

Vom Erdapfel zur Genkartoffel?

Unterrichtsmaterialien zur Grünen Gentechnik
am Beispiel gentechnisch veränderter Kartoffeln

- Lernstraße für den Sekundarbereich I -

Dr. Katja Reitschert
Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg
Biologiedidaktik
Carl-von-Ossietzky-Straße 9-11

26111 Oldenburg

6.1 Einführung

Die gentechnischen Veränderungen von Pflanzen und Lebensmitteln sind von großen Hoffnungen und Optimierungsideen, aber auch von kritischen Befürchtungen und potenziellen Risiken begleitet. Eine reflektierte Meinungsbildung bezüglich der Effizienz und der Vertretbarkeit von gentechnischen Eingriffen in der Landwirtschaft fällt häufig schwer, insbesondere da die verfügbaren Informationen je nach Herkunftsort bereits gefärbt und/oder „geschönt“, unvollständig oder verzerrt dargestellt werden. So ist es gerade für den heranwachsenden Jugendlichen sehr schwer, sich in dem Dickicht aus Hoffnungen, Ängsten, Fakten, Für- und Gegenreden zu orientieren und mündig über den Einsatz der Grünen Gentechnik zu urteilen. Umso wichtiger ist es, bereits frühzeitig im Sekundarbereich I anhand von Beispielen diese Urteilsfähigkeit einzuüben und die Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, etwaige Eingriffe eigenständig bewerten und autonome Entscheidungen treffen zu können. Dabei erscheint die Kartoffel als exemplarisches Beispiel für die Grüne Gentechnik besonders geeignet, da die an ihr durchgeführten gentechnischen Veränderungen sich auf verschiedene Bereiche erstrecken und den Schülerinnen und Schülern damit ein großes Zusammenhangswissen zur Bedeutung der Kartoffel in der Lebensmittel- und technischen Industrie und zu unterschiedlichen Ansätzen und Zielvorstellungen der Gentechnik vermittelt werden kann. So finden sich Veränderungen an der Kartoffel zum Zwecke der Verbesserung ihrer Nahrungsmittelqualität, zur Optimierung ihres Status als nachwachsender Rohstoff im Zusammenhang mit der industriellen Verarbeitung von Stärke, zur Verbesserung ihrer Resistenz gegenüber Schädlingen und Krankheiten und zum Zwecke der Erzeugung von Impfstoffen.

Bezug zu den niedersächsischen Kerncurricula Biologie

Die Einheit zur gentechnisch veränderten Kartoffel kann sowohl in der Realschule als auch im Gymnasium durchgeführt werden. Im Kerncurriculum für die Realschule wäre die Einheit im Doppeljahrgang 9/10 zu verorten. Hier bieten sich Anknüpfungspunkte z. B. in den Themenfeldern „Vererbung“ oder „Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt“ an. Im Kerncurriculum für das Gymnasium wäre die Einheit ebenfalls im Doppeljahrgang 9/10 einzuordnen. Hier bieten sich Anknüpfungspunkte bei den Themenaspekten „Aspekte der Genetik“ oder „Ökologie“ an.

Die fachlichen Informationen zu den gentechnischen Veränderungen der Kartoffel sind in dieser Einheit einfach gehalten. In jedem Fall sollten die Schülerinnen und Schüler jedoch zum Zeitpunkt der Durchführung der Einheit sowohl über ein genetisches als auch über ein ökologisches Grundlagenwissen verfügen. Ihnen sollten also Gene in ihrer Funktion als Codierungseinheiten für Proteine auf der DNA bekannt sein und sie sollten ein grundlegendes Verständnis für Wechselbeziehungen in einem Ökosystem haben.

Eine Auflistung der in dieser Einheit explizit geförderten Kompetenzen ist in Kapitel 6.4 zu finden.

6.2 Unterrichtsmethode

Als Methode wurde eine Form des Stationenlernens gewählt, um ein selbstständiges und eigenverantwortliches Lernen zu ermöglichen, das unterschiedliche Lerntypen anspricht und in der Vielfalt seiner Zugänge neben der Verbesserung des Fachwissens sowohl Wege der Erkenntnisgewinnung und adressatengerechte Kommunikation als auch die Fähigkeit des reflektierten Bewertens fördert.

Die Stationen sind in einer Lernstraße angeordnet und sollten daher unter Einhaltung der Reihenfolge durchlaufen werden, damit ein aufeinander aufbauendes, vernetztes Lernen ermöglicht wird. Empfohlen wird eine Bearbeitung der Stationen in fünf Kleingruppen von jeweils ca. fünf Schülerinnen und Schülern. Um paralleles Arbeiten zu gewährleisten, empfiehlt sich die mehrfache Bereitstellung der jeweiligen Materialien. An den Stationen 1 und 2 wird experimentell mit einem Bunsenbrenner gearbeitet, so dass sich die Lehrkraft je nach dem experimentellen Erfahrungsgrad der Lerngruppe evtl. in Reichweite dieser Stationen als Aufsichtsperson aufhalten sollte. Die Blätter zu den einzelnen Stationen dienen als Kopiervorlage. Eine Mappe mit Arbeitsaufträgen zu den einzelnen Stationen wird jeder Schülerin und jedem Schüler zu Beginn des Stationenlernens zugeteilt. Für alle zugänglich sollte ein zentraler Büchertisch mit Informationsmaterialien (z. B. die unten angegebene Literatur, Biologiebücher etc.) eingerichtet werden.

Stationenübersicht

Station 1: Starke Kartoffeln

An dieser Station werden eigenständig Nachweisversuche konstruiert. Aus Kartoffeln gewonnene Kartoffelstärke wird gefärbt und ungefärbt unter dem Mikroskop betrachtet und die unterschiedliche Färbungsreaktion der beiden Stärkeformen Amylose und Amylopektin phänomenologisch untersucht. Die Schülerinnen und Schüler fertigen Zeichnungen an und stellen Vermutungen darüber auf, worin unterschiedliche Färbungsreaktionen begründet liegen könnten.

