

Pommes oder Plastik?!

–

„Amflora“,

die Kartoffel als nachwachsender Rohstoff



Neele Alfs und Prof. Dr. Corinna Hößle
Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg
Institut für Biologie- und Umweltwissenschaften
AG Biologiedidaktik
Carl-von-Ossietzky-Straße 9-11
26111 Oldenburg

5.1 Einleitung

Die Anwendung der *Grünen Gentechnik* in der Landwirtschaft wird seit mehreren Jahren kontrovers diskutiert. Dabei spielen unterschiedliche Interessen, rechtliche Fragestellungen, ökologische Schadensbetrachtungen, politische Hintergründe und auch moralische Grundhaltungen eine zentrale Rolle bei der Betrachtung und Bewertung der Fakten.

Die erste Generation gentechnisch veränderter Pflanzen wurde vor allem dahingehend verändert, dass Ertragssteigerungen oder -sicherungen möglich wurden („Input-Traits“). Die zweite Generation transgener Pflanzen soll nun nachwachsende Rohstoffe liefern („Output-Traits“). In Europa soll demnächst eine gentechnisch veränderte Kartoffel mit veränderter Stärkezusammensetzung angebaut werden. Die Zulassung der Industriekartoffel „Amflora“ steht bevor, momentan liegt der Antrag auf Zulassung bei der EU-Kommission in Brüssel. Diese Kartoffel soll als nachwachsender Rohstoff eine optimierte Stärkebasis liefern, die für die industrielle Verarbeitung günstiger ist als die der herkömmlichen Kartoffel.

Wie bewerten Schülerinnen und Schüler die Einführung dieser gentechnischen Veränderung der „Amflora“-Kartoffel? Um Schülerinnen und Schülern eine Methode bereitzustellen, die ihnen hilft, ein verantwortungsvolles und reflektiertes Urteil bezüglich neuer Anwendungsfelder der Grünen Gentechnik zu fällen, sollen sie in die „Sechs Schritte moralischer Urteilsfindung“ eingeführt werden.¹ Mit diesem Verfahren soll die Bewertungskompetenz im Biologieunterricht hinsichtlich bioethischer Themen gefördert werden. Im Mittelpunkt des Verfahrens steht die Frage, ob man das, was man heute im Rahmen der *Grünen Gentechnik* erreichen kann, auch erreichen und in der Gesellschaft/der Umwelt anwenden sollte. Um diesen Fragen nachgehen zu können, ist das ethische Bewerten als entscheidende Kompetenz erforderlich. So stellt Bewertungskompetenz einen der vier Kompetenzbereiche dar, die durch die Bildungsstandards aufgestellt wurden. Zunehmende Bewertungskompetenz spiegelt sich in

- der Wertschätzung für eine intakte Natur und eine gesunde Lebensführung,
- dem Verständnis für Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung,
- der Erschließung neuer Sachverhalte in Anwendungsgebieten der modernen Biologie und
- der Fähigkeit zur Beteiligung am gesellschaftlichen Diskurs

wider.

Alle genannten Ziele lassen sich in den sechs Schritten moralischer Urteilsfindung bei einer Urteilsfindung in Fragen der Grünen Gentechnik wiederfinden. Ebenso werden die Schülerinnen und Schüler in von der KMK genannten Teilkompetenzen gezielt gefördert:

- Fähigkeit zum Perspektivwechsel
- Empathievermögen
- Bewusstwerdung des eigenen Toleranzrahmens und dessen Erweiterung
- In-Beziehung-Setzung von Handlungsmöglichkeiten mit ethischen Werten
- Begründung eines eigenen oder fremden Urteils

¹ Vgl.: Hößle, C., 2001; Hößle, C., Bayrhuber, H., 2006: 1-7.

- Vertreten eines eigenen Standpunktes unter Berücksichtigung individueller und gesellschaftlich verhandelbarer Werte¹

Die sechs Schritte moralischer Urteilsfindung eignen sich zur Behandlung von verschiedenen bioethischen Themen im Biologieunterricht², sollen jedoch an dieser Stelle hinsichtlich eines neuen Kontextes, der „Amflora“-Kartoffel, betrachtet werden³. Generell folgt die Methode dem Grundsatz Schülerinnen und Schüler nicht zu bevormunden, sondern sie zu befähigen, eigenständig reflektierte Bewertungen und Entscheidungen treffen zu können.⁴ Es handelt sich dabei um eine Unterrichtsmethode, die auf der Grundlage des konstruktivistischen, kognitionsorientierten Modells zur moralischen Entwicklung von Lawrence Kohlberg beruht. Das Konzept zur moralischen Entwicklung zeigt auf, dass sich moralische Urteilsfähigkeit ganz spezifisch entwickelt und dass diese Entwicklung sich positiv beeinflussen, d. h. stimulieren und verstärken lässt. Ziel ist es dabei, einen zunehmend differenzierten Zugang zur Begründung und zur Tragfähigkeit von Werten, Normen sowie sozialen Ordnungen zu entwickeln.

5.2 Sachinformationen zur „Amflora“- Kartoffel

5.2.1 Allgemeine Informationen



Die Kartoffel (*Solanum tuberosum*) ist bei uns vor allem als Lebensmittel mit einer großartigen Vielfalt bekannt. Es gibt sie weichkochend, festkochend, als Pommes frites, Püree, Gratin und Salat und sie ist im deutschsprachigen Raum unter diversen (Frauen-)Namen bekannt.

Kartoffeln sind Nutzpflanzen, die zu der Familie der Nachtschattengewächse (Solanaceae) gehören. Hierzu zählen auch Tabak, Tomate und Paprika.

Im Alltagssprachgebrauch wird der Begriff „Kartoffel“ für die unterirdischen Knollen verwendet. Die Knolle ist weder eine Frucht noch eine Wurzel, sondern ein unterirdischer Ausläufer und Trieb, in dem die Pflanze Reservestoffe wie z. B. Stärke, Vitamine und Mineralstoffe für das Auskeimen im Frühjahr einlagert. Diese Teile der Kartoffelpflanze sind essbar. Alle Pflanzenteile, die an der Erdoberfläche sind und außerdem die Triebe, die aus den Knollen gebildet werden, enthalten ein giftiges Alkaloid, das Solanin. Solanin ist hitzebeständig, diese Pflanzenteile können also nicht gegessen werden.⁵

Kartoffeln vermehren sich vegetativ über ihre Knollen. Die Bildung der Samen findet in tomatenähnlichen Beeren statt, welche ebenfalls – wie alle grünen Teile der Pflanze – für den Menschen nicht essbar und leicht giftig sind.



Abb.: 2. Kartoffelpflanze mit Blüte

¹ KMK, 2004: 15.

² Vgl.: Hößle, C., 2003 ; Hößle, C., Bayrhuber, H., 2006: 1-7.

³ Siehe auch: Alfs, N., Hößle, C., 2009.

⁴ Vgl. Hößle C., 2007: 119.

⁵ Vgl.: o.Verf., 1985: 172-173.

5.2.2 Verwendung

Kartoffeln werden weltweit von den gemäßigten Klimaregionen bis in die Subtropen angebaut. 2005 wurden in 157 Ländern insgesamt 322 Millionen Tonnen Kartoffeln geerntet.¹ Die Kartoffel ist damit in vielen Teilen der Welt und auch in Mitteleuropa ein wichtiges Grundnahrungsmittel.

Obwohl man Kartoffeln täglich in vielen unterschiedlichen Formen wie Chips, Pommes, Gratins, Pürees etc. trifft, ist der Verzehr von Kartoffeln in Deutschland rückläufig: Um 1900 wurden von jedem Deutschen 285 kg Kartoffeln im Jahr gegessen, heute sind es nur noch knapp 70 kg und ungefähr die Hälfte davon sind industriell verarbeitete Produkte wie Püree, Pommes frites, Chips und Fertiggerichte.²

In Deutschland wird etwas über die Hälfte der Kartoffelernte direkt oder verarbeitet gegessen, nur ca. fünf Prozent werden an Nutztiere verfüttert und ca. ein Drittel geht an die Stärkeindustrie.³

Neben Weizen und Mais ist die Kartoffel ein wichtiger Stärkelieferant. Sie hat eine höhere Quellkraft und Viskosität als andere Pflanzen und liefert hohe Erträge pro Hektar, außerdem besitzt sie die größten Stärkekörner. Seit den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts hat sich die Stärkegewinnung aus Kartoffeln verdreifacht. Stärke ist die Basis für zahlreiche industrielle Anwendungen und findet nicht mehr nur im Lebensmittelbereich Verwendung, sondern vor allem auch im Non-Food-Sektor. Sie wird hauptsächlich in der Papier-, Textil- und Kunststoffindustrie für Produkte wie Baustoffe, Verpackungsmaterialien, Tapetenkleister, Folien, Klebstoffe sowie sogar für Kosmetika und Waschpulver eingesetzt.

