

Information und Dokumentation für Schulen zu den Workshops „Zwei in einem: Chimären und Mysterien“, *Alle einzigartig? Jeder hat seine eigene Geschichte...* und „Kunst und Wissenschaft – von der Fiktion zur Realität im Rahmen der Ausstellung

GENIPULATION. Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst

Workshops im Rahmen der Aktionswochen Herbst 2009 (21. September - 02. Oktober / 19 Oktober - 20. November 09), die begleitend zur Ausstellung „GENIPULATION. Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“ über Gentechnik stattfinden. Diese Workshops richten sich an alle Schulstufen. Der Ablauf und Inhalt wird der jeweiligen Schulstufe angepasst. Die Workshops verlangen keine Vor- oder Nachbereitung. Die vorliegende Dokumentation ist als zusätzliche Information über die Themen und als Anregung für die Lehrpersonen gedacht.

Ein Angebot der Kunstvermittlung des CentrePasquArt.

Sie können die Kunstvermittlung des CentrePasquArt erreichen unter folgender Adresse: Tel: 032 322 24 64, Email: kunstvermittlung-biel@bluewin.ch

September 2009

Ce dossier pédagogique existe aussi en français. Veuillez demander votre exemplaire au service de Médiation culturelle du CentrePasquArt, tél 032 322 24 64, e-mail: mediation-culturelle-bienne@bluewin.ch

Das umfangreiche Angebot für Schulklassen, Kinder und Jugendliche wurde durch die freundliche Unterstützung der Stiftung VINETUM ermöglicht.

S T I F T U N G
vinetum

INHALT

1. Generelle Informationen	3
1.1 Kurzbeschreibung der Workshops	3
1.2 Lernziele der Workshops	4
1.3 Ablauf der Workshops	5
2. Dokumentation für die Vor- und Nachbereitung	5
2.1 Zur Ausstellung „GENIPULATION. Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“	6
2.2 Allgemeine Informationen zum Thema Gentechnik	8
a) Definitionen rund um die Genetik	8
b) Historische Meilensteine der Genetik.....	8
2.3 Zum Thema Gentechnik und Genmanipulation	9
a) Erbanlagen	9
b) Erbbild.....	11
c) DNA	12
d) Genomik	12
e) Genetische Analyse	13
f) Erbkrankheiten.....	13
g) Stammzellen.....	14
i) Genmanipulation	15
j) Klonen.....	15
k) Gentechnisch veränderte Organismen	16
l) Hybridisierung und Chimären	17
m) Eugenik	18
n) Recht und Gentechnik / Ethik.....	18
3. „GENIPULATION: Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“	19
a) Fragen und Überlegungen zum Thema Gentechnik in der zeitgenössischen Kunst.....	19
b) Beispiele für die Präsenz der Wissenschaft in der Kunst	20

1. Generelle Informationen

Die Workshops der Aktionswochen im Herbst 2009 finden im Rahmen der Ausstellung „GENIPULATION. Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“ statt. Die Workshops sind kostenlos. Die Workshops werden für die verschiedenen Schulstufen angepasst. Das vorliegende Dossier wurde bewusst kurz gehalten, um die Papier- und Informationsflut nicht unnötig zu erhöhen. Die folgenden Informationen gelten als Richtlinien. Die Workshops werden ständig weiter entwickelt und nach Bedarf angepasst. Jeder Workshop ist ein individuelles Erlebnis für eine Schulklasse!

1.1 Kurzbeschreibung der Workshops

Die drei Workshops legen den Akzent auf das Erleben, die Erfahrung und das Dialog. Dabei kommen sowohl kognitive wie auch erfahrungsorientierte Elemente zum Zug.

Zwei in einem: Chimären und Mysterien

Die Science-Fiction regt unsere Fantasie mit allerlei Chimären an: Vom Einhorn über Meerjungfrau und Sphinx bis hin zum Spinnenmann. Die aktuelle wissenschaftliche Forschung überschreitet die Schwelle von der Fiktion zur Wirklichkeit, indem sie lebende tierische oder pflanzliche Spezies mittels Gentechnik miteinander kreuzt. Der Mensch eignet sich die Schöpferkraft der Natur an. Im Rahmen der Ausstellung entdecken die Schüler fiktive oder reale Chimären, erforschen Einsatz und Risiken der Wissenschaft in Sachen Genmanipulation. Sie kreieren und entwickeln ihre eigenen Chimären im Atelier.

(Für alle Altersstufen geeignet, besonders für die Primarstufe)

Alle einzigartig? Jeder hat seine eigene Geschichte ...

Wir sind alle unterschiedlich, alle einzigartig, obwohl uns einige Eigenschaften miteinander verbinden. Unser genetisches Erbe ist nicht ganz und gar vor Kopien, vor dem Klonen geschützt. Wir sind an Konsumgüter gewöhnt, die endlos produziert und vervielfältigt werden, und vergessen darüber manchmal, dass jeder seine eigene Geschichte schreibt, die ihn einzigartig macht. Im Rahmen der Ausstellung entdecken die Schüler Werke, bei denen es um

Genmanipulation, um die Serienproduktion von Leben geht. Im Atelier schaffen sie jeweils ein einzigartiges Objekt aus vollkommen identischen Teilen.

(Für alle Altersstufen geeignet, besonders für die Primarstufe)

Kunst und Wissenschaft – von der Fiktion zur Realität

Kunst und Wissenschaft scheinen zwei gegensätzliche Disziplinen zu sein: die eine befasst sich mit Imaginärem, die andere mit Fakten. Dennoch sind sie seit Jahrhunderten eng miteinander verbunden. Führt die Kunst zu einem besseren Verständnis der Wissenschaft? Kann die Wissenschaft auf Kreativität verzichten? Durch den Besuch der Ausstellung entdecken die Schüler Künstler, die von der Wissenschaft etablierte Daten zur Genmanipulation in Frage stellen. Dabei werden sie zum Detektiv, gehen auf Wahrheitssuche und trennen nach und nach die Fiktion von der Realität.

(Für alle Altersstufen geeignet, besonders für die Sekundarstufe)

1.2 Lernziele der Workshops

Lernziele Stufe 1 (5 bis 12 Jahre)

- Die Schüler entdecken, dass die wissenschaftliche Forschung rapide Fortschritte macht und zahlreiche Bereiche berührt, die mit Pflanzen, Tieren und Menschen zu tun haben. Sie stellen fest, dass Künstler sich auch für Biologie interessieren.
- Die Schüler lernen, dass Kunst und Wissenschaft die Schöpfung neuer Kreaturen ermöglichen und dass dies nicht immer ohne Risiko erfolgt.

Lernziele Stufe 2 (12 bis 15 Jahre)

- Die Schüler entdecken, dass die Gentechnik ein Wissensgebiet der Biologie ist, mit dem man Lebewesen manipulieren kann.
- Die Schüler lernen, dass in der Kunst Überlegungen zur Genmanipulation angestellt und deren Folgen vorweggenommen werden können. Sie entwickeln ein kritisches Bewusstsein gegenüber der Wissenschaft als anerkanntes Wissensgebiet.

Lernziele Stufe 3 (16 Jahre bis 20 Jahre)

- Die Schüler lernen, dass Biotechnologien zu unserem alltäglichen Leben gehören, dass sie in den Bereichen Medizin, strafrechtliche Ermittlungen oder Landwirtschaft in unser Leben eindringen und dass dies zu Hoffnungen, Ängsten und Diskussionen führt.
- Die Schüler entwickeln ein kritisches Bewusstsein für die ethischen Fragen, die mit der Gentechnik verbunden sind, und die Kunstwerke, die diese Fragen ansprechen.

