren Nobelpreisträger Erwin Schrödinger und Werner Heisenberg dort gerade die Quantenmechanik entscheidend vorantrieben. Weil seine Mutter Jüdin war, wurde er 1933 von der Universität Tübingen ausgeschlossen, wo er eine Stelle als Assistenzprofessor hatte. Daraufhin wurde er Professor an der US-amerikanischen Cornell University in Ithaca im Bundesstaat New York, die zu den renommiertesten Universitäten der Welt zählt.

Aus Sorge, dass das Hitler-Deutschland die Atombombe zuerst bauen und den Krieg damit entscheiden könnte, unterstützte Hans Bethe die USA bei der Entwicklung einer solchen Bombe im Rahmen des „Manhattan Project“. Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs engagierte er sich zwar für die Abrüstung und Rüstungskontrolle, beteiligte sich aber trotz aller Bedenken während des Korea-Krieges nochmals kurze Zeit an der Entwicklung einer verbesserten Wasserstoffbombe. Unmittelbar danach räumte er aber ein, dass er in all den Jahren beständig Zweifel gehabt habe, ob er mit der Wirkung am Bau der Atombombe das Richtige getan habe. Später führte er Kampagnen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie an, äußerte sich kritisch zum „Star Wars“-Programm der amerikanischen Regierung und appellierte wiederholt an seine Wissenschaftskollegen, sich nicht länger an der Entwicklung von Nuklearwaffen zu beteiligen.

Bethe starb im Alter von 98 Jahren. Er war der letzte Überlebende einer großen Reihe von bedeutenden deutschen Physikern.

### **Aufgaben:**

Schauen Sie sich den Video-Clip „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“ an und beantworten Sie dann die folgenden Fragen.

<http://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/33617/2014-mini-lecture-sience-ethics-society-de>

1. Welche Folgen hatte der Abwurf der ersten beiden Atombomben in Japan?
2. Warum hält die Mehrheit der Amerikaner den Abwurf der Bomben dennoch auch heute noch für gerechtfertigt?
3. Warum hat der Nobelpreisträger Hans Bethe den Bau einer Atombombe zwar unterstützt, aber immer das Gefühl gehabt, etwas Falsches getan zu haben?
4. Welche Forderung stellt der Nobelpreisträger Roald Hoffmann in dem Video-Clip „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“ an alle Wissenschaftler und Erfinder?
5. Können die Erfindung und der Bau einer schrecklichen Waffe zur Vernichtung von Menschen also richtig sein?

## Braucht die Freiheit der Wissenschaft Grenzen?

### Von menschlichen Ersatzteillagern und Wunschkindern

Am 5. Juli 1996 kam das Schaf „Dolly“ zur Welt, so wie Lämmer eben geboren werden. Geschaffen aber wurde es von britischen Gentechnikern fünf Monate zuvor in einem Reagenzglas als Probe „6LL3“. Dolly entwickelte sich aus dem Erbgut einer Körperzelle, nicht aus einer befruchteten Eizelle. Damit war Dolly die erste Kopie eines erwachsenen Schafs. Und die Aufregung war groß: Befürworter der Technik erhofften sich vom Klonen Heilmethoden für Krankheiten wie Krebs oder Alzheimer. Skeptiker hingegen warnten vor einer Horrortechnik, mit der eines Tages geklonte Menschen in die Serienproduktion gehen könnten.

20 Jahre später ist es ruhiger geworden um das Klonschaf. Die Horrorvisionen von in Serie produzierten menschlichen Klonen haben sich nicht erfüllt. Es wäre zwar theoretisch denkbar, nach dem Dolly-Prinzip menschliche Klone zu erzeugen, beispielsweise für Ersatzorgane. Die praktische Umsetzung hingegen erscheint aus heutiger Sicht wirklichkeitsfern.

Hingegen ist das Klonen von Pflanzen und Tieren inzwischen alltäglich. Nicht nur in den USA und China ist das Klonen von preisgekrönten Rindern inzwischen ein lukratives Geschäft. In Südkorea versprechen findige Geschäftsleute sogar, geliebte Haustiere posthum wieder auferstehen zu lassen.

Alltägliche Technik oder „ethischer Sündenfall“?