In den letzten Jahren hat es enorme Entwicklungen für Produkte auf Stärkebasis gegeben, so können beispielsweise biologisch abbaubarer Biokunststoff, Tragetaschen oder -tüten, die auch als Sammelbeutel für kompostierbare Abfälle verwendet werden können oder aufgeschäumte Verpackungschips auf der Basis von Stärke produziert werden.⁴ Stärke ist als nachwachsender Rohstoff sehr umweltfreundlich, da die Pflanzen, die Stärke produzieren, immer wieder angebaut werden können, wohingegen die Reserven an Erdöl und Kohle nicht unerschöpflich sind.

5.2.3 Stärke und ihre Bestandteile

Biochemisch gesehen ist Stärke ein Polysaccharid, das aus einzelnen Zuckerbausteinen (Glukose) aufgebaut ist. Polysaccharide dienen gewöhnlich der Energiespeicherung oder als Strukturproteine. Pflanzen, so auch die Kartoffel, speichern oft große Stärkemengen in Samen und Speicherorganen wie den Knollen, um sie während der Keimung als Energiequelle nutzen zu können.⁵

In herkömmlichen Kartoffeln besteht Stärke im Wesentlichen aus zwei Komponenten: **Amylose** (lange, kettenförmige Moleküle) und **Amylopektin** (große, stark verzweigte Moleküle). Die Eigenschaften der Stärke hängen davon ab, in welchem Mengenverhältnis die beiden Komponenten

¹ <http://www.transgen.de/datenbank/pflanzen/44.kartoffel.html> [letzter Aufruf: 24.06.2008]

² Ebd.

³ Ebd.

⁴ Vgl. : <http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/staerke/30.doku.html> [letzter Aufruf: 20.06.2008]

⁵ Vgl.: Nabors, M. W., 2007: 180.

vorhanden sind. In der Regel liegt der Gehalt von Amylopektin bei 70-90 %.¹ Amylopektin ist im Gegensatz zur Amylose nicht wasserlöslich und besitzt die für Stärke charakteristische Eigenschaft der Wasserbindfähigkeit und eignet sich daher für Kleister-, Kleb- und Schmierstoffe und aufgrund seiner Quellfähigkeit auch zur Herstellung von Puddingpulver.² Für die menschliche Ernährung sind beide Stärkebestandteile gleichwertig, für die industrielle Verarbeitung können sie jedoch nicht zusammen genutzt werden, da sie diese unterschiedlichen Eigenschaften besitzen. Meist werden nur die Kleistereigenschaften des Amylopektins benötigt, während die gelierende Amylose in vielen Produkten unerwünscht und störend ist. Das Amylopektin ist also der begehrtere Bestandteil.³ Momentan müssen die beiden Stärkebestandteile mit chemischen, physikalischen oder enzymatischen Verfahren getrennt werden. Die Trennung für die industrielle Verarbeitung ist sehr aufwendig und führt zu hoher Abwasserbelastung und hohem Energieverbrauch. Deshalb stellt die zunehmende industrielle Verarbeitung gänzlich neue Anforderungen an die Rohstoffpflanzen. Kartoffeln, die zur industriellen Stärkeproduktion eingesetzt werden sollen, müssen vor allem einen hohen Stärkegehalt mit einer optimalen Zusammensetzung aus Amylose und Amylopektin enthalten.⁴

5.2.4 Nachwachsende Rohstoffe nach Maß

Die traditionelle Züchtung ist sehr bemüht, die Anforderungen, die die Industrie an die Kartoffel stellt, zu bedienen. Die Möglichkeiten sind dafür allerdings begrenzt, da die Kulturkartoffel tetraploid ist, sie hat also vier Chromosomensätze und daher komplizierte Vererbungsmuster. Aufgrund dessen ist es schwierig, gewünschte Eigenschaften einzukreuzen, gerade weil für eine Eigenschaft oft mehrere Gene zuständig sind. Bisher ist es mit konventionellen Züchtungsmethoden nicht gelungen eine Kartoffel zu züchten, die nur die bevorzugte Amylopektin-Stärke bildet.⁵

5.2.5 Die „Amflora“-Kartoffel

Schon bald soll es in Deutschland eine neuartige Kartoffel geben, die diese Wünsche erfüllt. Die *Grüne Gentechnik* ermöglicht es, ein Enzym, das für die Bildung von Amylose in der Kartoffel verantwortlich ist, zu blockieren, sodass die Stärkezusammensetzung in der Kartoffel gezielt verändert werden kann und sie fast ausschließlich aus Amylopektin besteht.

Diese Technik wird als **Antisense-Technik** bezeichnet. Das Gen für das Enzym Stärkesynthetase, das an der Bildung von Amylose beteiligt ist, wurde gentechnisch ausgeschaltet. Dazu wurde eine spiegelbildliche Kopie des Gens („Antisense“) in die Erbsubstanz der Kartoffel eingebaut, was die Information zur Bildung des Enzyms blockiert. Dieses Gen trägt also die komplementäre Basensequenz.

Das Verfahren funktioniert zusammengefasst folgendermaßen: Die Erbinformation eines Gens wird mithilfe der m-RNA (= messenger RNA) abgeschrieben und in die Ribosomen gebracht. Die RNA funktioniert dabei wie eine Matrize, ihre Struktur ist komplementär zu dem abgelesenen Gen. Um die

¹ Vgl.: Bickel-Sandkötter, S., 2003: 24.

² Vgl.: Ebd.: 29.

³ Vgl.: <http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/staerke/30.doku.html> [letzter Aufruf: 20.06.2008]

⁴ Ebd.

⁵ Ebd.

Bildung eines bestimmten Proteins zu blockieren, wird bei der Antisense-Technik ein gegensinniges (antisense) Gen in die Pflanzenzelle eingebracht. Dessen m-RNA lagert sich als passendes Gegenstück an die m-RNA des Proteins an und blockiert sie auf diese Weise.¹

Diese gentechnisch veränderte Kartoffel wurde für die kommerzielle Nutzung von BASF Plant Science entwickelt und trägt den Markennamen „**Amflora**“.

Im Rahmen von Freilandversuchen wurde diese Kartoffel mehrere Jahre lang von der EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) auf Ertrag, Schädlings- und Krankheitsresistenz sowie gesundheitsschädliche Wirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt getestet, spezifische Schadenswirkungen konnten dabei nicht nachgewiesen werden. Der Anbau ist dennoch umstritten.²

Obwohl ein EFSA-Gutachten bescheinigt, dass die „Amflora“-Kartoffel im Vergleich zu herkömmlichen Kartoffeln keine erhöhten Risiken für Menschen, Tiere oder die Umwelt birgt, lehnen einige Umweltorganisationen den Anbau von „Amflora“ in Deutschland ab. Ihre Befürchtungen beziehen sich auf folgende Punkte:

- Zum einen wird befürchtet, dass es zu einer unabsichtlichen Vermischung mit herkömmlichen Speise- und Futterkartoffeln kommt und so die Wahlfreiheit der Verbraucher, die sich möglicherweise gegen genveränderte Kartoffeln entscheiden, eingeschränkt wird.
- Zum anderen würde der Anbau transgener Pflanzen zur Produktion von Rohstoffen im großen Maßstab Flächen in Anspruch nehmen, die für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden könnten. Es ist also eine Frage der Flächenkonkurrenz. Diese Frage stellt sich jedoch nicht nur bei gentechnisch veränderten Lebensmitteln, sondern generell bei nachwachsenden Rohstoffpflanzen.
- Weitere Bedenken beziehen sich auf das in „Amflora“ enthaltene Markergen, das eine Antibiotikaresistenz gegen Kanamycin vermittelt. Kanamycin ist in der Human- und Veterinärmedizin ein wichtiges Antibiotikum zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten. Daher wird befürchtet, dass es zu einem Transfer dieses Gens auf Bakterien und damit zu Antibiotikaresistenzen kommt. Das Gentechnik-Expertengremium der EFSA erklärte allerdings im April 2007 durch ein weiteres Gutachten, dass der Transfer eines Gens von einer gentechnisch veränderten Pflanze auf Bakterien sehr unwahrscheinlich und so die Wirksamkeit des Antibiotikums im Zielorganismus nicht gefährdet sei.³
- Nur selten sind alle Funktionen der Stoffwechselprodukte, die verändert werden, bekannt. Kohlenhydrate spielen z. B. in Stresssituationen der Pflanze als Regulatoren im Wasserhaushalt der Zellen und als Signalmoleküle eine wichtige Rolle. So könnten Veränderungen im Stoffwechselkreislauf unerwartete Nebenwirkungen hervorrufen, die bisher noch nicht bekannt sind. Diese gentechnischen Veränderungen in Stoffwechselkreisläufen könnten wiederum tiefgreifende Veränderungen auf die Eigenschaften der Pflanze haben, was sich auf Nahrungsnetze und die Bodenzusammensetzung auswirken könnte.