1.3 Ablauf der Workshops

Der Ablauf der Workshops ist für die unterschiedlichen Stufen verschieden. Wir beziehen die laufenden Erfahrungen mit ein. Ebenso sind die spielerischen Übungen, die diese Workshops begleiten, in Form und Inhalt der Stufe angepasst. Unsere VermittlerInnen ändern den Ablauf auch spontan, um auf die Gegebenheiten zu reagieren. Wenn Sie über den präzisen Ablauf, der für den Workshop mit Ihrer Klasse vorgesehen ist, mehr erfahren möchten, nehmen Sie bitte mit der Stelle der Kunstvermittlung Kontakt auf (Tel: 032 322 24 64 Email: kunstvermittlung-biel@bluewin.ch).

2. Dokumentation für die Vor- und Nachbereitung

Eine Vorbereitung auf den Workshop ist nicht nötig. Die vorliegende Dokumentation gibt der LehrerIn Informationen und Instrumente in die Hand, um das Thema mit den SchülerInnen im Unterricht vorzubereiten oder nach dem Besuch zu vertiefen. Die Dokumentation versteht sich als zusätzliche Möglichkeit, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Übungen und Fragen für den Unterricht sind als Anregungen gedacht. Die Abbildungen sind wenn möglich ganzseitig platziert, so dass einzelne Seiten ausgedruckt und den SchülerInnen verteilt werden können.

2.1 Zur Ausstellung „GENIPULATION. Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“

Kunst und Gentechnik? Seit langem befruchten sich Kunst und Wissenschaft gegenseitig und seit der Entwicklung der modernen Biotechnologie sind vor allem auch Themen rund um die Entschlüsselung des Lebens aktuell. Als Artists-in-Labs arbeiten teilweise Kunstschaffende gar in wissenschaftlichen Labors, setzen sich mit der Materie direkt auseinander und eignen sich die Methoden an. Andere hinterfragen die geltenden ethischen Prinzipien oder spielen mit der Ästhetik der Gentechnik und Manipulation. Die dazwischen liegende Palette ist sowohl inhaltlich als auch visuell breit. Unter dem Titel GENIPULATION werden anhand ausgewählter Positionen von 19 zeitgenössischen internationalen KünstlerInnen die verschiedenen Themen exemplarisch untersucht.

Kunst und Wissenschaft stehen seit der Neuzeit in einer spannungsgeladenen als auch befruchtenden Wechselbeziehung. In der Renaissance betrieb bekanntlich Leonardo da Vinci umfangreiche anatomische Studien, für die er Leichen seziierte und wozu er mit angesehenen Ärzten der Zeit kooperierte. Sein Interesse galt dem Inneren des Menschen, der Embryologie sowie der Botanik, Geometrie, Mathematik und Geologie. Früh interessierte sich Joseph Wright of Derby für die Naturwissenschaften, was in seinen „Kerzenlichtbildern“ von Laborstudien zu erkennen ist. Als erster englischer Maler schuf Wright of Derby im 18. Jahrhundert Darstellungen der damaligen Untersuchungsmethoden. Um die Wende zum 20. Jahrhundert wurden die Naturwissenschaften durch den Wandel von der klassischen Physik zur Atomphysik geprägt. Die Vorstellungen von der Welt änderten sich noch mehr, als die Relativitätstheorie und das mathematische Raummodell der vierten Dimension gefunden wurden. Die spektakulären Neuerkenntnisse waren in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts auch für die Entwicklung der Kunstrichtungen wie die Kubisten, Futuristen, Konstruktivisten, Dadaisten und Surrealisten wichtig. Aktuell beschäftigt sich das vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanzierte Graduiertenprogramm Pro*Doc Art & Science an den Universitäten Bern, Fribourg, Genf, Lausanne und Zürich mit der wechselseitigen Durchdringung von wissenschaftlichen Erkenntnissen und künstlerischen Produktionsformen.

Seit einigen Jahrzehnten regt nun vor allem der Aufbruch in der Biologie, resp. die modernen

Biotechnologien zu Diskussionen und Reflexionen an. Die Entschlüsselung des Codes des Lebens (DNA) und die Gentechnik sowie deren Folgen beschäftigen unsere Gesellschaft. Die Veränderung und Neuzusammensetzung von DNA-Sequenzen im Reagenzglas oder das künstliche Einbringen von DNA in lebende Organismen sind wissenschaftliche Meisterleistungen und Wirtschaftspotenziale, doch sie bergen bisher unbekannte Gefahren in sich und verunsichern die Menschheit. Die gezielten Eingriffe in das Erbgut von Lebewesen und die Veränderung von Organismen werfen ethische Fragen auf. Desgleichen das Kopier-Werk an Mensch und Tier mit der Methode des Klonens. Andererseits erhofft man sich, aus Stammzellen Organe züchten zu können, um Leben zu retten.

Die Aktualität des Themas spiegelt sich auch in der zeitgenössischen Kunst wieder. In den letzten Jahren arbeiten KünstlerInnen zu unterschiedlichen Bereichen der Manipulation und Gentechnik. Sie setzen sich mit dem neuen Naturverständnis und dem neuen Menschenbild auseinander. Sie stellen Fragen nach der Identität und generell nach geltenden ethischen Prinzipien und nach der Herkunft des Menschen und der Natur. Sie greifen die Thematik des Hybridekörpers, der Klone und des „in Vitro“ auf. Oder sie übernehmen Produktionsformen aus der Naturwissenschaft und imitieren Laborsituationen. Andere verwenden gängige Bilder aus der Wissenschaft und manipulieren diese in ihrer Ästhetik zu farbenfrohen Malereien wie beispielsweise die streifenartigen DNA-Bilder. Einige gehen sogar noch einen Schritt weiter und spielen mit den Methoden der Gentechnik, resp. wenden diese für ihre Kunst an und berühren damit die Grenzen des Tolerierten. Künstler, die sich in dieser so genannten Transgenen Kunst bewegen, codieren bspw. im Labor Kleinstlebewesen Botschaften ein, bringen mittels biologischer Manipulation Zeichnungen auf Insektenflügeln an oder lassen sie fluoreszieren. Dazu absolvieren sie Artists-in-Labs-Projekte oder arbeiten sonst direkt mit Naturwissenschaftlern zusammen. Andere beschäftigen sich mit der Welt der Pflanzen und den Folgen für die Artenvielfalt. Visuell manifestiert sich die Auseinandersetzung mit der Gentechnik in den unterschiedlichsten Formen und Techniken, zu denen u.a. Chimären, Selbstporträts, Klone, Laborsituationen, neue Lebensformen und fototechnisch manipulierte Motive als auch abstrakte Gemälde und neue virtuelle oder reale Pflanzenwelten zählen, um einige zu nennen.

(Text: Dolores Denaro)

2.2 Allgemeine Informationen zum Thema Gentechnik

a) Definitionen rund um die Genetik

Die Genetik (aus dem Griechischen: *genno* = gebären, zur Entstehung von etwas führen) ist die Wissenschaft der Lebewesen, die die chemischen Funktionen der Gene und die Weitergabe von Erbinformationen von den Eltern (Erzeugern) an ihre Nachkömmlinge untersucht.

Unter Gentechnik versteht man sämtliche Techniken der Molekularbiologie mit dem Ziel, die Erkenntnisse aus der Genetik nutzbar zu machen, um das Erbgut von Lebewesen zu nutzen, zu reproduzieren oder zu verändern. Die Veränderung des Erbguts von Lebewesen bezeichnet man als Genmanipulation.

Ein Molekül ist die kleinste Einheit eines Körpers, in der sämtliche Eigenschaften dieses Körpers gespeichert sind.