Material: einige Kartoffeln, Messer, Mikroskop, Objektträger, Deckgläschen, Filtrierpapier, Pipette, 2 Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Bunsenbrenner, Thermometer, Lugolsche Lösung, Amylose, Amylopektin, Kopiervorlage: Station 1

Station 2: Klebrige Kartoffeln

Im Mittelpunkt dieser Station steht die selbstständige Herstellung eines Klebstoffs (Dextrin) aus Kartoffelstärke, welche die Schülerinnen und Schüler ebenfalls zuvor selbst aus Kartoffeln gewinnen. In einer ersten offenen Meinungsrunde formulieren sie Fragen zur gentechnischen Veränderung von Kartoffeln und ihre Voreinstellungen zur Grünen Gentechnik und visualisieren dazu ihre Meinungskärtchen an der bereitstehenden Stellwand unter Verwendung des selbst hergestellten Klebstoffs.

Material: einige Kartoffeln (alternativ kann fertige Kartoffelstärke verwendet werden), Reibe, 4 Bechergläser (250ml), Leinentuch, Abdampfschale, Bunsenbrenner, Dreifuß, Spatel, Glasstab, Keramikdrahtnetz, Stellwand mit angeheftetem großen Papierbogen, Karteikarten, dicke Stifte, Kopiervorlage: Station 2

Station 3: Ziele der gentechnischen Veränderungen an der Kartoffel

Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit unterschiedlichen Intentionen der gentechnischen Veränderung an Kartoffeln. Hauptziele sind dabei eine verbesserte Rohstoffproduktion, eine gezielte Ertragssteigerung, die Reduktion von chemischen Pflanzenschutzmitteln und die Optimierung als Nahrungsmittel. Aktuell rücken Kartoffeln auch im Rahmen des so genannten Molecular Pharming als potenzielle Impfstofflieferanten in den Fokus des Interesses.

Material: Kopiervorlagen: Station 3

Station 4: Zulassungen, Anbau, Freisetzungsversuche

Hier recherchieren die Schülerinnen und Schüler eigenständig auf vorgegebenen Internetseiten den Stand der Zulassungen und des Anbaus gentechnisch veränderter Kartoffeln in der BRD, in der EU und in den USA sowie den aktuellen Stand der Freisetzungsversuche dieser Kartoffeln in Deutschland.

Material: blickdichter Beutel mit sechs Kärtchen mit folgenden Aufschriften: 1. Amylosefreie Kartoffel, 2. Fruktankartoffel, 3. Zeaxanthinkartoffel, 4. Krankheitsresistente Kartoffeln, 5. Kartoffeln als Pharmapflanzen, Computerzugang, fünf Plakate, dicke Stifte, Kopiervorlage: Station 4

Station 5: Risiken, unkontrollierbare Auswirkungen, Gefahren

An dieser Station setzen die Schülerinnen und Schüler sich kritisch mit potenziellen ökologischen Risiken freigesetzter gentechnisch veränderter Kartoffeln auseinander. Gleichzeitig nehmen sie Stellung zu zerstörerischen Protestaktionen von Gentechnik-Gegnern und werden aufgefordert, andere Vorschläge zu machen, um einer kritischen Haltung Ausdruck zu verleihen und konstruktive Informationsarbeit zu leisten.

Materialien: ansprechend gestalteter Karton mit Schlitz, Blanko-Papier, Stifte, Kopiervorlage: Station 5

Station 1: Starke Kartoffeln

Kartoffeln enthalten neben Wasser (ca. 75%), Eiweißen, Ballaststoffen, Mineralstoffen und Vitaminen (zusammen etwa 5%) vor allem **Stärke** (etwa 20%).

Betrachtung 1:

Kartoffelstärke kann sichtbar gemacht werden! Überlege dir ein Vorgehen, wie du die Kartoffelstärke unter dem Mikroskop betrachten kannst. Fertige ein Protokoll deines Vorgehens und eine Zeichnung davon an, was du unter dem Mikroskop siehst.

Betrachtung 2 (Nachweis):

Nun erinnere dich: Lugolsche Lösung ist ein Nachweis für Stärke. Zeige nun selbst, dass Kartoffeln Stärke enthalten. Die notwendigen Materialien dafür liegen an dieser Station bereit. Fertige wiederum ein Protokoll deines Vorgehens und eine Zeichnung davon an, was du unter dem Mikroskop siehst. Wichtig ist, dass jede/r einzelne nach Durchführung der beiden Betrachtungen zwei Versuchsprotokolle und zwei beschriftete Zeichnungen selbstständig angefertigt hat.

Betrachtung 3:

Es gibt zwei verschiedene Formen von Stärke in der Kartoffel, die in unterschiedlichen Anteilen vorliegen: **Amylose** (20-30%) und **Amylopektin** (70-80%).

In einem weiteren Versuch könnt ihr untersuchen, ob Amylose und Amylopektin gleiche oder unterschiedliche Eigenschaften zeigen.

Vorgehen

1. Füllt in zwei Reagenzgläser jeweils 5ml Wasser.
2. Füllt in das eine Reagenzglas eine Spatelspitze Amylose und in das andere Reagenzglas eine Spatelspitze Amylopektin und löst es durch vorsichtiges Schütteln jeweils gut auf.
3. Erhitzt die beiden Reagenzgläser über dem Bunsenbrenner auf ca. 60° Celsius (Thermometer benutzen) und lasst beide Reagenzgläser im Reagenzglashalter abkühlen.
4. Gebt in beide Reagenzgläser jeweils 2-3 Tropfen Lugolsche Lösung.

Station 2: Klebrige Kartoffeln



Stärke ist zum einen ein wichtiger Nahrungsbestandteil, zum anderen übernimmt sie auch bei der industriellen Herstellung von z. B. Papier, Wellpappen, Kunststoffen und vor allem Klebstoffen eine wichtige Rolle. Damit kommt der Kartoffel als „nachwachsender Rohstoff“ eine wichtige Bedeutung zu. An der vorherigen Station habt ihr die beiden unterschiedlichen Stärkeformen kennen gelernt. Für die Ernährung sind beide Stärkeformen gleich gut verwertbar, für die industrielle Herstellung ist insbesondere das Amylopektin von großer Bedeutung.