¹ Vgl.: Campbell, N. A., 2000: 424.

² <http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/staerke/32.doku.html> [letzter Aufruf: 20.06.2008]

³ Vgl.: www.biosicherheit.de/de/kartoffel/staerke/32.doku.html [letzter Aufruf: 20.06.2008]

- Was die Koexistenz mit herkömmlichen Sorten betrifft, gelten die Kartoffeln aufgrund ihrer biologischen Eigenschaften eher als unproblematisch. Da sie sich vegetativ über Knollen vermehren und die Vermehrung über Samen nur sehr ineffizient ist, wäre eine mögliche Auskreuzung ohne Folgen. Außerdem besitzt die Kartoffel in Deutschland keine verwandten Wildarten, auf die veränderte Gene übertragen werden könnten.

5.2.6 Aktuelle Entwicklungen

2003 wurde die Zulassung für den Anbau und die Verwendung der „Amflora“-Kartoffel in der EU beantragt. Da die Sicherheitsbewertung abgeschlossen war, wurde mit der Zulassung für 2007 gerechnet. Doch die Zulassung verzögerte sich, da keine qualifizierte Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten zustande kam. Nun fällt nach EU-Recht die Entscheidung der EU-Kommission zu. „Amflora“ ist zwar ausschließlich als nachwachsender Rohstoff für die industrielle Produktion gedacht, 2005 hat die Herstellerfirma aber zudem eine Zulassung als Lebens- und Futtermittel beantragt. Ein Teil der bei der Verarbeitung anfallenden Reststoffe soll dann als Futtermittel verwendet werden. Eine Verwendung der Kartoffel in dieser Richtung ist zwar nicht direkt geplant, eine Bewilligung für diese Zwecke soll aber ihre Unbedenklichkeit unterstreichen.

Einer Meldung vom Juni 2008¹ ist zu entnehmen, dass die EU-Kommission die Entscheidung über die Anbau-Zulassung von „Amflora“ erneut verschoben hat. Bisher hatte sie alle Anträge für gentechnisch veränderte Pflanzen genehmigt, wenn die Sicherheitsbewertungen abgeschlossen waren und aus ihnen resultierte, dass die neuen GVO-Produkte genauso sicher sind wie die herkömmlichen Produkte. Die EFSA hatte „Amflora“ schon 2005 für unbedenklich erklärt, trotzdem zögert der EU-Kommissar Stavros Dimas seine Entscheidung noch hinaus und verweist dabei auf nicht geklärte Sicherheitsfragen. Bei „Amflora“ ist es der Antibiotikaresistenzmarker, der bei Dimas Bedenken hervorruft. Dimas schlug daher vor, die Zulassung abzulehnen. Hierfür fand er jedoch in seiner Kommission keine Mehrheit. Als Kompromiss einigte man sich nun darauf, die Sicherheitsaspekte bei „Amflora“ erneut von der EFSA untersuchen zu lassen. Damit wird die Entscheidung über die Zulassung der „Amflora“-Kartoffel in Deutschland erneut um mehrere Monate verzögert. Bestätigt die EFSA erneut die Unbedenklichkeit von „Amflora“, so sicherte ein Kommissionssprecher zu, dass dann dem Antrag auf Zulassung zugestimmt wird.²

Über diesen Antrag wurde auch 2009 noch nicht entschieden, sodass bisher keine EU-Zulassung für Amflora vorliegt. Sie wurde in Deutschland im April 2009 jedoch für den Anbau zu Forschungszwecken zugelassen. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit sowie die Bundeslandwirtschaftsministerin haben dafür ihre Zustimmung gegeben. Von der Kartoffel gingen „keine Gefahren für die menschliche Gesundheit und Umwelt“ aus, gab eine Sprecherin des Ministeriums an.³ Die Herstellerfirma BASF hat sich dafür zu strikten Auflagen (z. B. Schutzzäune)

¹ Siehe <http://www.biosicherheit.de/de/aktuell/640.doku.html> [letzter Aufruf am 05.06.2009]

² Vgl.: <http://www.biosicherheit.de/de/aktuell/640.doku.html> [letzter Aufruf am 05.06.2009]

³ <http://www.tagesschau.de/inland/genkartoffel102.html> [letzter Aufruf: 05.06.2009]

verpflichtet und gewährleistet, dass die Kartoffel nur zu Forschungszwecken verwendet und nicht in die Lebens- und Futtermittelkette gelangt.

5.3 Die Methode: Sechs Schritte zur moralischen Urteilsfindung

Der naturwissenschaftliche Unterricht hat laut Bildungsstandards die Aufgabe, die Heranwachsenden über brisante bioethische Themen wie die Grüne Gentechnik im Rahmen seiner Möglichkeiten aufzuklären und zu einer reflektierten ethischen Bewertung anzuleiten.¹

Die folgenden sechs Schritte moralischer Urteilsfindung sollen den Schülerinnen und Schülern helfen, zu einem eigenständigen, reflektierten und verantwortungsbewussten Urteil in der Debatte um die „Amflora“-Kartoffel zu gelangen.

Ziel ist es, den Schülerinnen und Schülern die Methode als Handwerkszeug mit auf den Weg zu geben, um ihnen zu ermöglichen, den bioethischen Konflikt um die Einführung der „Amflora“-Kartoffel in Deutschland reflektiert und faktenbasiert zu betrachten und zu bewerten.

Die Schritte verfolgen dabei eine doppelte Funktion: Sie sollen sowohl als Kriterien zur Messung und als Lernziele zur Förderung moralischer Urteilsfähigkeit dienen.² Das Verfahren hat sich im Biologieunterricht als geeignete Unterrichtsmethode insbesondere zur Analyse medizinethischer Dilemmata bewährt.³

Schritt 1: Definieren des geschilderten ethischen Konfliktes

Der erste Schritt umfasst die genaue Schilderung des ethischen Konfliktes. Die Schülerinnen und Schüler sollen das Konfliktfeld mit eigenen Worten wiedergeben.

Grundlage dieses Schrittes ist die Annahme, dass insbesondere bei Konflikten der *Grünen Gentechnik*, aber auch bei anderen bioethischen Themen kein angemessenes Urteil möglich ist, wenn nicht vorab die Sachgrundlage erarbeitet wurde. Deshalb sollten die Schülerinnen und Schüler entweder zur selbstständigen Recherche angeleitet werden oder auf vorab ausgewählte Texte zurückgreifen können. (Kapitel 5.2: *Sachinformationen zu „Amflora“*)

Das ethische Konfliktfeld im Fall der „Amflora“-Kartoffel lautet folgendermaßen: Mit der Zulassung der „Amflora“-Kartoffel in Deutschland würde man gewisse Sicherheitsrisiken in Kauf nehmen, so z. B. die Verwendung von Antibiotikaresistenzmarkern, die möglicherweise Antibiotikaresistenzen auf Bakterien übertragen könnten. Außerdem sind ökologische Langzeitfolgen schlecht zu kalkulieren oder einzuschätzen. Der veränderte Kohlenhydratstoffwechsel könnte sich bspw. auf die Eigenschaften der Pflanze und somit auf Nahrungsbeziehungen und die Artenvielfalt sowie die Bodenbeschaffenheit auswirken. Der Eingriff in die Umwelt würde also möglicherweise nicht ohne Folgen bleiben.

Des Weiteren könnte es bei einer Einführung als Lebensmittel zu einer unabsichtlichen Vermischung der transgenen mit der herkömmlichen Kartoffel kommen, sodass der Verbraucher letztlich keine Wahlfreiheit mehr hat, welche Kartoffel er kaufen möchte.