Ein Gen (aus dem Lateinischen: *genus* = Abstammung, und aus dem Griechischen: *gennan* = bilden) ist die Basiseinheit der Information, die unter Individuen von einer Generation zur nächsten weitergegeben wird. Ein Gen wird mit Eigenschaften weitergegeben, die je nach der Umgebung, in der es sich befindet, auftreten oder nicht auftreten. Das Gen ist ein Bestandteil der DNA (Desoxyribonukleinsäure), die man in allen lebenden Zellen findet, und enthält die für die Entwicklung und Funktion eines Organismus erforderlichen Informationen.

Unter Genom (Erbgut) versteht man das gesamte Genmaterial eines Individuums.

b) Historische Meilensteine der Genetik

Die Genetik ist eine wissenschaftliche Disziplin, deren Anfänge auf eine Zeit vor 20.000 Jahren zurückgehen, als Züchter die ersten Hunderassen kreuzten. In vielen Jahrhunderten - von Aristoteles bis Darwin - setzte sich mit der naturkundlichen Theorie jedoch die Vorstellung durch, dass einmal erworbene Eigenschaften von Generation zu Generation weitergegeben werden. Louis Pasteur (1822-1895) führte einige Untersuchungen zur Erblehre durch. Als Pionier der Genetik gilt jedoch der Mönch Gregor Mendel (1822-1884), der die Abläufe als Erster erläuterte. Er interessierte sich für die Weitergabe der Eigenschaften von Erbsen über Generationen hinweg. Er definierte die Gesetzmässigkeiten, die die Grundlage der modernen

Genetik darstellen. Ende des 19. Jahrhunderts unterstützte August Weismann (1834-1914) die Idee, dass ein Erbgutträger existiert, eine Theorie, die die Hypothese der Weitergabe erworbener Eigenschaften unmöglich machte. Bis zu diesem Zeitpunkt bezogen sich sämtliche Erfahrungen auf Pflanzen.

William Bateson (1861-1926) prägte 1906 den Begriff der Genetik und befürwortete die Idee, dass wesentliche Partikel von Generation zu Generation weitergegeben werden: die Gene. Der Franzose Lucien Cuénot (1866–1951) wies diese Vererbungsregeln bei Tieren nach. Nach und nach arbeitete die Forschung das Gen und das Chromosom, den berühmten Träger der Gene, heraus. In den Fünfziger Jahren entdeckten die Amerikaner James Watson (1928) und Francis Crick (1916-2004) die Molekülstruktur, aus der die Gene bestehen: die DNA. 1968 erhielten Har Gobind Khorana (1922), Robert William Holley (1922-1993) und Marshall Nirenberg (1927) den Nobelpreis für Physiologie und Medizin für die Entschlüsselung des genetischen Codes. 2003 wurde das Ende der Sequenzbestimmung des menschlichen Genoms bekannt gegeben.

2.3 Zum Thema Gentechnik und Genmanipulation

a) Erbanlagen

Erworbene Erbanlagen unterscheiden sich von angeborenen Erbanlagen. Erstere hängen von der Sozialisation ab: Muttersprache, Kultur, politische Vorstellungen, Werte, d.h. von dem, was man im Kontakt mit anderen Mitgliedern einer Gemeinschaft erwirbt, ob es sich um die Familie oder die Gesellschaft handelt. Angeborene Erbanlagen hängen mit den genetischen Merkmalen des Einzelnen zusammen.

Die Genetik untersucht die biologischen Erbanlagen, d.h. die Regeln für die Weitergabe von Eigenschaften von einer Generation zur nächsten. Dank der Entdeckung der Mendelschen Regeln hat sich die Genetik seit dem 19. Jahrhundert weiterentwickelt. Von Mitte des 19. Jahrhunderts an konnte nachgewiesen werden, dass die DNA Träger des Erbguts ist.

Der österreichische Mönch und Botaniker Johann Gregor Mendel (1822-1884) definierte mit seinen Forschungen, wie Gene weitergegeben werden. Als passionierter Botaniker folgte er bei seinen Erfahrungen mit Pflanzen verschiedenen Lehren und Theoretikern. In seinem Kloster legte er einen Garten an, der ihm Experimente mit der Schaffung von Hybridpflanzen

ermöglichte.

In der Genetik versteht man unter Hybrid die Kreuzung zweier Individuen von zwei verschiedenen Spezies. Die Hybride stellt also eine Mischung genetischer Merkmale zweier Eltern dar. Die Hybridisierung erfolgt auf natürlichem Weg, kann jedoch auch vom Menschen vorgenommen werden.

Mendel wählte für seine Forschungen die Erbse, weil sie einfach anzubauen war und zahlreiche Varianten bekannt waren. Nach zehn Jahren Arbeit legte Mendel die Grundlagen der Genetik und Erblehre dar.

Die Mendelschen Regeln lauten wie folgt:

- 1) Uniformitätsregeln für Hybriden der ersten Generation. Das Konzept der Vererbung durch Vermischung wird widerlegt.
 - > Bei der Vererbung existieren rezessive und dominante Anlagen. In der Forschung ergibt die Kreuzung von Erbsen mit glatten Früchten und Erbsen mit runzligen Früchten in der folgenden Generation ausschliesslich glatte Früchte. Die Anlage „runzlige Früchte“ ist also rezessiv im Verhältnis zur Anlage „glatte Früchte“, die eine dominante Eigenschaft aufweist.
- 2) Spaltungsregel (Reproduktionszellen): Die Erbanlagen trennen sich in den Keimzellen. Eine Keimzelle enthält nur eine Anlage eines jeden Merkmals. Es gibt also nur eine einzige Version eines jeden Gens.
- 3) Unabhängigkeitsregel der vererbten Merkmale. Das bedeutet, dass die verschiedenen Versionen eines Merkmals sich trennen und unabhängig von einem anderen Merkmal wieder ergänzen.

Bis zu den Entdeckungen von Mendel glaubten die Forscher, die Vererbung erfolge durch Vermischung. Folglich lagen die Merkmale eines Individuums zwischen denen beider Eltern, d.h. die Kreuzung eines weissen Individuums mit einem schwarzen Individuum konnte nur ein graues oder schwarzweisses Individuum ergeben.

Nach den Erkenntnissen von Mendel werden die angeborenen Eigenschaften von Lebewesen durch eine doppelte Steuerung, d.h. ein Paar von Allelen (Gene am selben Ort auf den

Chromosomen desselben Paares), geregelt. Nur eines von zwei Allelen wird von jedem Elternteil an den Abkömmling weitergegeben. Diese Schlussfolgerung stellt die Grundlage der Genetik im 20. Jahrhundert dar.

Beim Menschen verfügt jeder Einzelne über zwei Kopien eines jeden Gens, eines von der Mutter, das andere vom Vater, mit Ausnahme der Geschlechtschromosomen.

b) Erbbild

Das Erbbild oder der Genotyp eines Individuums ist die Summe seiner Gene. Jede Zelle enthält diese Information in Form der DNA. Diese wird von den Chromosomen getragen.

Der Mensch besteht aus 25.000 bis 30.000 Genen.

Jedes Gen umfasst mehrere Allele (verschiedene Versionen desselben Gens). Es gibt daher eine beeindruckende Anzahl von möglichen Genotypen für ein Individuum. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass zwei Individuen durch Zufall dieselben Allele bei ALL ihren Genen geerbt haben. Nur eineiige Zwillinge, die aus derselben Eizelle stammen, verfügen über dieselbe Zusammensetzung von Allelen.

Der Phänotyp ist die Summe aller Merkmale, die ein Lebewesen ausmachen, wie z.B. die Augenfarbe. Der Genotyp legt die Eigenschaften eines Individuums fest. Der Phänotyp reagiert im Gegensatz zum Genotyp auf die Umgebung.