Habt ihr schon einmal mit einer Kartoffel etwas geklebt?

Die notwendigen Materialien dafür liegen an dieser Station bereit.

Lest euch die Versuchsanleitung erst vollständig durch und geht dann Schritt für Schritt vor.

Vorgehen:

1. Reibt eine Kartoffel auf der Reibe klein und schüttet sie in ein Becherglas.
2. Füllt das Becherglas mit Wasser auf und rührt alles gut durch.
3. Filtriert das Gemisch durch das Leinentuch in ein weiteres Becherglas.
4. Das überstehende Wasser wird abgegossen, der weiße Bodensatz – die Kartoffelstärke – wird in einer Abdampfschale über dem Bunsenbrenner getrocknet. Für die folgenden Schritte braucht ihr nur ca. 10 Spatel Stärke, den Rest könnt ihr in ein weiteres Becherglas füllen.
5. Erhitzt die 10 Spatel Kartoffelstärke vorsichtig unter stetem Rühren in der Abdampfschale. Vorsicht: Stärke nicht verkohlen lassen!
6. Wird das Stärkepulver gelblich, nehmt es vom Feuer und lasst es abkühlen.
7. Verrührt in einem sauberen Becherglas etwas von dem Pulver mit ein wenig Wasser.
8. Der Klebstoff ist jetzt gebrauchsfertig. Benutzt ihn, um eure ausgefüllten Karteikarten an die Stellwand zu kleben. Ordnet die Karten dabei nach sinnvollen Zusammenhängen.

Station 3: Ziele der gentechnischen Veränderungen an der Kartoffel

Informationsblätter

Die Kartoffel als optimierter Stärkelieferant

Kartoffeln lieferten im Jahre 2005 zu 65% den Rohstoff für die Stärkeproduktion in Deutschland, Weizen lieferte 20% und Mais 15%. Solche „nachwachsenden Rohstoffe“ sind besonders wertvoll, da ihre Reserven sehr groß sind.

Für die industrielle Verarbeitung der Stärke ist das Amylopektin von besonderer Bedeutung.

Um aus Kartoffeln diese begehrte Stärkeform zu gewinnen, sind jedoch aufwendige, teure und Energie verbrauchende Trennverfahren physikalischer, chemischer oder enzymatischer Art notwendig, die mit einer hohen Abwasserbelastung einhergehen.

Mit gentechnischen Veränderungen können amylosefreie Kartoffeln hergestellt werden, so dass die aufwendigen Trennverfahren überflüssig werden.

Für die Bildung von Amylose ist unter anderem ein bestimmtes Enzym notwendig – die Stärkesynthetase. Durch die sog. Antisense-Technik kann die Herstellung dieses Enzyms unterbunden werden – als Folge kann auch keine Amylose synthetisiert werden. Dazu wird ein bestimmtes Gen in die Pflanzenzelle eingeschleust, das blockierend in den Herstellungsprozess eines bestimmten Proteins – in diesem Fall der Stärkesynthetase – eingreift.

Als Folge entstehen Kartoffeln, die ausschließlich Amylopektin als Stärke enthalten.

Die Kartoffel als optimiertes Nahrungsmittel

Unter *functional food* versteht man Nahrungsmittel, die mit zusätzlichen Inhaltsstoffen ausgestattet werden, von denen man sich eine positive Wirkung auf die Gesundheit verspricht. Eine Möglichkeit, solch *functional food* herzustellen, besteht auch in einer gentechnischen Arbeitsweise. Dabei werden z. B. Gene, die für die Herstellung gewünschter Zusatzstoffes zuständig sind, in die Pflanzenzelle eingeschleust. Auf diese Weise soll in der jeweiligen Pflanze der gewünschte gesundheitsfördernde Stoff produziert werden.

Es gibt verschiedene Ansätze, auch die Kartoffel auf diese Art und Weise gentechnisch zu verändern. Dazu zählt insbesondere die Anreicherung der Kartoffel mit Fruktan und Zeaxanthin. Zeaxanthin z. B. wird zwar generell in Kartoffeln produziert, jedoch enzymatisch umgewandelt, so dass es nicht für den menschlichen Körper zur Verfügung steht. Eine gentechnische Veränderung blockiert dieses Enzym, was dazu führt, dass sich Zeaxanthin in bis zu 130fach erhöhter Konzentration in der Kartoffel anreichert.

Die Übertragung von zwei Genen aus der Artischocke führt dazu, dass die Kartoffel Inulin bzw. Fruktan produziert, dem eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben wird.

Die gegen Krankheitserreger resistente Kartoffel I

Pilzkrankungen

Ertragseinbußen durch z. B. Pilze und Bakterien sind auch bei Kartoffeln ein großes Problem.

Der Algenpilz *Phytophthora infestans* sorgt bei der Kartoffel für die so genannte Kraut- und Knollenfäule und ist verantwortlich für weltweit bis zu 20% Ernteeinbußen und damit für Verluste von bis zu drei Milliarden Euro.

Liegt ein Befall von *Phytophthora* vor, bilden sich zunächst an den Blatträndern der Kartoffelpflanze grau-grüne, später braune Verfärbungen und auf der Unterseite der Blätter eine weiße Pilzschicht. Die Blätter gehen ein. Wie auch andere Pilze verbreitet sich *Phytophthora* über Sporen, die in das Pflanzengewebe eindringen. Mit dem Wind werden diese Pilzsporen weiter verbreitet und bei Regenfall in den Boden gespült. Dort befällt er dann auch die Kartoffelknollen und sorgt für fleckige, nicht mehr essbare Kartoffeln.

Phytophthora überwintert in den Knollen und auf diesem Weg kann eine einzige befallene Knolle zu einem Pilzbefall im gesamten Kartoffelbestand führen. Ein Beispiel aus der Geschichte zeigt, welche verheerenden Auswirkungen der Pilz auf die Ernährung der Bevölkerung haben kann. Mitte des 19. Jahrhunderts vernichtete *Phytophthora* in Irland mehrere Jahre nacheinander beinahe die gesamte Kartoffelernte des Landes. Als Folge starben bei der dadurch ausgelösten Hungerkatastrophe ca. eine Million Menschen, zwei weitere Millionen wanderten nach Australien und Nordamerika aus.