¹ KMK, 2004: 15.

² Vgl.: Hößle, C., Bayhuber, H., 2006: 1.

³ Vgl.: Hößle, C., 2001; Hößle, C., Bayhuber, H., 2006: 1-7.

Andererseits bietet eine Industriekartoffel mit einer optimierten Stärkezusammensetzung großartige Chancen als nachwachsender Rohstoff. Man müsste nicht mehr auf fossile Rohstoffe zurückgreifen, sondern hätte eine Alternative. Stärke findet als nachwachsender Rohstoff immer größeren Absatz in vielen Bereichen. Die Einführung von „Amflora“ würde die Umweltbelastung durch die Trennverfahren der beiden Stärkekomponenten, die momentan noch nötig sind, stark reduzieren. So könnte Wasser und Energie gespart und die Umwelt dadurch geschützt werden. Es stellt sich jetzt also die Frage, welche Aspekte überwiegen und ob man dementsprechend der Zulassung von „Amflora“ zustimmt oder sie verweigert.

Schritt 2: Aufzählen möglicher Handlungsoptionen

Der folgende Schritt umfasst das Wissen und Benennen möglicher Handlungsoptionen, die zur Lösung des ethischen Konfliktes führen könnten. Das Bewusstmachen und Aufzählen von Handlungsoptionen wird als wichtig erachtet, weil erst die Reflexion möglicher Lösungswege ein rationales Urteil ermöglicht. Wichtig ist, dass der Befragte/die Befragte sich deutlich macht, welche weiteren Möglichkeiten es zur Lösung des Konfliktes gibt und welche rationalen Gründe für oder gegen diese Lösungswege sprechen. Im Klassenverband oder in Partner- bzw. Einzelarbeit sollten mit den Schülerinnen und Schülern mögliche Handlungsoptionen für die Kontroverse, ob die „Amflora“-Kartoffel in Deutschland angepflanzt werden sollte oder nicht, erarbeitet werden.

Die Handlungsoptionen in diesem Fall sind:

1. Zulassung von „Amflora“
2. Zulassung unter bestimmten Bedingungen/Auflagen
3. Anbauverbot von „Amflora“

Schritt 3: Aufzählen von Pro- und Contra-Argumenten

Um sich ein umfassendes Bild über die Argumente von Kritikern und Gegnern zu machen, soll an dieser Stelle eine Auflistung von Pro- und Contra-Argumenten bezüglich des Konfliktes stattfinden. Diese können wiederum entweder aus vorgegebenen Texten gesammelt oder durch Schülerrecherchen eigenständig herausgearbeitet werden.

Grundlage zur Bearbeitung dieses Schrittes kann das Arbeitsmaterial 2: *Pro und Contra „Amflora“* sein, mit dem die Schülerinnen und Schüler aus den Sachinformationen (Arbeitsmaterial 1) die Chancen und Risiken herausfiltern müssen. Die tabellarische Auflistung stellt die Grundlage für den Urteilsprozess dar.

Pro-Argumente

1. Stärke ist als nachwachsender und biologisch abbaubarer Stoff sehr **umweltfreundlich** und **sehr gefragt**.
2. Pflanzen, die Stärke als industriellen Rohstoff produzieren, können immer wieder angebaut werden (**regenerativ**). Die Reserven an Erdöl und Kohle hingegen sind nicht unerschöpflich.
3. Landwirte erhalten in Zeiten der Nahrungsmittelüberproduktion eine **alternative Anbaumöglichkeit**.
4. Die natürlichen Stoffwechselwege werden gentechnisch verändert, dass ein bestimmter Rohstoff in einem für die industrielle Produktion günstigeren Mischungsverhältnis vorliegt (mehr Amylopektin, wenig Amylose). Die **industrielle Weiterverarbeitung** geht so **schneller** und ist **umweltfreundlicher**.
5. Stärke muss wegen ihrer Zusammensetzung aus Amylose und Amylopektin und ihrer Verunreinigung mit Fetten und Proteinen für die industrielle Verwendung gereinigt und oft chemisch verändert werden. Das führt zu einem höheren **Wasser- und Energieverbrauch** bei der herkömmlichen Kartoffel.
6. Kartoffeln haben in unseren Breiten **keine wilden Verwandten**. Es besteht eine **geringe Auskreuzungsgefahr** (Die Kartoffel vermehrt sich zumeist vegetativ durch Sprossknollen. Eine Ausbreitung über Samen ist in Deutschland aus klimatischen Gründen wenig wahrscheinlich, da die Früchte in Mitteleuropa nur selten ausreifen; eine Vermehrung durch Samen wird lediglich in der Züchtung praktiziert.)
7. Die **Sicherheitsbewertung** durch die EFSA hat stattgefunden und „Amflora“ wurde 2005 für unbedenklich erklärt.
8. Die **Vermischungsgefahr** ist durch geregelte Verfahrensweisen sehr gering.

Contra-Argumente

1. Der eingebaute Genabschnitt enthält Markergene, die gegen das Antibiotikum Kanamycin Resistenzen vermitteln. Es besteht ein **Risiko der unkontrollierten Ausbreitung der Antibiotikaresistenz**.
2. Der Anbau von „Amflora“ zur Produktion von Rohstoffen in großen Maßen würde Flächen in Anspruch nehmen, die sonst für die **Nahrungsmittelproduktion** eingesetzt werden.
3. Der veränderte Amylopektingehalt kann die Standorteigenschaften und das Konkurrenzverhalten der Pflanze verändern. → **Änderung in der Verbreitung der Pflanzen**
4. Veränderungen des Kohlenhydratstoffwechsels führen zu veränderten Inhaltsstoffen und damit evtl. zu Änderungen der Attraktivität der Kartoffelpflanze z. B. für Insekten und Mikroorganismen. Dies kann **Effekte auf Nahrungsnetze, die Artenvielfalt, den Boden und das Ökosystem** haben.
5. Durch Eingriffe in das Genom der Kartoffeln könnten unerwartete, unbeabsichtigte Veränderungen, z. B. die Anfälligkeit der Kartoffeln gegenüber Krankheitserregern auftreten. Dies kann wiederum zu einem **veränderten Pestizideinsatz** führen.
6. Ein geänderter Pestizideinsatz kann **Effekte auf die Nahrungsnetze am Ackerstandort** haben.
7. Kommt es zu einer **Vermischung** von transgenen und herkömmlichen Kartoffeln, kann es möglicherweise dazu führen, dass der Verbraucher sich nicht mehr selbstbestimmt entscheiden kann, ob er gentechnisch veränderte oder die herkömmlichen Kartoffeln kauft.

Schritt 4: Aufzählen ethischer Werte, die hinter den Argumenten stehen

In diesem Schritt sollen die Werte, die mit den Argumenten verbunden sind, erkannt und benannt werden. Es geht dabei um das Erfassen der jeweiligen normativen Dimension der zur Debatte stehenden Handlungsoptionen.

Da es für Schülerinnen und Schüler möglicherweise problematisch ist, Werte frei zu äußern und zuzuordnen, bietet das Arbeitsmaterial 3: *Wertepool* eine Hilfestellung. Hier sind die Werte in einem Pool aufgelistet. Die relevanten Werte müssen herausgefiltert, reflektiert und hierarchisiert werden. Die Fragen sind ebenfalls mögliche Hilfestellungen für die Bearbeitung dieses Schrittes, da sie eine intensive Auseinandersetzung mit Werten und der persönlichen Gewichtung dieser fordern.