Bei der Fortpflanzung erzeugt die Verschmelzung der Keimzellen von Mann und Frau eine Eizelle, die dazu bestimmt ist, ein neues Individuum zu erschaffen. Jedes Elternteil verringert die Menge an genetischen Informationen, die an jede Keimzelle weitergegeben werden. Eine Keimzelle enthält nur eine Kopie eines jeden Gens des einzelnen Elternteils. Ein Elternteil gibt alle seine Gene weiter, jedoch nicht alle seine Allele. Bei der Bildung der Eizelle durch die Verschmelzung der beiden Keimzellen entsteht eine Zelle mit zwei Kopien eines jeden Gens. Die Zusammensetzung ist jedoch anders. Tatsächlich handelt es sich um eine Mischung der Zusammensetzung von Allelen des Vaters und der Mutter. Der Genotyp eines Kindes ist das Ergebnis aus einem Teil des Genotyps des Vaters und einem Teil des Genotyps der Mutter.

Der genetische Code wiederum ist das Kodierungssystem zur Übersetzung der Erbanlagen der

Gene in Proteine. Die Sequenz der DNA-Grundlagen wird häufig mit der Buchstabensequenz eines Textes verglichen. Die Sequenz selbst sagt nichts aus, wenn der Leser die verwendete Sprache nicht kennt. Das Kodierungssystem wird von den meisten Lebewesen eingesetzt, vom Menschen bis zur Bakterie.

c) DNA

Die DNA ist ein langes Molekül, das die genetischen Informationen trägt. Es weist die Form eines einfachen Strangs oder eines Doppelstrangs auf. Die Grösse eines DNA-Moleküls spiegelt nicht unbedingt den Umfang der genetischen Informationen wider, die es beinhaltet. Die DNA ist der Träger des Erbguts, denn sie wird bei der Fortpflanzung ganz oder teilweise weitergegeben.

Die DNA ist in allen lebenden Zellen vorhanden. Sie ist ein sehr umfangreiches Molekül (Makromolekül), das mehrere Funktionen hat:

- Speichern der genetischen Informationen, die Entwicklung und Funktion eines Organismus festlegen;
- Weitergabe der Informationen von Generation zu Generation;
- Ermöglichen der Evolution, der Transformationen des Erbguts.

Die DNA-Doppelhelix setzt sich aus zwei Molekülen zusammen, die durch Verbindungen gepaart sind (Wasserstoffbrücken). In dieser Form ist die DNA in lebenden Organismen vorhanden. Die DNA eines jeden Lebewesens ist einzigartig, sofern es sich nicht um eineiige Zwillinge handelt.

d) Genomik

Die Genomik ist ein wissenschaftliches Fachgebiet, das einen Vergleich der Genome mehrerer Spezies und das Verständnis ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschiede auf biologischer Ebene ermöglicht.

Ende des vergangenen Jahrhunderts war in den Medien häufig von Genomik die Rede, dies infolge eines grossen Wettbewerbs zwischen den wissenschaftlichen Gruppen, die versuchten, eine Karte des menschlichen Genoms (in den Chromosomen enthaltenes Erbgut) zu erstellen. Seit den Siebziger Jahren wurden vollständige Genome zahlreicher Lebewesen entschlüsselt.

Das Hundegenom wurde 2005 erstmals bestimmt. Das vollständige Genom des Menschen wurde erst 2007 vom Unternehmer und Biologen Craig Venter beschrieben.

Das Wissen um das Genom eines Lebewesens umfasst mehrere Ziele:

- Erforschung der Genfunktionen, der genetischen Variationen und des Polymorphismus (unter Polymorphismus versteht man das Vorhandensein verschiedener Typen innerhalb derselben Spezies. Der Hund ist beispielsweise eine Spezies, die jedoch mehrere Typen (Rassen) umfasst: Labrador, Neufundländer, Chihuahua, usw.),
- Analyse der Evolution von Lebewesen in Abhängigkeit von ihrer Umgebung.

Die Genomik untersucht den Aufbau der Genome und ihre Funktionen.

e) Genetische Analyse

Die genetische Analyse umfasst mehrere Anwendungsgebiete. Beim Menschen dient sie insbesondere der medizinischen Forschung und der Aufklärung von Straftaten im juristischen Bereich.

Bei der Mehrzahl der Menschen ist ein Grossteil der DNA identisch. Dennoch bleiben bestimmte Sequenzen innerhalb der DNA dem Individuum vorbehalten. Die genetische Analyse untersucht diese speziellen Sequenzen. Der Fingerabdruck ist einer der genetischen Fingerabdrücke eines Individuums, der zur Identifikation von Straftätern eingesetzt wird. Der genetische Fingerabdruck hat seinen Ursprung ebenfalls in der DNA-Analyse. Die Gerichtsmedizin verwendet genetische Fingerabdrücke zur Identifikation von Verdächtigen und Verstorbenen. Ausserdem dient er der Organisation von Organspenden, der Erforschung von Wildtierpopulationen usw. Der genetische Fingerabdruck ist eine sensible Information, die gesetzlichen Beschränkungen unterliegt.

Die genetische Analyse ermöglicht die Entdeckung von Erbkrankheiten.

f) Erbkrankheiten

Eine Erbkrankheit ist ein Gendefekt. Professor Jérôme Lejeune entdeckte 1958 die Existenz eines zusätzlichen Chromosoms auf dem 21. Chromosomenpaar eines Kindes und war damit

der Entdecker der Trisomie. Seitdem gilt der Zusammenhang zwischen der geistigen Behinderung und der Anomalie eines Chromosomenpaars als gesichert. Er bahnte den Weg für die Zytogenetik, die Erforschung genetischer Phänomene auf Zellebene. 1989 wurde das Human Genome Project zum besseren Verständnis und zur Prävention von Erbkrankheiten eingeführt.

Sobald sich eine Krankheit zeigt, versuchen Mediziner herauszufinden, was dieselbe definiert, z.B. Umwelt und Genetik. Bestimmte Erkrankungen lassen sich ausschliesslich auf die Umwelt zurückführen, andere ausschliesslich auf die Erbanlagen eines Individuums, und manche hängen von beidem ab. Wenn die Erkrankung in einer Familie gehäuft, d.h. häufiger als in der allgemeinen Bevölkerung, auftritt, hat sie wahrscheinlich eine genetische Ursache. In diesem Fall versucht man, das verantwortliche Gen zu lokalisieren. Mit der Feststellung des Genotyps eines Individuums, beispielsweise in der Pränataldiagnostik, lässt sich die Wahrscheinlichkeit bestimmen, dass ein Individuum eine Krankheit entwickeln wird, und eine Behandlung finden.

g) Stammzellen

Eine Zelle ist die grundlegende Einheit eines Lebewesens. Sie ist eine lebendige Einheit, die unabhängig, jedoch auch im Zusammenspiel mit anderen Zellen funktioniert. Die Zellen eines Typs verbinden sich zu Gewebe, das sich wiederum zu Organen verbindet.

Eine Stammzelle kann sich im Gegensatz zu jeder anderen Zelle unendlich erneuern. Man findet sie im Embryo eines Individuums und manchmal noch im erwachsenen Organismus. Stammzellen spielen eine sehr wichtige Rolle bei der Entwicklung von Lebewesen. Eine Stammzelle produziert später spezialisierte Zellen. Sie nimmt damit eine lebensschaffende Rolle ein.

Alle Zellen altern und sterben ab, z.B. die roten Blutkörperchen, die nur 120 Tage überdauern. Sie müssen daher ständig erneuert werden. Die Stammzellen tragen zu dieser Erneuerung bei.

In der Medizin werden Stammzellen von Mensch und Tier seit den Neunziger Jahren intensiv erforscht. Die Wissenschaftler hoffen, Gewebe erneuern oder sogar schaffen zu können.

h) Genmutation

Eine Mutation ist eine spontane oder gewollte – meist erbliche – Veränderung des Genoms einer Zelle oder eines Organismus.