Aber auch in der Forschung ist Klonen noch immer eine wichtige Technik. Dabei geht es nicht nur um die einfache Reproduktion von Versuchstieren wie Mäusen, Schweinen und Ziegen. Mit der Dolly-Methode lassen sich auch genetisch veränderte Tiere mit ganz bestimmten Eigenschaften erschaffen. So erforscht man beispielsweise an geklonten Schweinen, denen die Krankheit Mukoviszidose verursachende Gene eingepflanzt wurden, Krankheitsverläufe und die Wirkung von Medikamenten.

Dennoch wurde mit dem Schaf Dolly möglicherweise eine ethische Grenze überschritten: Darf der Mensch Lebewesen im Reagenzglas erschaffen? Darf der Mensch in die Schöpfung eingreifen? Und wo müssen die Grenzen der Gentechnik liegen, damit Klonen nicht zum Albtraum wird?

Weniger ethisch verwerflich ist es sicherlich, wenn man bei Kindern durch Genmanipulationen absehbare Erbkrankheiten verhindert. Nicht wenige Menschen könnten sich aber schon bald für ihre späteren Kinder bestimmte Eigenschaften wünschen: 186 cm groß und blaue Augen! Oder soll es sogar ein Fußballstar werden?

Heftig umstritten ist auch das „therapeutische“ Klonen. Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Züchtung von Gewebe mit körpereigenem Erbgut. Einer Eizelle wird der Zellkern entnommen und durch den Kern einer Zelle der Person ersetzt, für die genetisch identisches

Gewebe erzeugt werden soll. Die Eizelle teilt sich im Reagenzglas mehrmals und wächst so zu einem frühen Embryonalstadium heran. Nach einigen Tagen können embryonale Stammzellen entnommen werden. Sie können sich zu jedem Gewebetyp (z.B. Leberzellen) aber nicht zu einem Menschen entwickeln. Mit diesem Gewebe erhofft man sich die Heilung verschiedener Krankheiten.

Höchst unterschiedliche Gesetzeslage

Darf der Mensch also in die Eizelle eingreifen, wenn dadurch kranke Menschen geheilt werden können? Ist es aus religiösen Gründen unverantwortbar, Embryonen zu gewinnen und wieder zu zerstören? Diese Frage wird in den verschiedenen Staaten sehr unterschiedlich beurteilt: In Großbritannien, Schweden und Belgien, in den USA und vielen asiatischen Ländern ist das therapeutische Klonen erlaubt, in Deutschland ist es weitgehend verboten. Nach dem Embryonenschutzgesetz und dem Stammzellgesetz dürfen Embryonen nur verwendet werden, um eine Schwangerschaft herbeizuführen. Allerdings ist jede Manipulation an einem künstlich erzeugten Embryo verboten.

### **Aufgaben:**

1. Im UN-Menschenrechtsabkommen wird gefordert, dass die Wissenschaft „frei“ sein müsse. Was bedeutet diese „Freiheit der Wissenschaft“ für Forschende?
2. Der Nobelpreisträger Dickinson Richards sagt in dem Video-Clip „Wissenschaft, Ethik und Gesellschaft“, dass der unbegrenzte Glaube in die Fähigkeiten des Menschen und den Fortschritt der Wissenschaft eine Fehlkalkulation war. Der Fortschritt habe den Menschen zwar viel Gutes, aber auch viel Leid gebracht. Was meint er damit?
3. 1997 wurde das Schaf „Dolly“ als erstes Tier mithilfe von Körperzellen reproduktiv geklont. Was halten Sie von der Idee, auch Menschen zu klonen? Bereiten Sie sich auf eine Pro- und Contra-Rede vor der Klasse vor. Sechs Schülerinnen und Schüler werden dazu von der Lehrkraft ausgelost.
4. Denken Sie sich einen Sketch aus, in dem ein wissbegieriger und erfolgshungriger Wissenschaftler von einem scheinbar naiven Bürger die moralisch notwendigen Grenzen einer völlig freien Wissenschaftsausübung aufgezeigt bekommt.

<http://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/33617/2014-mini-lecture-sience-ethics-society-de>

### **Begriffskarte „Embryo“**

Wenn sich aus einer befruchteten Eizelle ein Organismus entwickelt, wird dieser als Embryo bezeichnet, solange er sich in der Mutter befindet. Nach Ausbildung der inneren Organe, in der Regel ab der neunten Schwangerschaftswoche, wird der Embryo Fötus genannt.