Der Pilz ist sehr wandlungsfähig, so dass bislang der Versuch, durch Kreuzungen resistente Kartoffeln zu erhalten, nicht sehr erfolgreich war. Daher wird *Phytophthora* meist durch den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel (Fungizide) bekämpft.

Ein gentechnisch induzierter Schutz soll hier Abhilfe schaffen und den Einsatz von Fungiziden reduzieren. Dazu wird ein Gen des Bodenbakteriums *Bacillus amyloliquefaciens* genutzt, welches für das Enzym Barnase codiert. Dieses Enzym führt durch RNA -Abbau in der Pflanzenzelle zum Tod dieser Zelle. Damit aber nur die mit dem Pilz infizierten Stellen der Pflanze von dieser Wirkung betroffen sind, wird das Gen für Barnase mit dem genetischen Schalter (Promotor) des pflanzeigenen Abwehrgens verknüpft. Dieser Schalter aktiviert das Gen ausschließlich in den betroffenen, also vom Pilz befallenen Zellen. Der Infektionsherd wird so an der Ausbreitung gehindert, indem dem Pilz durch den Zelltod die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Die abgestorbenen Pflanzenzellen an der Infektionsstelle wirken zudem wie eine Barriere, mit der der Pilz am Weiterwachsen gehindert wird. Es zeigte sich jedoch, dass Barnase auch an anderen Stellen außer den Infektionsstellen aktiv werden kann. Daher wurde ein zweites Gen übertragen, welches ebenfalls aus dem Bakterium *Bacillus amyloliquefaciens* stammt, ständig aktiv ist und das Barnase-Gen blockiert. Erst eine Pilzinfektion und die Aktivierung des Promoters führen zu einer sehr hohen Produktion von Barnase und damit zum erwünschten Zelltod.

Die gegen Krankheitserreger resistente Kartoffel II

Bakterielle Erkrankungen

Eine weitere Erkrankung der Kartoffeln ist die Knollennassfäule, die durch das Bakterium *Erwinia carotovora* hervorgerufen wird. Ist das Bakterium erst einmal durch die Schale eingedrungen, wird das Kartoffelgewebe schnell zu halbflüssigem, fauligem Brei zersetzt und die Kartoffeln sind nicht mehr zum Verzehr geeignet. Dabei wird wiederum ein Eigenschutz der Kartoffel aktiviert: Die Kartoffel zerstört eigene gesunde Zellen und bildet eine Schutzschicht aus abgestorbenen Zellen, was der Abwehr der Bakterien dient.

Eine gentechnisch induzierte Veränderung an der Kartoffel soll gegen den Bakterienbefall wirken: Es wurde die so genannte T4-Lysozym-Kartoffel entwickelt. Dieser Kartoffel wurden zwei Gene künstlich zugesetzt. Zum einen ein aus dem Virus T4 stammendes Gen, das die Synthese von Lysozym bewirkt. Lysozym ist ein Enzym, das die Zellwand von Bakterien zersetzt und diese damit zerstört. Lysozym ist z. B. auch im menschlichen Speichel enthalten. Auf diese Art modifizierte Kartoffeln produzieren also selbst einen antibakteriellen Stoff, der Schutz vor den Bakterien bietet. Ein weiteres - aus der Gerste stammendes und in die Kartoffel eingebrachtes - Gen codiert für ein Protein, das dafür sorgt, dass das Lysozym aus der Zelle in den Zellzwischenraum transportiert wird, wo *Erwinia* als erstes für Schäden sorgt. Mit diesen beiden zugesetzten Genen soll die Kartoffel gegen bakterielle Schäden geschützt werden. Der erhoffte Erfolg dieser Veränderungen war jedoch nicht groß genug, um eine Vermarktung weiterhin anzustreben und die Hürden für die Zulassungen anzugehen. So blieb es bei der Herstellung und experimentellen Prüfung der T4-Lysozym Kartoffel.

Die Kartoffel als Pharmapflanze

Im so genannten Molecular Pharming geht es darum, Pflanzen durch gentechnische Veränderungen als Produzenten für Impfstoffe und andere medizinisch wirksame Stoffe zu nutzen. Dabei werden die Gene, die für den gewünschten Stoff codieren, in die jeweilige Pflanze übertragen und die gewonnenen Produkte werden aus der Pflanze extrahiert und gereinigt. Die Herstellung von Pharmaprodukten durch die gentechnische Veränderung von Mikroorganismen ist bereits seit langer Zeit ein standardisiertes Verfahren – so z. B. in der Insulingewinnung durch das gentechnisch veränderte Bakterium *E. coli*. Die Produktionsstätten auch auf Pflanzen auszudehnen, ist eine neue Überlegung.

Des Weiteren sind Ansätze in der Diskussion, durch den direkten Verzehr von gentechnisch veränderten Pflanzen, die Impfstoffe enthalten, einen Impfschutz bei Mensch oder Tier zu erzielen. Diese Ansätze stecken jedoch noch in den Anfängen.

Die Kartoffel im Speziellen wird als Produktionspflanze für Impfstoffe gegen Hepatitis B, gegen Reisedurchfall und gegen einen bestimmten Virus (Norwalkvirus) in den USA ausgiebig beforscht und modifiziert. In Deutschland laufen Freisetzungsversuche mit Kartoffellinien zur Produktion von Immunisierungsmedikamenten gegen Cholera und zur Erzeugung eines Impfstoffes gegen eine Kaninchenseuche.

Kopiervorlage

Station 4: Zulassungen, Anbau, Freisetzungsversuche

An dieser Station stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- 1) Sind die an den vorherigen Stationen kennengelernten gentechnisch modifizierten Kartoffeln
 - a) in Deutschland,
 - b) in der EU,
 - c) in den USA

zugelassen und werden sie angebaut und vertrieben?