Neben anderen Funktionen kann sich die DNA auch verändern. Sie ist so zusammengesetzt, dass sie eine grosse Stabilität der Erbanlagen gewährleistet. Dennoch kann es bei der Bildung einer Kopie (DNA-Duplikation bei der Fortpflanzung) zu Veränderungen kommen. Wenn die Änderungen an einigen Bestandteilen auftreten, spricht man von einer Mutation. Die Mutation erfolgt spontan und ist oftmals auf Paarungsfehler bei der Bildung der Kopie zurückzuführen. Bestimmte Umwelteinflüsse begünstigen Mutationen.

Bestimmte Veränderungen bestehen aus einem Austausch unterschiedlicher DNA. Hier spricht man von genetischer Neukombination. Sie erfolgt auf natürliche oder dank der Gentechnik auf künstliche Weise, was zu genetisch veränderten Organismen (GVO) führt.

Die verschiedenen DNA-Variationen der Welt sind der Ursprung für die Vielfalt an Lebewesen, die sogenannte Artenvielfalt, d.h. den Reichtum an lebenden Organismen, auf der Erde.

i) Genmanipulation

Die Genmanipulation erfolgt mittels Gentechnik und umfasst sämtliche Techniken, die die Erkenntnisse aus der Genetik mit dem Ziel einsetzen, das Genom von Lebewesen zu nutzen, zu reproduzieren oder zu verändern. Ziel ist die Veränderung des Genotyps, d.h. der Gesamtheit der Erbinformationen eines Individuums, was eine direkte Auswirkung auf den Phänotyp, d.h. die sichtbaren Eigenschaften eines Individuums, hat. Die Genmanipulation bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, z.B. in der biomedizinischen Forschung, aber auch in der Landwirtschaft. Die Schaffung genetisch veränderter Organismen ermöglicht die Einführung neuer Gene in das Genom eines Lebewesens durch Einfügen von DNA-Bestandteilen.

j) Klonen

Klonen existiert in zwei Formen. Es gibt einen natürlichen Vorgang, bei dem ein Lebewesen unter exakter Beibehaltung desselben Genoms identisch multipliziert wird. Die Vermehrung

durch Stecklinge, die Vervielfältigung einer Pflanze, ist eine Form des Klonens. Das Klonen kann jedoch auch ein künstlicher Vorgang sein.

Unter Klonen versteht man die Reproduktion von lebenden Organismen, um genetisch identische Wesen zu erhalten. Man kann dies auf einfache Zellen, auf Pflanzen und sogar auf Tiere oder Menschen anwenden. Alle Individuen stellen daraufhin ein und denselben Klon dar.

Beim künstlichen Klonen von Mensch und Tier konnten noch keine umfassenden Erfolge erzielt werden. Tatsächlich kommt es bei den Klonen zu beschleunigter Alterung. Das Schaf Dolly ist, seitdem es 1996 geklont wurde, sowohl in der Wissenschaft als auch in den Medien ein Begriff.

Die Ansicht, die Klone seien identische Kopien, ist weit verbreitet. Beim Klonen wird jedoch nur das Genmaterial weitergegeben. Die Zelle, die dieses Material aufnimmt, ist jedoch einzigartig. Zudem können Umwelteinflüsse die Zukunft der Embryos beeinflussen.

Das Klonen wird von zahlreichen Interessengruppen zum Schutz bestimmter Spezies in Erwägung gezogen, die kurz vor dem Aussterben sind, wie z.B. Pandabär oder Berggorilla oder auch Pflanzen. Der zunehmende Einsatz des Klonens in der Landwirtschaft führt jedoch auch zum Verlust der Artenvielfalt und schwächt die Spezies. Die Klone sind langfristig gesehen empfindlicher und sensibler.

Das Klonen des Menschen wirft zahlreiche Probleme auf, sowohl was die technische Ausführung anbelangt als auch unter ethischen Gesichtspunkten. Die aktuelle Tendenz der internationalen Gemeinschaft geht hin zum Verbot des Klonens von Menschen und deren Zellen. Es ist wissenschaftlich anerkannt, dass die Identität eines Lebewesens nicht auf sein Erbgut beschränkt ist. Es ist daher unmöglich, durch einfache Verdopplung eines Genoms zwei vollkommen identische Lebewesen zu schaffen.

In zahlreichen Filmen wie z.B. Matrix, Alien oder The Island regt das Klonen unsere Fantasie an und bietet Stoff für Fiktionen.

k) Gentechnisch veränderte Organismen

Ein gentechnisch veränderter Organismus (GVO) ist ein lebender Organismus, dessen Erbgut verändert und vom Menschen manipuliert wurde. Die Gentechnik gestattet das Einfügen von

einem oder mehreren neuen Genen in das Genom eines Organismus, d.h. das Einfügen von einer oder mehreren neuen Informationen, die die Eigenschaften eines Lebewesens völlig verändern.

Seit den Neunziger Jahren machen die GVOs einen wichtigen Bereich der Forschung aus, werfen jedoch auch zahlreiche Fragen in punkto Ethik, Umwelt und Gesundheit auf. Die Gegner gentechnisch veränderter Organismen sprechen von genetischer Umweltverschmutzung.

GVOs werden je nach Gesetzgebung nicht in allen Ländern gleich definiert. In der Schweiz beschreibt das Gentechnikgesetz einen gentechnisch veränderten Organismus als „jeglichen Organismus, dessen Genmaterial eine Veränderung durchlaufen hat, die nicht auf natürliche Weise durch Multiplikation oder natürliche Neukombination erfolgt ist“ (GTG: Bundesgesetz vom 21. März 2003 zur Anwendung der Gentechnik auf den Ausserhumanbereich).

Es gibt unterschiedliche GVO-Sorten. Theoretisch kann jeder lebende Organismus mittels Gentechnik verändert werden. Die Ausführung hängt von wirtschaftlichen, medizinischen oder wissenschaftlichen Interessen ab. Der bekannteste Anwendungsbereich ist die Landwirtschaft, nämlich der Anbau von Pflanzen wie Soja, Mais oder Baumwolle. Die gentechnisch veränderten Versionen weisen neue Anbaueigenschaften auf, die insekten- oder herbizidbeständiger sind. Im Gegensatz dazu ist es aus wissenschaftlichen, aber auch aus psychologischen Gründen im Hinblick auf die Verbraucher schwieriger, transgene Tiere für den Verzehr zu schaffen. Theoretisch wäre es möglich, sich eine Reihe gentechnisch veränderter Menschen als Bestandteil der GVO vorzustellen.

1) Hybridisierung und Chimären

In der Genetik ist die Hybridisierung die Kreuzung zweier Individuen von zwei Arten von Lebewesen. Die Hybride stellt eine Mischung der genetischen Eigenschaften beider Elternteile dar. Mischlinge sind eine Form der Hybridisierung. Die Hybridisierung ist keine Genmanipulation, auch wenn sie vom Menschen vorgenommen wird. Sie kann auf natürlichem Weg erfolgen. Eine Genmutation verändert nur ein einzelnes Gen, während die Hybridisierung eine Kombination von Mutationen mit sich bringt, die nach etwa fünfzig Generationen eine neue Spezies schaffen können.

Der Maulesel ist beispielsweise die Hybridisierung aus Eselstute und Pferdehengst. Das Maultier ist die Hybridisierung aus Eselhengst und Pferdestute. Etymologisch gesehen stammt das Wort Hybride vom lateinischen *ibrida* ab, das die Nachkommen von Zucht- und Wildschwein bezeichnet. Allgemeinsprachlich bezeichnet es jedes Mischlingsindividuum.