### **Begriffskarte „Stammzellen“**

Stammzellen sind Zellen, die sich vervielfältigen und differenzieren können. Aus ihnen können ganz bestimmte Körperzellen gewonnen, Organe gezüchtet oder gar ganze Lebewesen „geklont“ werden.

### **Begriffskarte „Klonen“**

Das Wort „Klonen“ bedeutet die Erzeugung eines oder mehrerer genetisch identischer Individuen von Lebewesen. Beim „reproduktiven“ Klonen wird der Zellkern aus einer Körperzelle entnommen, in eine unbefruchtete Eizelle eingebracht und der Embryo von einer ‚Leihmutter‘ wie bei einer normalen Schwangerschaft bis zur Geburt ausgetragen. Beim „therapeutischen Klonen“ wird aus dem Erbgut eines Tieres oder eines Menschen neues Gewebe gezüchtet.

### **Methodenkarte „Pro- und Contra-Rede“**

Bei der Pro- und Contra-Rede haben Sie die Aufgabe, eine maximal 3-minütige freie Rede vor der Klasse zu halten. Sie müssen sich auf beide Positionen vorbereiten, weil sie erst kurz vor Ihrer Rede erfahren werden, ob die die Pro- oder Contra-Position vertreten sollen. Selbstverständlich dürfen Sie bei Ihrer Rede einen Spickzettel verwenden

## Braucht die Wissenschaft einen neuen „Eid des Hippokrates“?

### Gentechnik als Kinderspielzeug?

Gentechnik dient dazu, Krankheiten zu erforschen, neue Therapien zu entwickeln, aber auch um Pflanzen für die Landwirtschaft genetisch zu verändern. Letztlich wird es einmal darum gehen, auch menschliches Erbgut zu manipulieren.

In den USA gibt es nunmehr erste Baukästen für Gentechnik: Mit Do-it-yourself-Kits wie dem „CRISPR-Cas9“ sind Manipulationen am Erbgut so einfach und billig wie nie zuvor. Die Baukästen werden weltweit in der Forschung eingesetzt, sie sind aber auch im Handel frei für jedermann zu kaufen. Bereits für 150 US-Dollar sind sie von verschiedenen Unternehmen online frei erhältlich. Die Methode ist angeblich so simpel, dass sie jeder ohne Vorkenntnisse erfolgreich praktizieren kann. In den USA gibt es bereits eine rege Biohacker-Szene, die im eigenen Zuhause versucht, Pflanzen und Tiere zu manipulieren.

Wie sieht so etwas konkret aus?

Ein erster Versuch für den Hausgebrauch könnte z.B. die Manipulation von Darmbakterien beinhalten: Man braucht dazu eine Pipette, Handschuhe, einige Behälter mit Darmbakterien und einige Behälter mit DNA-Ringen, die bereits aufgelöst als fertige Flüssigkeit im Do-it-yourself-Kit mitgeliefert werden. Dann kann es losgehen! Die DNA-Ringe werden nun in die Darmbakterien übertragen, um deren Erbgut zu verändern. Der Erfolg der Manipulation ist bereits nach kürzester Zeit sichtbar.

Mit derartigen Gentechnik-Baukästen für jedermann bleibt die Genforschung nicht länger wissenschaftlichen Laboren vorbehalten: Sie wird damit zur Spielwiese für Laien. Eltern könnten ihren Kindern anstelle eines Metall-Baukastens nun einen Gentechnik-Baukasten zu Weihnachten schenken.

Dies weckt natürlich Ängste. Wenn ein Laie derart einfach Erbgut umschreiben kann, wo sind dann deren Grenzen und welche Auswirkungen hat dies für Mensch und Umwelt? Erbgutveränderungen an lebenden Organismen sind eigentlich keine Spielerei. Und wer so etwas zuhause versucht, kann auch kaum verhindern, dass gentechnisch veränderte Organismen in die Umwelt gelangen. An Käufer mit bösen Absichten wie Erpresser oder Terroristen darf man überhaupt nicht denken.