- 2) Recherchiert den Stand der Freisetzungsversuche der jeweiligen gentechnisch veränderten Kartoffeln in Deutschland.

Aufgabe:

Jede Gruppe zieht ein Kärtchen aus dem Beutel. Zu der gezogenen Kartoffellinie recherchiert ihr selbstständig die oben angegebenen Fragen 1) und 2).

Stellt eure Ergebnisse übersichtlich auf einem Plakat dar.

Nutzt für eure Recherche die folgenden Internetseiten:

<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/44.kartoffel.html>

<http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/>

http://www.bvl.bund.de/cln_007/nn_491798/DE/06_Gentechnik/07_Anbau/01_Standortregister/standortregister.html

Station 5: Risiken, unkontrollierbare Auswirkungen, Gefahren

Informationsblatt

So groß die Hoffnungen auch sind – die Freisetzung genetisch veränderter Organismen bringt auch potenzielle, nur schwer kalkulierbare Risiken mit sich. So wird z. B. eine unkontrollierte Ausbreitung der neuen Genkonstrukte befürchtet, was zu Resistenzentwicklungen bei Unkräutern und Schädlingen führen kann, gleichzeitig werden negative Effekte auf Wasser und Boden, auf Nichtzielorganismen und das jeweilige Ökosystem befürchtet sowie eine Bedrohung der Artenvielfalt. Als weiterer unkalkulierbarer Faktor sind die gesundheitlichen Risiken für den Menschen zu nennen durch z. B. ein erhöhtes Allergierisiko sowie die etwaige Produktion toxischer (giftiger) und mutagener (krebserregender) Stoffe in den gentechnisch veränderten Organismen.

Bei der Kartoffel werden vor allem folgende potenzielle negative Entwicklungen befürchtet und in zahlreichen Freisetzungsversuchen im Rahmen der Sicherheitsforschung untersucht:

- Welche Auswirkungen haben die Zeaxanthinkartoffel und die Fruktankartoffel auf das Bodenleben und die Bodenqualität und damit auf die im Boden lebenden Mikroorganismen (Pilze und Bakterien) bedingt durch veränderte Stoffwechselferzeugnisse der Kartoffel?
- Die Fruktan-Kartoffel besitzt zudem einen erhöhten Gehalt an löslichen Zuckern. Welche Auswirkungen hat das auf ihre Fraßfeinde (vor allem den Kartoffelkäfer) und die Bakterien, die Kraut- und Knollenfäule auslösen? Und im Umkehrschluss: Welche Auswirkungen hat das wiederum auf die Kartoffel selbst? Ist sie anfälliger für Schädlinge?
- Sind Fruktan-Kartoffeln kältetoleranter, können damit besser überwintern und dienen evtl. als Reservoir für Viren? Ist mit einer vermehrten Unkrautbildung (Unkrautkartoffeln) zu rechnen?

Aufgrund dieser und anderer potenzieller ökologischer Risiken und Störungen im ökologischen Gleichgewicht gibt es auch zahlreiche, vehemente Gegner der Grünen Gentechnik.

„Öl-Attacke auf Kartoffel-Versuchsfeld

Auf Gut Roggenstein bei Olching im Landkreis Fürstfeldbruck [Bayern] ist erneut ein Freisetzungsfeld mit gentechnisch veränderten Kartoffeln zerstört worden. In der Osternacht haben Unbekannte Mineralöl auf einer etwa fünfzig Quadratmeter großen Versuchsfläche ausgebracht. Dort sollte untersucht werden, welche Auswirkungen ein Anbau von gentechnisch veränderten Kartoffeln auf die Bodenqualität hat. Das Projekt wird im Rahmen des Programms zur Biologischen Sicherheitsforschung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (...)

(Quelle: <http://www.biosicherheit.de/de/aktuell/493.doku.html>)

- 1.) Diskutiert in der Gruppe darüber, wie die Aktion auf dem Kartoffel-Versuchsfeld zu beurteilen ist.

- 2.) Sammelt Vorschläge, welche Maßnahmen, Aktionen, Möglichkeiten euch neben einer solchen Öl- Aktion einfallen, wenn man als kritischer Betrachter der Grünen Gentechnik aktiv werden will und auf mögliche Gefahren aufmerksam machen will.
Was könntet ihr konkret an eurer Schule machen?

Arbeitsblätter „Vom Erdapfel zur Genkartoffel?“

Name:

Gruppe:

Klasse:

Datum:

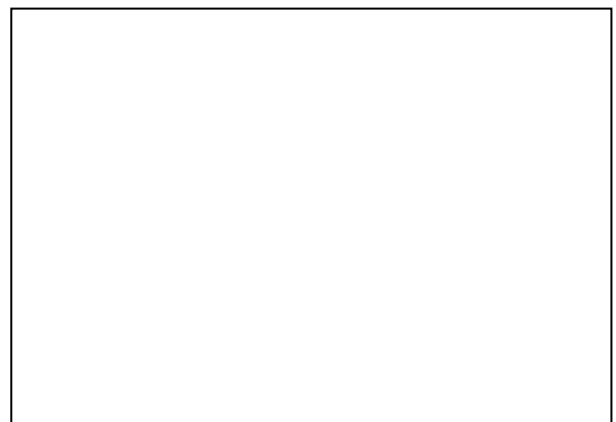
Station 1:

**Fertige ein Protokoll zu deiner Vorgehensweise
bei der Betrachtung 1 an:**

Zeichnung zu Betrachtung 1:



Zeichnung zu Betrachtung 2:



Fertige ein Protokoll zu deiner Vorgehensweise bei der Betrachtung 2 (Nachweis) an:

Aufgaben zu Betrachtung 3:

- 1.) Notiere, was du in dem Glas mit Amylose und was in dem Glas mit Amylopektin beobachtest.
- 2.) Formuliere eine Hypothese, die deine Beobachtungen erklärt?