Argumente		Werte
Pro-Argument		
A 1/2	Stärke als nachwachsender Rohstoff	Umweltschutz
A 3	Alternative für Landwirte	Wohlstand
A 4/5	Optimierte industrielle Weiterverarbeitung	Umweltschutz
A 6	Keine wilden Verwandten in Deutschland	Sicherheit
A 7	Sicherheitsbewertung ist abgeschlossen	Sicherheit
A 8	Geringe Vermischungsgefahr	Wahlfreiheit, Selbstbestimmung
Contra-Argumente		
A 1	Einbau von Markergenen (Antibiotikaresistenz)	Gesundheit
A 2	Flächenkonkurrenz	Gerechtigkeit
A 3/4/5/6	Mögliche Risiken hinsichtlich horizontalem Gentransfer, Nahrungsnetzen, Artenvielfalt, Ökosystem	Umweltschutz, Sicherheit, Artenschutz, Verantwortung
A 7	Verbraucher müssen selbst entscheiden können	Selbstbestimmung, Wahlfreiheit, Sicherheit

Schritt 5: Begründete Urteilsfällung und Diskussion andersartiger Urteile

Schritt 5 fordert die Schülerinnen und Schüler auf, zunächst ihr eigenes Urteil zu fällen und dann weitere mögliche Urteile zu reflektieren. Alle Erkenntnisse aus den vorherigen Schritten sollen einbezogen werden. Anhand dieses Schrittes sollen Schülerinnen und Schüler lernen, ein argumentativ begründetes, rationales Urteil zu fällen sowie andere Urteile zu formulieren. Außerdem soll ein Perspektivwechsel vollzogen werden, der zur Berücksichtigung anderer Positionen führt.

Ein mögliches Urteil bezogen auf die „Amflora“-Kartoffel könnte z. B. folgendermaßen lauten: Ich entscheide mich für die Zulassung von „Amflora“, weil für mich die Vorteile wie z. B. die geringere Umweltbelastung durch die wegfallenden Trennungsvorgänge und die Nutzung eines nachwachsenden Rohstoffes überwiegen. Ich denke, dass die Sicherheitsbewertung ausführlich durch die zuständigen Behörden durchgeführt wurde. Ich finde, dass wir eine große Verantwortung für unsere Umwelt haben und daher auf diese Möglichkeit, einen nachwachsenden Rohstoff optimiert zu

nutzen, nicht verzichten sollten. Ich wäre allerdings gegen eine Zulassung von „Amflora“ gewesen, wenn die Sicherheits- und Umweltrisiken nicht so gut abgeklärt worden wären.

Eine Hilfestellung für den Prozess der Urteilsfindung kann bei diesem Schritt das Arbeitsmaterial 4: *Punktevergabe* darstellen. Jede Schülerin und jeder Schüler bekommt eine bestimmte Anzahl von Klebepunkten (3-5). Die Aussagen, denen zugestimmt wird, sollen nun mit Punkten bewerten werden. Dieses Arbeitsblatt kann auch als Wandbild in Großformat angefertigt werden, sodass ein Meinungsbild entsteht, wenn alle Schülerinnen und Schüler ihre Punkte für die Aussagen vergeben. Die Punkte können sowohl gesplittet als auch gesammelt vergeben werden.

Schritt 6: Aufzählen von Konsequenzen, die das eigene und das andersartige Urteil implizieren

Ziel dieses Schrittes ist es, die Folgen des eigenen Urteils und andersartiger Urteile zu überschauen und konkret zu benennen. Dieser Schritt ist besonders wichtig, da das Benennen von Konsequenzen sowohl die eigene Person als auch andere Personenkreise betreffen kann. Es muss also ein Perspektivwechsel vollzogen werden. Bei der Urteilsfällung sollten deshalb alle Personen und soziale Wirkungskreise berücksichtigt werden, auf die sich die Folgen des Urteils beziehen können.

Zulassung des Anbaus:

- Mögliche ökologische Risiken werden in Kauf genommen (Artenvielfalt, Nahrungsnetze, Boden)
- Mögliche Antibiotikaresistenz wird in Kauf genommen
- Ertragssteigerung/Gewinnsicherung für den Landwirt
- Umweltschonendere und schnellere Verfahren in der Industrie
- Stärke wird als nachwachsender Rohstoff genutzt
- Keine Sicherheit bezüglich horizontalem Gentransfer, Veränderungen in der Artenvielfalt und in den Nahrungsnetzen

Verbot des Anbaus:

- Gewährleistet Sicherheit für Mensch und Tier
- Vermeidung von Risiken
- Umweltschutz dahingehend, dass Eingriffe in die Umwelt verhindert werden
- Mögliche Schädigung des Bauern durch Ertragseinbußen
- Potenzial nachwachsender Rohstoffe wird nicht genutzt
- Umweltbelastung durch Wasser- und Energieverbrauch bei den Trennungsv erfahren wird akzeptiert

[Schritt 7: Erneute Standortbestimmung/Urteilsfällung]

An dieser Stelle kann fakultativ ein siebter Schritt eingebaut werden, in dem nach dem Aufzählen der Konsequenzen, die sich aus den verschiedenen Urteilen ergeben, eine erneute Standortbestimmung möglich ist. Dies ist sehr wichtig, da aufgrund der vorab genannten Konsequenzen neue Aspekte hinzugekommen sein könnten, die das Urteil aus Schritt 5 als revisionsbedürftig erweisen.

5.4 Didaktische Zielsetzung

Diese Unterrichtseinheit zum Kontext *Grüne Gentechnik* mit dem aktuellen Bezugspunkt der „Amflora“-Kartoffel richtet sich in erster Linie an Schülerinnen und Schüler der Oberstufe (Schuljahrgänge 10-12/13), da sie sowohl Fähigkeiten des selbstständigen Arbeitens als auch das Arbeiten in verschiedenen Sozialformen voraussetzt und außerdem ein umfangreiches Wissen in Bereichen der Genetik und der Ökologie benötigt wird.

Den sechs Schritten moralischer Urteilsfindung liegt eine ausführliche Reflexion des Sachverhaltes, eine eingehende Betrachtung der berührten ethischen Werte sowie eine Abwägung unterschiedlicher Argumente, möglicher Urteile und Folgen bei der Urteilsbildung zugrunde. Im Rahmen der Methode soll die Bewertungskompetenz gefördert werden, indem eine Befähigung zur Perspektivübernahme erreicht und gezeigt werden kann, dass Argumente und Entscheidungen auf Werte zurückgeführt werden können.

Jede Schülerin und jeder Schüler sollte dabei den Versuch einer Gewichtung von Argumenten und Werten vornehmen: Mit welcher Wahrscheinlichkeit treten die Vor- und Nachteile ein? Wie wichtig sind die Risiken, wie wichtig die Chancen? Welche Werte werden hier angesprochen, haben sie für mich eine Bedeutung und wie gewichte ich einzelne Werte? Hat die Sicherheitsforschung in Deutschland bereits alle Risikobereiche ausreichend erforscht, sodass eine Zulassung möglich ist? Anschließend soll die Entscheidung getroffen werden. Wie würden sich die Schüler/innen entscheiden - für ein Verbot oder für den Anbau?

Die kognitiven Lernziele liegen darin, dass Sachinformationen u. a. zur Kartoffel, zum Aufbau von Stärke, zur Gentechnik und zu ökologischen Prozessen nötig sind, um das ethische Konfliktfeld überhaupt umfassend verstehen zu können. Dem Kompetenzbereich Fachwissen wird so Rechnung getragen.

Es werden aber auch affektive Lernziele verfolgt: Die Schülerinnen und Schüler werden hinsichtlich eines bioethischen Konfliktfeldes sensibilisiert. Sie sollen Toleranz und Verständnis für andere Meinungen entwickeln und Verantwortung für die eigene Meinung übernehmen und ihr Wertesystem nach außen hin vertreten. Sie sollen lernen, dass unterschiedliche Handlungsoptionen zur Verfügung stehen und individuelle Bewertungen von Folgen, Risiken und Chancen eine entscheidende Rolle bei der Urteilsfällung spielen. Werden innerhalb der Kurse unterschiedliche Urteile gefällt, so lässt sich zeigen, dass bei gleichen zugrunde liegenden Fakten trotzdem unterschiedliche Urteile möglich und aufgrund von unterschiedlichen Werthaltungen gerechtfertigt sind.

Des Weiteren erlangen die Schülerinnen und Schüler bei der Benutzung dieses Verfahrens Methodenkenntnis. Sie lernen eine neue Methode kennen, die ihnen auch bei Alltagsentscheidungen eine Hilfe sein kann.

Gefördert wird außerdem die Kommunikationskompetenz, indem die Schülerinnen und Schüler sich Sachinformationen beschaffen bzw. Informationen aus einem Text herausfiltern müssen.

Die Methode kann in verschiedenen Sozialformen durchlaufen werden, so ist es beispielsweise möglich, Schritt 1 in Partnerarbeit oder Einzelarbeit und Schritt 2, 3 und 6 im Klassenverband oder als Einzel- bzw. Partnerarbeit durchzuführen. Die Schritte 4 und 5 sollten von jedem Schüler/jeder Schülerin in Einzelarbeit erledigt werden, da hier die persönliche Abwägung und Urteilsfällung nötig

ist. Es können aber auch alle sechs Schritte in Einzelarbeit durchlaufen werden (Arbeitsmaterial: *Sechs Schritte moralischer Urteilsfindung*).