In den USA gibt es bereits Hundezüchter, die mit Gentechnik-Sets die gesundheitlichen Probleme vieler Hunderassen beseitigen wollen, die durch Überzüchtung entstanden sind. Andere wollen „Leuchtgene“ in Hunde oder andere Tiere einbringen oder blaue Pflanzen herstellen. Es gibt auch bereits Versuche, resistente Bakterien zu produzieren.

All dies ist nicht nur unverantwortlich, sondern birgt für Mensch und Natur immense Risiken, die dann vielleicht nicht mehr oder nur noch mit immensem Aufwand und riesigen Kosten beherrschbar sind. Darf man so etwas also erlauben?

### Gesetzgebung

Die USA haben keine Gesetzgebung, die gentechnische Veränderungen an Organismen im privaten Raum reguliert. Nur deren Freisetzung ist verboten. Aber wer kann dies bei Tausenden von Privatper-

sonen schon überwachen und verhindern, auch wenn das FBI die Baukasten-Szene bereits beobachtet?

Anders sieht das in Deutschland aus: Hier ist Gentechnik in privaten Händen verboten. Wer Gentechnik-Kits kauft und außerhalb zugelassener gentechnischer Labore anwendet, riskiert eine Freiheitsstrafe von bis zu drei Jahren oder eine Geldbuße von 50.000 Euro. Der oben beschriebene Versuch, Darmbakterien per Genmanipulation antibiotikaresistent zu machen, wäre nach deutschem Recht nur in einer gentechnischen Anlage der Sicherheitsstufe 1 gestattet. Bakterien mit erheblichem Schadenspotential unterliegen der Sicherheitsstufe 2, womit sogar jeder einzelne Versuch genehmigungspflichtig wäre.

Es gibt aber auch in Deutschland erste Stimmen, die diese strenge Gesetzgebung für übertrieben halten. Sie fordern, dass zumindest einfache Baukasten-Versuche an harmlosen Bakterien auch für Privatleute möglich sein sollten. So wird es auch bei der weiteren Gentechnikentwicklung in Deutschland auf eine fortwährende Güterabwägung des Gesetzgebers zwischen wissenschaftlicher Freiheit und dem Schutz der Allgemeinheit vor möglichen Folgeschäden hinauslaufen.

### **Aufgaben:**

1. Der griechische Arzt Hippokrates hat den Grundsatz formuliert, dass dem Menschen nicht die Natur gehöre, sondern er selbst Bestandteil der Natur sei. Der Nobelpreisträger Joseph Rotblat fordert daher, dass der Mensch (und damit auch Forscherinnen und Forscher) wieder zum „Diener der Natur“ werden müsse. Was meint er damit?
2. Der englische Philosoph Francis Bacon formulierte schon im 19. Jahrhundert, dass die Wissenschaft im Dienste der Menschheit stehen müsse. Auch Alfred Nobel, der Begründer der Nobelpreise, forderte, dass genau die Forschenden mit einem seiner Preise ausgezeichnet werden sollten, die der Menschheit im letzten Jahr den größten Nutzen gebracht hätten. Stellen Sie anhand der Beispiele Dieselmotor, Penicillin und Computer die Vorteile und negativen Auswirkungen dieser drei Erfindungen in Tabellenform einander gegenüber.
3. Viele negative Folgen von Erfindungen bemerkt man erst viele Jahre später; dann aber kann es schon zu spät sein. Nobelpreisträgerinnen und -träger wie Roald Hoffmann, Joseph Rotblat oder Rita Livi Montalcini fordern daher, dass Forschende auch die negativen Folgen ihres Tuns prüfen müssen; ja sie fordern sogar einen verbindlichen Kodex, eine Selbstverpflichtung, der sich alle Forschenden unterwerfen müssen. Der Nobelpreisträger Christian de Duve rief die Jugendlichen dieser Welt auf, einen solchen Kodex zu entwickeln, um die genetische Tendenz des Menschen zu Egoismus und Feindseligkeit zu überwinden. Formulieren Sie drei Vorschriften, denen sich alle Forschenden unterwerfen sollten, und gestalten Sie hierzu ein Plakat. Die Plakate werden dann in einem Museumsrundgang vorgestellt und diskutiert.

<http://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/33617/2014-mini-lecture-sience-ethics-society-de>