	Beobachtung	Hypothese, die die Beobachtung erklären könnte
Glas 1 (Amylose)		
Glas 2 (Amylopektin)		

Station 2:

Notiere hier Ideen, woher man Informationen über gentechnisch veränderte Pflanzen und Nahrungsmittel finden könnte (welche Institutionen, Organisationen etc.) Überlegt, welche Experten ihr einladen könntet, um Fragen rund um die so genannte *Grüne Gentechnik* zu beantworten.

Station 3:

1.) Du hast zwei Kartoffeln vor dir liegen. Entwickle eine Versuchsdurchführung mit der du herausfinden kannst, bei welcher es sich um eine unveränderte und bei welcher um eine gentechnisch veränderte, amylosefreie Kartoffel handelt.

2.) Vervollständige die vorliegende Tabelle. Nutze dabei den Informationsbüchertisch und/oder das Internet.

	Was ist das?	Welche Funktion übernimmt es im menschlichen Körper?
Fruktan		
Zeaxanthin		

3.) Verfasse einen kurzen, zusammenhängenden Informationstext, der die Hoffnungen und Chancen der gentechnischen Veränderungen an der Kartoffel skizziert.

Station 4:

Vervollständige im Laufe des Stationenlernens die folgende Tabelle mit den zentralen Informationen.

Du kannst immer wieder an Station 4 nachschauen, was die anderen Gruppen bezüglich der verschiedenen gentechnisch veränderten Kartoffeln herausgefunden haben.

	Zulassung und Anbau			Beispiele für Freisetzungsversuche BRD
	BRD	EU	USA	
Amylosefreie Kartoffel				
Fruktan-Kartoffel				
Zeaxanthin-Kartoffel				
Krankheitsresistente Kartoffeln				
Kartoffeln als Pharmapflanzen				

Station 5:

1. Diskutiert in der Gruppe die Aktion auf dem Kartoffelversuchsfeld. Entscheidet dabei in der Gruppe, wie eine gelingende Diskussion geführt werden soll, damit am Ende jeder als Ergebnis in der nachfolgenden Tabelle Pro-und Contra-Argumente eintragen kann. Bestimmt also z. B. einen Zeitwächter, einen Moderator, einen Protokollanten und entscheidet, ob jeder gemäß seinen eigenen Vorstellungen argumentieren soll, oder ob ihr die Gruppe in Pro-und Contra-Argumente-Sammler unterteilt.

Folgendermaßen lässt sich die Öl-Protest-Aktion auf dem Kartoffelversuchsfeld beurteilen:

Pro-Argumente	Contra-Argumente

2. Sammelt eure Ideen bezüglich möglicher Aktionen und Maßnahmen (im Allgemeinen und im Speziellen an eurer Schule) auf Zetteln, die in den an dieser Station stehenden Karton geworfen werden.

Notiert auch an dieser Stelle erste eigene Ideen, in einer späteren Auswertungsphase könnt ihr die Liste ergänzen:

Hintergrundinformationen zu den Stationen für die Lehrkraft

In dem Arbeitsmaterial wird auf bereits bestehende Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler aufgebaut.

Folgende Informationen zu den einzelnen Stationen skizzieren die erwarteten Lösungen, Lösungswege und Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler:

Station 1

Das Vorgehen bei den beiden Betrachtungen sieht folgendermaßen aus:

1. Man zerschneidet die Kartoffel mit dem Messer.
2. Man schabt an der frischen Schnittstelle etwas von der Kartoffel ab und überführt es auf einen Objektträger.
3. Man deckt das Präparat mit einem Objektträger ab und mikroskopiert bei eng gestellter Blende. Eine Zeichnung wird angefertigt.
4. Man pipettiert einen Tropfen Lugolsche Lösung neben das Präparat und saugt es mit Hilfe des Filtrierpapiers durch. Eine erneute Zeichnung wird angefertigt.

Die Stärke liegt in Kartoffeln in Form von freien Stärkekörnern vor, ähnlich wie bei Weizen, Hafer oder Bohnen. Im Mikroskop sind diese Stärkekörner in elliptischer Form übereinander liegend zu erkennen. Gibt man Lugolsche Lösung hinzu, lagern sich Jod-Moleküle in die Stärkemoleküle ein, wodurch eine tiefblaue Färbung entsteht. Bei der Färbung wird zunächst der Eindruck der Schichtung verstärkt, verschwindet dann jedoch aufgrund der dunkler werdenden Färbung.

	Beobachtung	Hypothese, die die Beobachtung erklären könnte
Glas 1 (Amylose)	unter Zugabe von Jod verfärbt sich Amylose blau	Die Moleküle von Amylose und Amylopektin müssen unterschiedlich aufgebaut sein bzw. unterschiedlich miteinander verknüpft sein, so dass es zu einer unterschiedlichen Jod-Einlagerung kommt.
Glas 2 (Amylopektin)	unter Zugabe von Jod verfärbt sich Amylopektin violett bis hellbraun	

Station 2

Durch das Erhitzen werden sowohl die Amylose- als auch die Amylopektinmoleküle zu kurzkettigen Dextrinen gespalten. Bedingt durch diese Spaltung kann Wasser aufgenommen werden, was ohne Erhitzung aufgrund der schraubigen und verzweigten Struktur der Stärkemoleküle nicht möglich war.

Station 3

1.) In einem selbst konstruierten Versuch zur Überprüfung, bei welcher Kartoffel es sich um die amylosefreie Kartoffel handelt, müsste aus den beiden Kartoffeln jeweils gewonnene Stärke mittels Jodlösung auf die entstehende Färbung hin untersucht werden. Die Kartoffelstärke, die noch Amylose enthält, verfärbt sich dabei dunkler und bläulicher als die reine Amylopektin-Kartoffelstärke.

2.)