Beispiellösung: Sechsschritt zur Industriekartoffel „Amflora“

Schritt	Inhalt
Ethisches Konfliktfeld und Sachinformationen	→ (Kapitel 5.2: Sachinformationen)
1. Schritt: Definieren des ethischen Konfliktfeldes	Soll die „Amflora“-Kartoffel in Deutschland angebaut werden?
2. Schritt: Nennen von Handlungsoptionen	1. Anbau der „Amflora“-Kartoffel 2. Anbau unter bestimmten Bedingungen/Auflagen 3. Verbot des Anbaus
3. Schritt: Nennen von Pro- und Contra-Argumenten	<p>Pro-Argumente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stärke ist als nachwachsender und biol. abbaubarer Stoff sehr umweltfreundlich und gefragt. 2. Pflanzen, die Stärke als industriellen Rohstoff produzieren, können immer wieder angebaut werden. (Die Reserven an Erdöl und Kohle sind nicht unerschöpflich.) 3. Landwirte erhalten in Zeiten der Nahrungsmittelüberproduktion eine alternative Anbaumöglichkeit. 4. Die natürlichen Stoffwechselwege werden so manipuliert, dass ein best. Rohstoff in einem für die industrielle Produktion günstigeren Mischungsverhältnis vorliegt (mehr Amylopektin, wenig Amylose). → Industrielle Weiterverarbeitung geht schneller und ist umweltfreundlicher. 5. Stärke muss wegen ihrer Zusammensetzung aus Amylose und Amylopektin und ihrer Verunreinigung mit Fetten und Proteinen für die industrielle Verwendung gereinigt und oft chemisch verändert werden. → Hoher Wasser und Energieverbrauch bei der herkömmlichen Kartoffel 6. Kartoffeln haben in unseren Breiten keine wilden Verwandten. → Geringe Auskreuzungsgefahr (Die Kartoffel vermehrt sich zumeist vegetativ durch Sprossknollen. Eine Ausbreitung über Samen ist in Deutschland aus klimatischen Gründen wenig wahrscheinlich, da die Früchte in Mitteleuropa nur selten ausreifen. Eine Vermehrung durch Samen wird lediglich in der Züchtung praktiziert.) <p>Contra-Argumente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Der eingebaute Genabschnitt enthält Markergene, die gegen das Antibiotikum Kanamycin Resistenz vermitteln (Kanamycin ist im klinischen Bereich ein sehr wichtiges Reserveantibiotikum). → Risiko der unkontrollierten Ausbreitung der Antibiotikaresistenz und Risiko des potenziellen Gentransfers auf andere Organismen 2. Anbau von „Amflora“ zur Produktion von Rohstoffen in großen Maßen würde Flächen in Anspruch nehmen, die sonst für die Nahrungsmittelproduktion eingesetzt werden. (Dies ist angesichts der wachsenden Weltbevölkerung fraglich.) 3. Der veränderte Amylopektin Gehalt kann die Standort-eigenschaften und das Konkurrenzverhalten der Pflanze verändern. → Änderung in der Verbreitung der Pflanzen

	<p>4. Veränderungen des Kohlenhydratstoffwechsels führen zu veränderten Inhaltsstoffen und damit evtl. zu Änderungen der Attraktivität der Kartoffelpflanze für Insekten, Mikroorganismen etc. → Effekte auf Nahrungsnetze, den Boden und das Ökosystem</p> <p>5. Durch Eingriffe in das Genom der Kartoffeln könnten unerwartete, unbeabsichtigte Veränderungen, z. B. die Anfälligkeit der Kartoffeln gegenüber Krankheitserregern auftreten. → Dies kann wiederum zu einem veränderten Pestizideinsatz führen.</p> <p>6. Ein geänderter Pestizideinsatz kann Effekte auf die Nahrungsnetze und -ketten am Ackerstandort haben.</p> <p>7. Kommt es zu einer Vermischung von transgenen Kartoffeln und herkömmlichen Kartoffeln, kann es möglicherweise irgendwann so sein, dass der Verbraucher sich nicht mehr selbstbestimmt entscheiden kann, ob er gentechnisch veränderte oder die herkömmlichen Kartoffeln kauft.</p> <p>→ (Arbeitsmaterial 2: Chancen und Risiken von „Amflora“; Lösungen siehe Kapitel 5.3)</p>
<p>4. Schritt: Aufzählen ethischer Werte, die durch die jeweiligen Handlungsoptionen berührt werden</p> <p>Welche Bedeutung und welche Gewichtung haben die jeweiligen Werte für dich?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forschungsfreiheit 2. Natur-/Umweltschutz 3. Sicherheit 4. Verantwortung 5. Wohlstand (des Landwirts; der Industrie) 6. Gesundheit 7. Wahlfreiheit/Selbstbestimmung (der Verbraucher) 8. Gerechtigkeit hinsichtlich der Flächenkonkurrenz <p>→ (Arbeitsmaterial 3: Wertepool)</p>
<p>5. Schritt: Begründete Urteilsfällung und Reflexion andersartiger Urteile</p>	<p>Ich bin für die Freisetzung von „Amflora“, weil...</p> <p>Ich bin gegen die Freisetzung, weil...</p> <p>Ich bin unter bestimmten Auflagen für die Freisetzung, weil...</p> <p>→ (Arbeitsmaterial 4: Punktevergabe)</p>
<p>6. Schritt: Aufzählen von Konsequenzen, die das eigene und das andere Urteil nach sich ziehen</p>	<p>Freisetzung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ökologische Risiken werden in Kauf genommen (Artenvielfalt, Nahrungsnetze, Bodenbelastung) 2. Antibiotikaresistenz wird in Kauf genommen 3. Ertragssteigerung/Gewinnsicherung Landwirt 4. Umweltschonendere und schnellere Verfahren in der Industrie 5. Stärke als nachwachsender Rohstoff 6. Keine Sicherheit bezüglich horizontalem Gentransfer <p>Keine Freisetzung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sicherheit für Mensch und Tier 2. Vermeidung von Risiken 3. Mögliche Schädigung des Landwirts durch Ertragseinbußen 4. Potenzial in nachwachsenden Rohstoffen nicht genutzt 5. Umweltbelastung durch Wasser- und Energieverbrauch bei den Trennungsv erfahren

5.5 Literatur

- Alfs, N., Hößle, C. (2009): Kartoffeln nach Maß – Gentechnisch verändert für die Industrie. In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule. Heft 4/58, S. 22 – 27.
- Bickel-Sandkötter, S. (2003): Nutzpflanzen und ihre Inhaltsstoffe. Quelle & Meyer Verlag. Wiebelsheim.
- Bögeholz S., Hößle C., Langlet, J., Sander E., Schlüter K. (2004): Bewerten – Urteilen – Entscheiden im biologischen Kontext: Modelle in der Biologiedidaktik. In: ZfDN 10. S. 89-115.
- Campbell, Neil. A. (2000): Biologie. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.
- Hößle, C. (2001): Moralische Urteilsfähigkeit. Eine Interventionsstudie zur moralischen Urteilsfähigkeit von Schülern zum Thema Gentechnik. Dissertation. Studienverlag. Innsbruck.
- Hößle, C. (2003): Modell moralischer Urteilsbildung am Beispiel der embryonalen Stammzelltherapie. Oldenburger VorDrucke 466. Oldenburg.
- Hößle, C., Bayrhuber, H. (2006): Sechs Schritte moralischer Urteilsfindung – Aktuelle Beispiele aus der Bioethikdebatte. In: Praxis der Naturwissenschaften - Biologie. Heft 4/55. 55. Jhrg. S. 1-7.
- Hößle, C. (2007): Ethische Bewertungskompetenz im Biologieunterricht. In: Jahnke-Klein, S., Kiper, H., Freisel, L.: Gymnasium heute. Zwischen Elitebildung und Förderung der Vielen. Schneider Verlag Hohengehren. Baltmannsweiler. S. 111-127.
- KMK (2004): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss.
- Nabors, Murray W. (2007): Botanik. Pearson Studium. München.
- Reitschert, K., Hößle, C. (2007): Wie Schüler ethisch bewerten. Eine qualitative Untersuchung zur Strukturierung und Ausdifferenzierung von Bewertungskompetenz in bioethischen Sachverhalten bei Schülern der Sek. I. ZfDN 13. S. 125-143.
- Standop, J. (2005): Werteerziehung. Einführung in die wichtigsten Konzepte der Werteerziehung. Beltz. Weinheim und Basel.
- o.Verf. (1985): Blüten & Pflanzen im Garten. Lingen Verlag. Köln. S. 172-173.