Die Chimäre ist eine Fantasiegestalt der griechischen Mythologie mit dem Kopf eines Löwen, dem Körper einer Ziege und dem Schwanz einer Schlange. In der Genetik handelt es sich um einen Organismus, der über zwei oder mehr Genotypen verfügt. Beim Menschen ist dies äusserst selten. Im Tierreich gibt es Chimären zwischen Spezies, die sich häufig ähneln, z.B. Maus-Ratte oder Schaf-Ziege.

Chimären werden im Rahmen der Entwicklungsbiologie und der Stammzellenforschung untersucht.

m) Eugenik

Unter Eugenik versteht man sämtliche Praktiken, die auf die Verbesserung des menschlichen Erbguts abzielen. Die Eugenik kann aus einer politischen Entscheidung oder aus einer Einzelentscheidung auf der Suche nach dem perfekten oder zumindest vor gravierenden Erkrankungen bewahrten Kind herrühren. Hier geht es um die Absicht, für hinderlich befundene Eigenschaften auszumerzen und für nützlich befundene Eigenschaften zu begünstigen. Die Eugenik wirft ernstzunehmende ethische Fragen auf, da sie vollkommen subjektiv ist. Die Fortschritte der Gentechnik ermöglichen dank der Pränataldiagnostik heute eine immer genauere Selektion.

n) Recht und Gentechnik / Ethik

Die Gentechnik gehört zu den wichtigsten wissenschaftlichen Errungenschaften des 20. Jahrhunderts. Die Anwendungsmöglichkeiten erzeugen zugleich Hoffnungen und Bedrohungen. Die mit Menschen gemachten Erfahrungen werfen wichtige philosophische, ethische und notgedrungen juristische Fragestellungen mit dem Ziel auf, das Individuum zu schützen. Jeder Staat erarbeitet seine eigenen Gesetze im Zusammenhang mit jeglicher Form der Genmanipulation.

Die Bioethik ist eine Disziplin, die in den Sechziger Jahren im Einflussbereich der Naturwissenschaften entstanden ist. Sie geht über die medizinische Pflichtenlehre hinaus, bei der es lediglich um die Praktiken von Ärzten geht. Die Bioethik wirkt sich auch auf die Arbeit von Biologen, Genetikern, Philosophen, Juristen und Gesetzgebern aus. Die Bioethik ist durch die Genmanipulationen an Pflanzen, das Klonen und den Einsatz menschlicher Embryos zum aktuellen Thema geworden. Angesichts von Gentechnik und Genmanipulation fragt die Bioethik nach dem letztendlichen Ziel der unternommenen Schritte. Medizinische und pharmazeutische Ziele haben einen besseren Ruf als Ziele, die der Nahrungsmittelproduktion oder rein spielerischen Zwecken dienen. Die Manipulation des Menschen ist Gegenstand ständiger Debatten.

3. „GENIPULATION: Gentechnik und Manipulation in der zeitgenössischen Kunst“

Mögliche (freiwillige) Vorbereitung auf die Workshops

Für den Besuch der Workshops ist keine Vorbereitung nötig. Doch kann eine solche in der Schule natürlich bereits erfolgen. Den SchülerInnen bietet sich somit die Gelegenheit beim Ausstellungsbesuch, ihr eigenes Wissen schon anzuwenden und aktiver am Workshop teilzunehmen.

Folgende Fragen könnten den Schülern gestellt werden. Die Antworten kann die Lehrkraft aus obigen Texten zum Thema Gold und Gold in der Kunst (siehe Kapitel 2) ableiten. Die SchülerInnen sollen ermutigt werden zu erkennen und sich bewusst zu werden, was Gold für sie selber bedeutet und was sie darüber wissen. Die Beantwortung der Fragen kann mit einer eigenen Recherche verbunden werden.

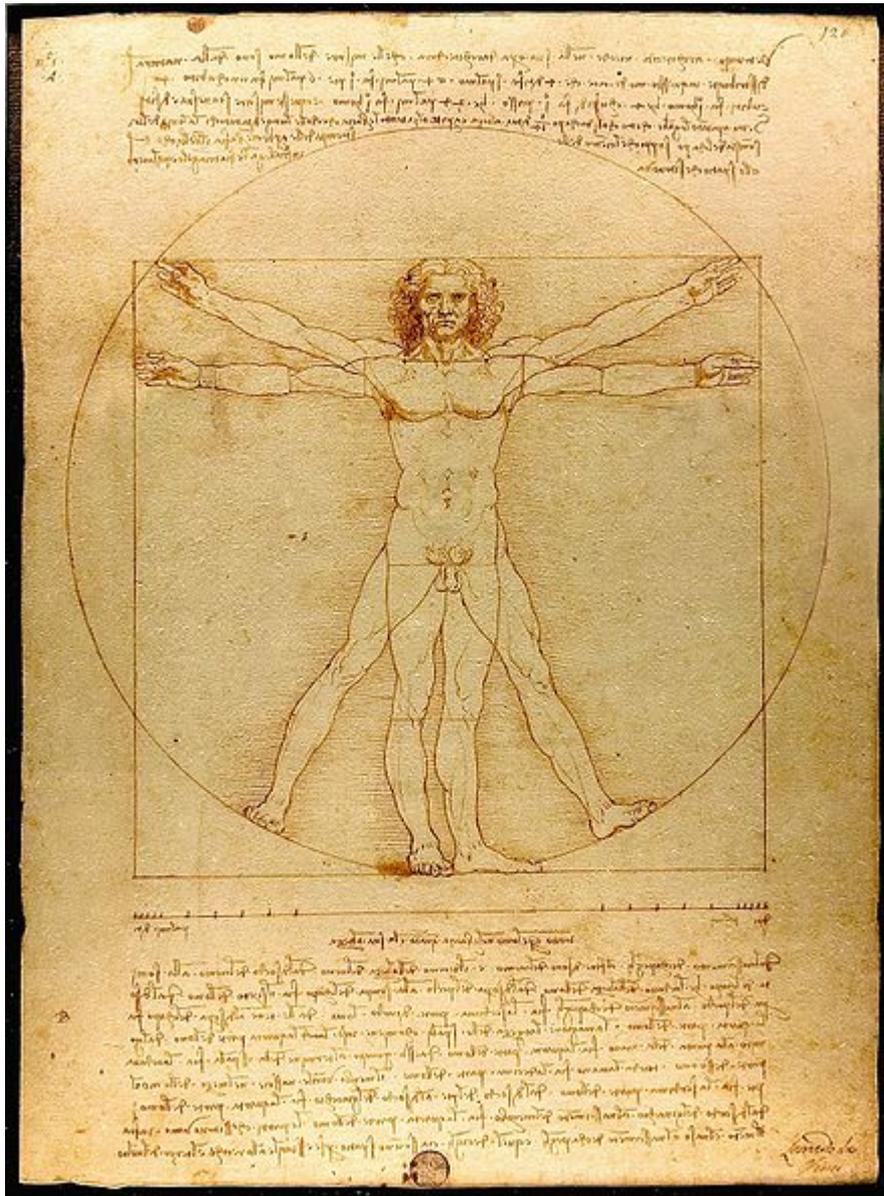
- a) Fragen und Überlegungen zum Thema Gentechnik in der zeitgenössischen Kunst
 - Was ist Biologie? Handelt es sich dabei um ein absolut exaktes Wissensgebiet?
 - Was kann die wissenschaftliche Forschung dem Menschen bringen?
 - Beherrscht der Mensch die wissenschaftliche Forschung? Warum?
 - Wie sehen die Risiken der Naturwissenschaften aus?
 - Ist die Biologie in unserem Alltag wichtig? In welchen Bereichen ist sie nützlich?
 - Ist der Mensch ein absolut einzigartiges Wesen?
 - Inwiefern kann die Kunst für die Wissenschaft nützlich sein?

b) Beispiele für die Präsenz der Wissenschaft in der Kunst

Anhand der nachstehend gezeigten Beispiele von Kunstwerken können die Schüler ihre Kenntnisse zur Präsenz der Wissenschaft in der Kunst vertiefen. Die Schüler werden für die wechselseitigen Beziehungen zwischen diesen beiden Bereichen sensibilisiert, die zunächst entgegengesetzt scheinen. Der Besuch der Ausstellung wird dadurch vereinfacht und steht auch unter einem spielerischen Aspekt.