	Was ist das?	Welche Funktion übernimmt es im menschlichen Körper?
Fruktan	Kohlenhydrat / Ballaststoff (unverdaulich) aus Fructose-Molekülen	Fruktan wird zu den so genannten Probiotika gezählt; erst im Dickdarm befindliche Bakterien (Bifidobakterien) besitzen das nötige Enzym zum Abbau des Fruktans; dabei entstehen Milchsäure, Essigsäure und andere kurzkettige Fettsäuren von geringem Brennwert; die daraus resultierende Absenkung des pH-Werts im Dickdarm soll die Vermehrung pathogener Bakterien hemmen; zudem soll die Aufnahme von Mineralstoffen durch Probiotika im Dickdarm gefördert werden
Zeaxanthin	Carotinoid	Zeaxanthin ist Bestandteil der Makula auf der Netzhaut; von der erhöhten Aufnahme von Zeaxanthin erhofft man sich eine Vorbeugung der Makula-Degeneration (häufigste Ursache von Erblindung)

Station 4

	Zulassung und Anbau			Beispiele. für Freisetzungsversuche BRD
	BRD	EU	USA	
Amylosefreie Kartoffel	kein kommerzieller Anbau	Antrag auf Zulassung als Rohstofflieferant (Schweden); des Weiteren Antrag auf Zulassung als Lebensmittel/Futtermittel (Großbritannien); Markteinführung geplant für 2008	kein kommerzieller Anbau	seit 1993; 2007/08 großflächige Freisetzungsversuche der Amflora-Kartoffel
Fruktan-Kartoffel	kein kommerzieller Anbau; Markteinführung wird heute nicht mehr angestrebt		kein kommerzieller Anbau	2001-2004 verschiedene Freisetzungsversuche in Norddeutschland (z. B. Brandenburg u. Berlin)
Zeaxanthin-Kartoffel	kein kommerzieller Anbau; Markteinführung wird heute nicht mehr angestrebt		kein kommerzieller Anbau	2005-2007 verschiedene Freisetzungsversuche in Süddeutschland (z. B. Bayern)
Krankheitsresistente Kartoffeln	kein kommerzieller Anbau	kein kommerzieller Anbau	Zulassung von 4 gentechnisch veränderten Sorten, die Toxine gegen Kartoffelkäfer produzieren; 2 davon mit zusätzlicher Resistenz gegen Viren; der Anbau wurde 2001 wieder eingestellt	seit 2006 Freisetzungsversuche mit resistenten Kartoffeln gegen den Pilz Phytophthora; 1995-2002 verschiedene Freisetzungsversuche mit der T4-Lysozym-Kartoffel in Norddeutschland

Kartoffeln als Pharmapflanzen	kein kommerzieller Anbau	kein kommerzieller Anbau (aber klinische Prüfphase)	seit 2006 (-2008) in Rostock Freisetzungsversuche mit Kartoffeln zur Impfstoffproduktion gegen Cholera und eine Kaninchenseuche
			1989-2008: insgesamt 70 Freisetzungsversuche in der BRD)

Station 5

- 1.) Die Schülerinnen und Schüler wägen potenzielle Pro- und Contra-Argumente der Öl-Aktion gegeneinander ab. So wird durch die Aktion zwar auf die möglichen Gefahren einer Freisetzung gentechnisch veränderter Kartoffeln in der Öffentlichkeit aufmerksam gemacht und ein öffentliches Zeichen gesetzt. Gleichzeitig wird jedoch die notwendige Sicherheitsforschung blockiert, was nicht zu den notwendigen hieb- und stichfesten Ergebnissen bezüglich möglicher Gefahren, sondern vielmehr nur zu weiteren finanziellen Ausgaben und möglichen ökologischen Schäden durch das Öl führt.

- 2.) Mit dieser offenen Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler in ihrer Reflexions- und Handlungsfähigkeit, gegebenenfalls auch in ihrer Partizipationsfähigkeit, gestärkt werden. Es besteht die Möglichkeit, dass sich Motivation, Interesse und Aktionswillen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler entwickelt und sich Ideen für ein späteres Klassen- oder Schulprojekt herauskristalisieren. Potenzielle Ideen der Schülerinnen und Schüler wären z. B.:
 - Gestaltung einer Informationsbroschüre über die Grüne Gentechnik,
 - Organisation einer Ausstellung oder eines Aktionstags zur Grünen Gentechnik,
 - Podiumsdiskussion mit Experten von Greenpeace o.ä. durchführen,
 - Meinungsumfragen zur Grünen Gentechnik in der Bevölkerung durchführen und auswerten.

6.3 Literatur

Freytag, K. (Hrsg.) (2007): Biologische Kurzversuche, Aulis Verlag Deubner, Köln

Renneberg, R. / Süßbier, D. (2006): Biotechnologie für Einsteiger, Spektrum Akademischer Verlag, München

Schöber-Butin, B. (2001): Die Kraut- und Braunfäule der Kartoffel und ihr Erreger Phytophthora infestans. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 384. Herausgegeben von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Parey Buchverlag, Berlin

<http://www.bba.de/veroeff/mitt/pdfs/mitt384.pdf>

<http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/44.kartoffel.html> [abgerufen: 28.2.2008]

<http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/> [abgerufen: 28.2.2008]

6.4 Zu erwerbende Kompetenzen

Kompetenzbereich **Fachwissen**

Bildungsstandards	Gymnasium		Realschule	
	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und erklären Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie. (F 1.4) • kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen. (F 3.8) 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern einfache Veränderungen in einem Ökosystem. (FW 4.6) 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in Ökosysteme auf den Menschen selbst. (FW 3.2) • beschreiben die Auswirkungen von Eingriffen des Menschen in Ökosysteme. (FW 4.6) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Folgen menschlichen Handelns auf die Entwicklung in einem Ökosystem. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben globale Veränderungen als Folge menschlichen Handelns. • erläutern Züchtung und Gentechnik an einem Beispiel.

Kompetenzbereich **Erkenntnisgewinnung**

Bildungsstandards	Gymnasium		Realschule	
	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> • planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus. (E 6) 	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Beobachtung und Deutung. (EG 1.1) • erstellen eigenständig Versuchsprotokolle. (EG 2.5) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben komplexe Zusammenhänge strukturiert und sachgerecht. (EG 1.1) 	<ul style="list-style-type: none"> • beobachten nach ausgewählten Kriterien. • werten Experimente hypothesenbezogen aus. • führen ein Versuchsprotokoll. 	<ul style="list-style-type: none"> • deuten Versuche in Bezug auf den zugrunde liegenden Sachverhalt.