Wie gelange ich zu einem reflektierten Urteil hinsichtlich des Anbaus der Industriekartoffel „Amflora“ in Deutschland? – Urteilsbildung in sechs Schritten!

Ausgangspunkt

„Amflora“-Kartoffel

Die Kartoffel ist eine der wichtigsten Kulturpflanzen für die menschliche Ernährung. Auch wenn der Pro-Kopf-Verzehr an Kartoffeln abnimmt, ist die Kartoffel neben Brotgetreide eine wichtige Grundlage der Ernährung in Mitteleuropa. Immer beliebter werden „veredelte“ Kartoffelprodukte wie Pommes frites, Kartoffelpüreepulver oder Chips. Die Kartoffelknolle enthält große Mengen an Kohlenhydraten, die in Form von Stärke vorliegen. Diese Stärke ist nicht nur für die menschliche Ernährung interessant, sondern auch für die industrielle Verwendung.



Herkömmliche Kartoffeln enthalten in einem bestimmten Verhältnis zwei Stärkekomponenten: *Amylose* und *Amylopektin*. *Amylopektin* ist für die Industrie sehr wichtig und vorteilhaft, da es die typischen Kleisteeigenschaften besitzt. *Amylose* hingegen ist eher unerwünscht. Seit Jahrzehnten versucht man mit traditionellen Züchtungsmethoden eine Kartoffel zu züchten, bei der die Stärke fast ausschließlich aus *Amylopektin* besteht.

Nun ist es mithilfe der Gentechnik gelungen, diese amylosefreie Kartoffel durch gentechnische Veränderungen herzustellen. In Deutschland soll die Kartoffel „Amflora“, eine Kartoffel mit einer veränderten Stärkezusammensetzung, eingeführt und angebaut werden. Diese Kartoffel dient fast ausschließlich der Industrie, die die Stärke zunehmend als nachwachsenden Rohstoff für die verschiedensten Bereiche nutzt, z. B. zur Herstellung von Baustoffen, Verpackungsmaterialien, Folien, Tapetenkleistern und sogar für Kosmetika und Waschpulver.

Eine gentechnisch veränderte Kartoffel mit einer Stärkezusammensetzung, die zum größten Teil aus *Amylopektin* besteht, würde einerseits die Umwelt entlasten, weil die herkömmlichen Stärkekomponenten *Amylose* und *Amylopektin* bisher aufwendig und umweltbelastend getrennt werden müssen, andererseits gibt es möglicherweise unterschiedliche, schlecht zu kalkulierende biologische und ökologische Langzeitfolgen und die Auswirkungen auf die Umwelt, Menschen und Tiere sind noch nicht abschließend beurteilt.

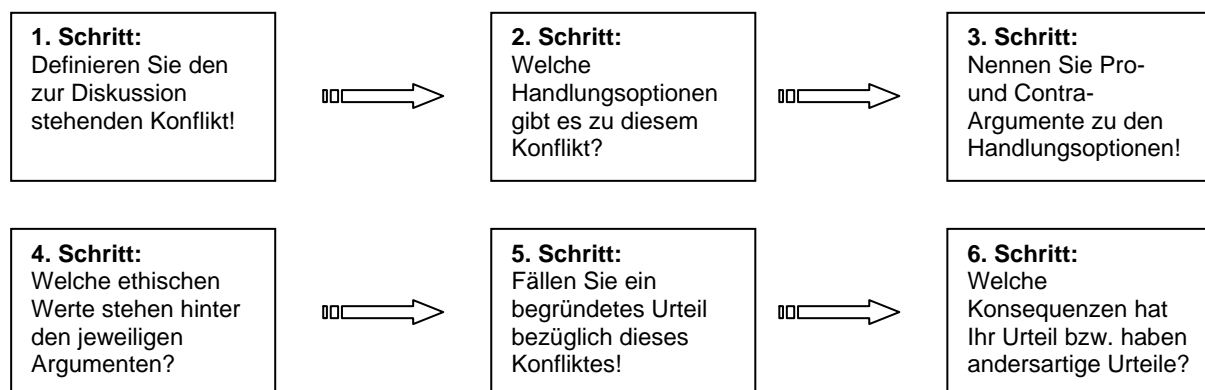
Bereits 2003 wurde die Zulassung von „Amflora“ bei der EU beantragt, die Entscheidung wurde aber immer wieder vertagt, auch im Juni 2008 gab es noch kein endgültiges Urteil von der EU-Kommission. Die Kartoffel wurde aber im April 2009 zum Anbau für Forschungszwecke in Deutschland zugelassen.

Was denken Sie?

Die Berücksichtigung von sechs Schritten soll Ihnen helfen, zu einem reflektierten und verantwortungsvollen Urteil bezüglich dieses Konfliktes zu gelangen.

Lesen Sie sich die Sachinformationen sorgfältig durch oder recherchieren Sie selbstständig Hintergrundinformationen zur „Amflora“-Kartoffel (z. B. www.biosicherheit.de und www.transgen.de) und durchlaufen Sie anschließend alle sechs Schritte!

Notieren Sie Ihre Ergebnisse auf einem zusätzlichen Blatt.



„Amflora“ – Pommes oder Plastik: Chancen und Risiken

Chancen	Risiken

Arbeitsauftrag:

Lesen Sie sich die Sachinformationen zur Industriekartoffel „Amflora“ aufmerksam durch und tragen Sie in die Tabelle in Stichworten ein

- welche Chancen Kartoffeln bieten, die nur Amylopektin bilden und
- welche Risiken sich aber gleichzeitig mit der Einführung einer amylosefreien Kartoffel verbinden.

Denken Sie dabei sowohl an wirtschaftliche als auch an ökologische Vor- und Nachteile.

Wertepool – Welche Werte stehen hinter dem Konflikt?

Informationsbox Werte:

„Werte sind Eigenschaften, die der Mensch Objekten, Ideen oder Beziehungen zuordnet. Man kann sagen, dass Werte Kriterien sind, die der Mensch hat, um seine Umwelt zu bewerten. Diese Kriterien beziehen sich dabei auf erwünschte Zielzustände, wie z. B. materieller Wohlstand oder auf erwünschtes Verhalten, z. B. Schutz der Natur.“ (nach: Standop, J.: 2005)

Wertepool

Glück	Freiheit	Bildung	Sicherheit	Unabhängigkeit	Gerechtigkeit
Frieden	Liebe	Wohlstand	Umweltschutz	Lebensqualität	Forschungsfreiheit
Verantwortung	Leistung	Gesundheit	Freundschaft	Wahrheit	Eigentum
Gehorsam	Respekt	Artenschutz	Wahlfreiheit	Menschenwürde	

Arbeitsaufträge

1. Markieren Sie die Werte mit einem farbigen Stift, die in dem anfangs vorgestellten Konflikt bzw. in den Sachinformationen berührt werden! Erläutern Sie anschließend die Bedeutung der Werte für diesen Konflikt.
2. Ergänzen Sie die Werte, die oben noch nicht genannt wurden, aber bei diesem Konflikt ebenfalls wichtig sind, in den freien Kästchen!
3. Manchmal widersprechen sich Werte. Sehen Sie im Konflikt um die Amflora-Kartoffel solche Wertekonflikte? Schreiben Sie diese Konflikte auf und begründen Sie, warum es sich dabei um einen Konflikt handelt!
4. Wägen Sie die für den Konflikt wichtigen Werte nach Ihrer persönlichen Gewichtung ab, bringen Sie diese in eine Reihenfolge. Notieren Sie diese Reihenfolge hier.
5. Erstellen Sie in Ihrem Kurs ein Ranking. Welche Werte wurden für das Problem am häufigsten genannt, welche am seltensten? Diskutieren Sie im Plenum die Reihenfolge, die dabei entsteht!

Contra-Argumente zur Frage nach der Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel

Punktevergabe!

Wie wichtig sind Ihrer Meinung nach diese Contra-Argumente zur Frage nach der Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel? Vergeben Sie Klebepunkte!

Ich bin gegen die Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel, weil...