Die Abbildungen sind jeweils allein stehend auf einer Seite abgebildet. Somit können sie einfach einzeln ausgedruckt und kopiert werden für die SchülerInnen. Auf der jeweils folgenden Seite finden sich die Fragen und Hinweise zu den möglichen Antworten. Es gibt häufig nicht richtig und falsch, sondern es gilt die Bilder richtig anzuschauen und mit beschreibendem Blick vorzugehen. Natürlich können die Antworten ergänzt und präzisiert werden, insbesondere, wenn den SchülerInnen allenfalls eine zusätzliche Rechercheaufgabe gegeben wird.

- Kunst und Wissenschaft in der Renaissance



Leonardo da Vinci, *Der vitruvianische Mensch*, Feder-, Tinte- und Tuschezeichnung auf Papier, 1485-1490.

Mögliche Fragen und Antworten

1. Was stellt dieses Bild dar? Handelt es sich um ein wissenschaftliches Dokument oder um ein Kunstwerk?
2. Hat dieser Mensch tatsächlich vier Arme und vier Beine? Warum?

-
1. Dieses Bild stellt den vitruvianischen Menschen dar. Vitruve ist ein römischer Architekt, der im 1. Jahrhundert vor Jesus Christus lebte. Das Genie Leonardo da Vinci hat eine Zeichnung auf der Grundlage seines Studiums der Proportionen des menschlichen Körpers erstellt. Dieses Bild ist zugleich ein wissenschaftliches Dokument und ein Kunstwerk. Bereits im 15. Jahrhundert interessierte sich Leonardo da Vinci für die Wissenschaft, insbesondere für die Naturwissenschaften. Seine Studien sind von grossem künstlerischem und wissenschaftlichem Wert. Sie haben zur Entdeckung und zum Verständnis der Anatomie von Lebewesen beigetragen. Im Geiste von Leonardo da Vinci unterstützen sich Kunst und Technik gegenseitig. Er stellte die Grundlage der wissenschaftlichen Anatomie dar. Zur damaligen Zeit war ein Wissenschaftler im Allgemeinen auch Philosoph und Künstler.
 2. Die künstlerische Darstellung zeigt uns, dass dieser Mensch keine vier Arme und vier Beine hat. Die Kunst macht zwei verschiedene Positionen für uns vorstellbar. Wissenschaftlich betrachtet ist dieses Bild in der Realität nicht möglich. Dennoch unterscheidet unser Verstand sehr gut zwei unterschiedliche Situationen, die beide möglich sind. Die Absicht dieses Dokuments als wissenschaftliches Werk besteht darin, der Wahrheit so nahe wie möglich zu kommen. Die geometrischen Formen, die den vitruvianischen Menschen umgeben, existieren in der Natur so nicht. Es handelt sich um Abstraktionen, die uns eine allgemeine Aussage für alle Individuen treffen lassen.

- Kunst und Wissenschaft im 17. Jahrhundert



Rembrandt van Rijn, *Die Anatomie des Dr. Tulp*, Öl auf Leinwand, 1632.

Mögliche Fragen und Antworten

1. Beschreibe dieses Bild. Welche Elemente stehen mit der Wissenschaft in Zusammenhang und welche Elemente lassen uns vermuten, dass es sich um Kunst handelt?
2. Dieses Gemälde stellt eine Anatomie-Lehrstunde dar, die mit Hilfe eines männlichen Leichnams abgehalten wird. Warum benutzten die Chirurgen keine Bücher, um die menschliche Anatomie zu erklären?
3. Diese Wissenschaftler haben keine grosse Ähnlichkeit mit den heutigen Ärzten. Welche Unterschiede kannst du feststellen?

-
1. Dieses Gemälde zeigt eine Gruppe von Chirurgen bei einer Anatomie-Lehrstunde. Zur damaligen Zeit wird das Sezieren eines menschlichen Leichnams nur in Ausnahmefällen gestattet. Die Lehrstunde des berühmten Professors Tulp fand nur einmal im Jahr statt. Die Position der Personen und das Spiel mit dem Licht (hell-dunkel) erinnern uns daran, dass es sich um ein Gemälde handelt.
 2. Die wissenschaftlichen Entdeckungen erfolgten Schritt für Schritt. Man musste den menschlichen Körper detailliert untersuchen, um entsprechende Bücher verfassen zu können, während es heute nicht mehr notwendig ist, einen Leichnam zu sezieren, um seinen Inhalt zu erforschen. Die Fortschritte der modernen Medizin sind das Ergebnis jahrhundertelanger Forschung.
 3. Im 17. Jahrhundert ist die Medizin nicht dieselbe wie heute. Die Chirurgen tragen hier Kleider, die auf ihren Rang hindeuten, jedoch auf keinerlei Hygienemassnahmen schliessen lassen, wie wir sie heute kennen (weisse Kittel, Handschuhe und sterile Masken). Es gibt weder Fotografien noch Röntgenaufnahmen! Die medizinischen Instrumente sind sehr einfach.

- Kunst und Wissenschaft in der Moderne



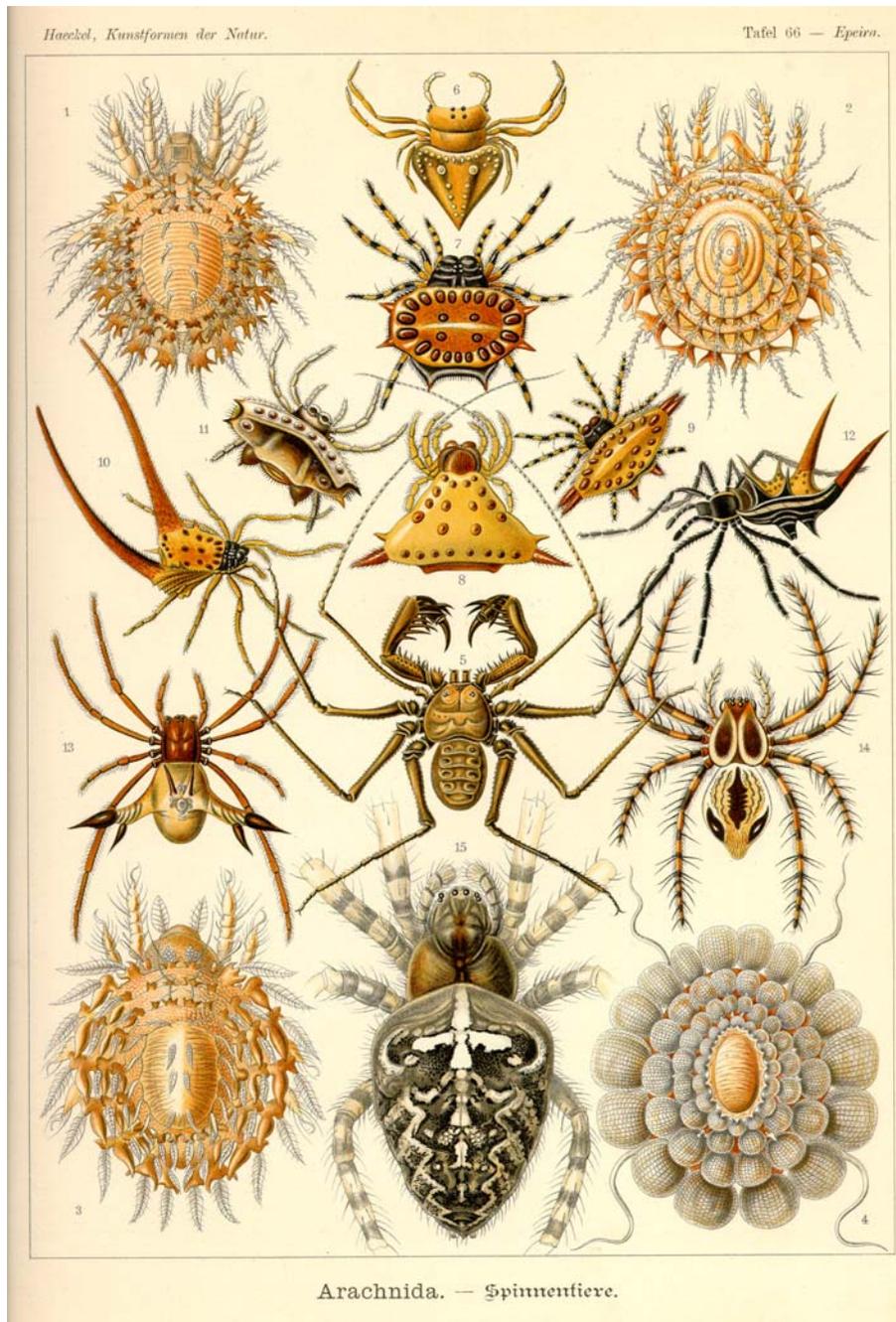
Joseph Wright of Derby, *Das Experiment mit dem Vogel in der Luftpumpe*, Öl auf Leinwand, 1768.