<ul style="list-style-type: none"> • mikroskopieren Zellen und stellen sie in einer Zeichnung dar. (E 1) 	<ul style="list-style-type: none"> • zeichnen lichtmikroskopische Präparate unter Einhaltung von Zeichenregeln. (EG 1.4) • mikroskopieren einfache selbst erstellte Präparate. (EG 2.4) 		<ul style="list-style-type: none"> • mikroskopieren und fertigen Zeichnungen an. • stellen biologische Zeichnungen her. 	
<ul style="list-style-type: none"> • führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch. (E 5) 	<ul style="list-style-type: none"> • führen Untersuchungen und Experimente (auch Nachweisverfahren) mit qualifizierenden und quantifizierenden Verfahren eigenständig durch. (EG 2.3) 		<ul style="list-style-type: none"> • führen Untersuchungen nach Anleitung mit geeigneten qualifizierenden und quantifizierenden Verfahren durch. 	
		<ul style="list-style-type: none"> • suchen und benutzen verschiedene Quellen bei der Recherche naturwissenschaftlicher Informationen. (EG 4.1) • unterscheiden zwischen relevanten und irrelevanten Informationen. (EG 4.1) 	<ul style="list-style-type: none"> • entnehmen aus Sachtexten und grafischen Darstellungen Informationen. 	<ul style="list-style-type: none"> • entnehmen aus komplexen Sachtexten und grafischen Darstellungen Informationen.
<ul style="list-style-type: none"> • erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen. (E 8) 		<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die gewählten Untersuchungsmethoden und diskutieren die Aussagekraft der Ergebnisse. (EG 2.6) 		

Kompetenzbereich **Kommunikation**

Bildungsstandards	Gymnasium		Realschule	
	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und erklären den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von Bildern in strukturierter sprachlicher Darstellung. (K 9) 			<ul style="list-style-type: none"> wenden sachgemäß die Fachsprache an. 	<ul style="list-style-type: none"> übertragen die Fachsprache auf neue Sachverhalte.
<ul style="list-style-type: none"> kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen. (K 1) 	<ul style="list-style-type: none"> beziehen die Beiträge anderer in ihre Darstellungen mit ein. (KK 1) 	<ul style="list-style-type: none"> lösen komplexere Aufgaben in Gruppen, treffen dabei selbstständig Absprachen in Bezug auf Aufgabenverteilung und Zeiteinteilung. (KK 1) reflektieren die Beiträge anderer und nehmen dazu Stellung. (KK 1) 	<ul style="list-style-type: none"> kommunizieren fachbezogen miteinander in Gruppen. treffen selbstständig Absprachen. 	<ul style="list-style-type: none"> kommunizieren fachbezogen in verschiedenen Sozialformen und fassen erarbeitete Teilergebnisse selbstständig zu einem Gesamtergebnis zusammen. reflektieren und begründen Lösungsvorschläge anderen gegenüber.
<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese auch mit Hilfe verschiedener Techniken und Methoden adressaten- und situationsgerecht. (K 4) 			<ul style="list-style-type: none"> nutzen Datenquellen zielgerichtet und verarbeiten diese unter Anwendung verschiedener Techniken und Methoden, insbesondere unter Nutzung der neuen Medien. werten grafische Darstellungen und Sachtexte aus. 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Informationsquellen selbstständig und fassen diese unter Anwendung verschiedener Techniken und Methoden zusammen. werten komplexe grafische Darstellungen und Sachtexte aus.

<ul style="list-style-type: none"> stellen Ergebnisse und Methoden biologischer Untersuchung dar und argumentieren damit. (K 6) 		<ul style="list-style-type: none"> präsentieren Ergebnisse mit angemessenen Medien. (KK 2) 		<ul style="list-style-type: none"> stellen die Ergebnisse und Methoden biologischer Untersuchungen dar und argumentieren damit.
<ul style="list-style-type: none"> referieren zu gesellschafts- oder alltagsrelevanten biologischen Themen. (K 7) 				<ul style="list-style-type: none"> referieren zu gesellschafts- oder alltagsrelevanten biologischen Themen.

Kompetenzbereich **Bewertung**

Bildungsstandards	Gymnasium		Realschule	
	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 8	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem. (B 5) 			<ul style="list-style-type: none"> schätzen den Eigenwert von Ökosystemen. beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in ein Ökosystem. nennen und bewerten an einem heimischen Ökosystem die unterschiedliche Interessenslage von Naturnutzern. erörtern fachgerecht die unterschiedlichen Meinungen zu Fragen des Naturschutzes. 	<ul style="list-style-type: none"> erörtern die Erhaltung von Arten und Lebensräumen als ethische und ökologische Aufgabe.

<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen verschiedene Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung. (B 2) • erörtern Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit. (B 7) 				<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit sowie zur sozialen und globalen Verantwortung. • beurteilen Maßnahmen und Verhaltensweisen im Umgang mit Ressourcen unter sozialen und globalen Gesichtspunkten.
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen Erkenntnisse und Methoden in ausgewählten aktuellen Bezügen wie zu Medizin, Biotechnik und Gentechnik, und zwar unter Berücksichtigung gesellschaftlich verhandelbarer Werte. (B 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Fakten und Meinungen. (BW 1) • begründen den eigenen Standpunkt. (BW 2) • beschreiben kurz- und langfristige persönliche und gesellschaftliche Folgen eigenen Handelns. (BW 2) • wählen relevante Sachinformationen für komplexe Problem- und Entscheidungssituationen aus. (BW 3) • wenden weitgehend selbstständig Strategien zur Bewertung in Entscheidungsfindungsprozessen an. (BW 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die Wertentscheidung im Entscheidungsfindungsprozess. (BW 3) • erläutern die Standpunkte anderer. (BW 2) • reflektieren die Sachinformationen für Problem- und Entscheidungssituationen in Hinblick auf Korrektheit und Begrenztheit der Aussagekraft. (BW 3) 		<ul style="list-style-type: none"> • bewerten Informationen und deren Quellen, insbesondere das Internet, kritisch.