Mögliche Fragen und Antworten

1. Was stellt dieses Bild dar? Welche Elemente gehören zur Welt der Wissenschaft und welche Elemente zeigen uns, dass es sich um ein Kunstwerk handelt?
2. Welches Bild von der Wissenschaft vermittelt dieses Gemälde?
3. Welche Personen sind bei diesem Experiment anwesend? Wie sehen ihre Reaktionen aus?

-
1. Dieses Werk der Romantik zeichnet sich durch den Einsatz der Hell–Dunkel-Technik aus und setzt ein öffentliches wissenschaftliches Experiment zu einem physikalischen Phänomen in Szene. Ein Vogel wurde unter einer Glasglocke eingesperrt, an deren Spitze sich eine Luftpumpe befand, die dazu diente, die Luft „abzupumpen“ und für ein Vakuum zu sorgen. Man kann sich leicht vorstellen, welches verhängnisvolles Schicksal diesen Vogel ohne Luftzufuhr erwartete.
 2. Dieses Gemälde zeigt die Wissenschaft als quasi magisches Studienfach. Das Kerzenlicht erinnert mitnichten an die Atmosphäre in den heutigen Laboren, die mit Neonlicht beleuchtet werden. Die Wissenschaft wird im Alltag mehr und mehr als exaktes Wissensgebiet spürbar, mit dem Grundsätze verallgemeinert werden können.
 3. Im Mittelpunkt steht ein Wissenschaftler im roten Mantel, umringt von staunenden Zuschauern, die das Experiment mit dem Vogel beobachten. Eine Dame bedeckt ihr Gesicht mit den Händen, während ihr Begleiter sie auffordert, ihren Blick auf das Experiment zu richten, das gerade im Gange ist. Der Maler akzentuiert den dramatischen Effekt durch die Hilflosigkeit und das Grauen auf den Gesichtern der auf dem Gemälde abgebildeten Frauen und bringt damit sein Interesse an der Darstellung des Themas der menschlichen Sterblichkeit zum Ausdruck: Er arbeitet die natürliche Feinfühligkeit der anwesenden Damen und die nahezu sadistische Kälte der Männer heraus. Dieses Bild zeigt zudem, dass im 18. Jahrhundert, das man auch als Jahrhundert der Aufklärung bezeichnet, Angehörige aus guter Familie Zugang zu wissenschaftlichen Erkenntnissen hatten. Es werden Experimente vor einem ausgewählten Publikum organisiert, um die Fortschritte der Wissenschaft bekannt zu machen.

- Die Kunst im Dienste der Wissenschaft



Ernst Haeckel, *Kunstformen der Natur*, 1899-1904.

Mögliche Fragen und Antworten

1. Was siehst du? Was ist das Ziel einer solchen Darstellung?
 2. Handelt es sich um ein Kunstwerk? Warum?
-

1. Dieses Bild zeigt eine Bildtafel mit Spinnen, die das Buch des deutschen Biologen Ernst Haeckel illustriert. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts gab es die Fotografie und Bilddarstellung, wie man sie heute kennt, noch nicht. Zeichnungen, Gravuren und Malerei waren das bevorzugte Mittel, um das Wissen zu vermitteln, das die Wissenschaftler von Tag zu Tag entdeckten, ob es sich um Mechanik, Botanik oder Anatomie handelte. Die Kunst ermöglichte somit ein besseres Verständnis der Wissenschaft.
2. Haeckel war nicht nur ein grosser Wissenschaftler, sondern auch ein talentierter Zeichner. Es handelt sich also zugleich um eine wissenschaftliche und eine künstlerische Arbeit. Die von ihm gezeichneten Darstellungen und Bildtafeln beeindruckten durch ihre naturgetreue Wiedergabe und plastische Qualität. Mit seinem Werk wollte Haeckel die Schönheit der Natur zeigen. Tatsächlich wies die Biologie seiner Ansicht nach starke Ähnlichkeit mit der Kunst auf. Sein künstlerisches Talent war stark geprägt von der in der Natur vorhandenen Symmetrie. Besonders bekannt sind seine Bilder von Planktonorganismen und Quallen, die die beeindruckende Schönheit der Welt der Biologie illustrieren. Seine populären Werke *Kunstformen der Natur*, die in Form zahlreicher Hefte verbreitet wurden, waren in der Bibliothek jeder gebildeten Person vorhanden.

- Kunst und Wissenschaft in der zeitgenössischen Kunst



Edouardo Kac, *Leuchtkaninchen*, Transgene Kunst, 2000.

Mögliche Fragen und Antworten

1. Was zeigt dieses Bild? Handelt es sich um ein echtes Kaninchen? Warum?
 2. Kann man akzeptieren, dass die Wissenschaft Lebewesen verändert?
-

1. Seit den achtziger Jahren erforschen bestimmte Künstler den menschlichen Körper, kultivieren nie da gewesene Pflanzen, tierische Mutanten. In der Bio-Kunst setzen die Künstler lebende Materie ein. Dieses Bild zeigt ein grünes Kaninchen. Es handelt sich tatsächlich um ein echtes Kaninchen, das genetisch verändert wurde, damit sein Fell grün leuchtet. Auch wenn das Bild uns den Eindruck vermittelt, das Kaninchen sei unwirklich, existiert es dennoch. Der Künstler versucht hervorzuheben, dass es nicht immer gute Gründe gibt, die Gene eines Lebewesens zu verändern. Dieses Beispiel mag uns vielleicht extrem erscheinen, aber es zeigt, dass man bei technologischen Fortschritten stets auf der Hut sein muss, auch wenn sie weniger spektakulär sind als dieses grüne Kaninchen.
2. Wissenschaft und Gentechnik bringen grosse Hoffnungen in zahlreichen Bereichen mit sich, insbesondere in der Medizin. Die Welt der Naturwissenschaften hat zwei Seiten, denn der Mensch hat die Macht, die er über andere Lebewesen hat, nicht immer unter Kontrolle. Greift man in ein Objekt ein, so hat dies nicht immer dieselben Konsequenzen. Ein Lebewesen entwickelt sich weiter, wächst und verändert sich auch nach einer genetischen Veränderung. Auf gewisse Weise kann es seinem Schöpfer entgleiten, daher die zahlreichen Warnungen der Bioethik.