... der Anbau von „Amflora“ möglicherweise Flächen beanspruchen würde, die man für die Nahrungsmittelproduktion braucht.

... das einen Eingriff in die Natur bedeutet.

... die Artenvielfalt gestört/verändert wird.

... die ökologischen Risiken noch nicht abschließend geklärt sind und deshalb nicht klar ist, welche Folgen der Anbau für die Natur haben kann.

... es durch die enthaltenen Markergene zu einer Antibiotikaresistenz bei Bakterien kommen kann.

Pro-Argumente zur Frage nach der Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel

Punktevergabe!

Wie wichtig sind Ihrer Meinung nach diese Pro-Argumente zur Frage nach der Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel? Vergeben Sie Klebepunkte!

Ich bin für die Freisetzung der „Amflora“-Kartoffel, weil...

... ich Eingriffe in die Gene bei Pflanzen für unbedenklich halte.

... die ökologischen Risiken für mich gut genug abgeklärt sind.

... Stärke ein nachwachsender Rohstoff ist und so nicht-erneuerbare Energien gespart werden können.

... nach bisherigen Sicherheitsbewertungen kein Risiko für Mensch und Tier besteht.

... der Wasser- und Energieverbrauch für die Trennung von Amylose und Amylopektin gesenkt wird.

5.5 Zu erwerbende Kompetenzen

Kompetenzbereich Fachwissen

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 der Realschule	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 des Gymnasiums	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen. (F 3.8) 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Folgen menschlichen Handelns auf die Entwicklung in einem Ökosystem. beschreiben globale Veränderungen als Folge menschlichen Handelns. 	<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 Biodiversität auf verschiedenen Systemebenen (genetische Variabilität, Artenvielfalt, Ökosystemvielfalt). (FW 7.7) 	<ul style="list-style-type: none"> erläutern die Auswirkungen der Zulassung/Freisetzung von Amflora auf den Menschen und auf das Ökosystem. beschreiben die Auswirkungen von Amflora auf die genetische Vielfalt, Artenvielfalt und Ökosysteme.

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 der Realschule	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 des Gymnasiums	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...				
	<ul style="list-style-type: none"> entnehmen aus komplexen Sachtexten und grafischen Darstellungen Informationen. 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben komplexe Zusammenhänge strukturiert und sachgerecht. (EG 1.1) suchen und benutzen verschiedene Quellen bei der Recherche naturwissenschaftlicher Informationen. (EG 4.1) 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Prinzipien biologischer Arbeitstechniken, werten Befunde aus und deuten sie. (EG 4.2) analysieren und deuten naturwissenschaftliche Texte. (EG 4.4) beschreiben, analysieren und deuten Abbildungen, 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Ablauf der gentechnischen Veränderung von Mais. nutzen unterschiedliche Quellen (Internet, Fachliteratur) bei der Recherche naturwissenschaftlicher Hintergründe und Auswirkungen von Amflora.

		<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen relevanten und irrelevanten Informationen. (EG 4.1) 	Tabellen, Diagramme sowie grafische Darstellungen unter Beachtung der untersuchten Größen und Einheiten. (EG 4.5)	
--	--	--	---	--

Kompetenzbereich **Kommunikation**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 der Realschule	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 des Gymnasiums	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen. (K 1) 		<ul style="list-style-type: none"> reflektieren die Beiträge anderer und nehmen dazu Stellung. (KK 1) lösen komplexere Aufgaben in Gruppen, treffen dabei selbständig Absprachen in Bezug auf Aufgabenverteilung und Zeiteinteilung. (KK 2) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind. (KK 8) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren und reflektieren den Konflikt um die Zulassung von Amflora in unterschiedlichen Sozialformen (Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Plenum). arbeiten selbstständig und zielorientiert in unterschiedlichen Sozialformen.
<ul style="list-style-type: none"> werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese auch mithilfe verschiedener Techniken und Methoden adressaten- und situationsgerecht. (K 4) 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Informationsquellen selbständig und fassen diese unter Anwendung verschiedener Techniken und Methoden zusammen. werten komplexe grafische Darstellungen und Sachtexte aus. 		<ul style="list-style-type: none"> beschreiben und erklären biologische Sachverhalte unter Verwendung geeigneter Fachbegriffe. (KK 1) recherchieren, dokumentieren und präsentieren biologische Sachverhalte mithilfe digitaler Medien und Technologien und reflektieren den Einsatz kritisch. (KK 6) 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen unterschiedliche Quellen (Internet, Fachliteratur) bei der Recherche naturwissenschaftlicher Hintergründe und Auswirkungen von Amflora und stellen diese angemessen dar. (Schritt 1 und 3)

<ul style="list-style-type: none"> stellen Ergebnisse und Methoden biologischer Untersuchung dar und argumentieren damit. (K6) 	<ul style="list-style-type: none"> stellen die Ergebnisse und Methoden biologischer Untersuchungen dar und argumentieren damit. 	<ul style="list-style-type: none"> präsentieren Ergebnisse mit angemessenen Medien. (KK 2) 	<ul style="list-style-type: none"> veranschaulichen biologische Sachverhalte adressatenbezogen und zielorientiert auf angemessene Art und Weise. (KK 7) 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Ergebnisse von Untersuchungen zur Sicherheitsforschung bei Amflora zur Urteilsbildung.
<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. 		<ul style="list-style-type: none"> diskutieren komplexe biologische Fragestellungen, deren Lösungen strittig sind. (KK 8) 	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren und reflektieren den Konflikt um Amflora und seine Folgen.

Kompetenzbereich **Bewertung**

Bildungsstandards	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 der Realschule	Kompetenzen am Ende von Schuljahrgang 10 des Gymnasiums	Kompetenzen am Ende der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Teil-Kompetenzen in dieser Unterrichtseinheit
Die Schülerinnen und Schüler ...				
<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen. (B 1) 	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen beschreibenden (naturwissenschaftlichen) und normativen (ethischen) Aussagen. 	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden Werte, Normen und Fakten. (BW 1) erläutern die Standpunkte anderer. (BW2) 	<ul style="list-style-type: none"> bewerten mögliche kurz- und langfristige regionale und/oder globale Folgen eigenen und gesellschaftlichen Handelns. Dazu gehören die Analyse der Sach- und der Werteebene der Problemsituation sowie die Entwicklung von Handlungsoptionen. (BW 1) führen eine ethische Analyse durch, unterscheiden dabei deskriptive von normativen Aussagen und begründen Handlungsoptionen aus deontologischer und konsequenzialistischer Sicht. (BW 4) 	<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden bei der Analyse der Sachinformationen zwischen naturwissenschaftlichen und ethischen Aussagen. (Schritt 4) unterscheiden zwischen Werten, Normen und Fakten. (Schritt 4) erläutern die Standpunkte anderer (Landwirte, Forscher, Industrie, Verbraucher, etc.). entwickeln Handlungsoptionen zur Lösung des Konflikts. (Schritt 2) bewerten regionale und globale Folgen bei einer Zulassung bzw. bei einer Nicht-Zulassung von Amflora. (Schritt 6)

				<ul style="list-style-type: none"> • führen eine ethische Analyse mit Hilfe der „Sechs Schritte zur moralischen Urteilsfindung“ durch. (Schritt 1-6)
<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"> • bewerten Informationen und deren Quellen, insbesondere das Internet, kritisch. 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die Sachinformationen für Problem- und Entscheidungssituationen in Hinblick auf Korrektheit und Begrenztheit der Aussagekraft. (BW 3) • reflektieren die Wertentscheidungen im Entscheidungsfindungsprozess. (BW 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • erörtern Chancen und Risiken transgener Organismen aus der Sicht unterschiedlicher Interessengruppen. (BW 5) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, bewerten und gewichten Argumente unterschiedlicher Interessengruppen (Landwirte, Verbraucher, Industrie, Forscher, etc.) zum Anbau von Amflora. (Schritt 3) • kommen im Diskurs zu einem persönlichen, begründeten Urteil. (Schritt 5)
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem. (B 5) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in ein Ökosystem. • erörtern die Erhaltung von Arten und Lebensräumen als ethische und ökologische Aufgabe. 	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Standpunkte anderer. (BW 2) 		
<ul style="list-style-type: none"> • erörtern Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit. (B 7) 	<ul style="list-style-type: none"> • bewerten die Beeinflussung globaler Kreisläufe und Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung. • beurteilen Maßnahmen und Verhaltensweisen im Umgang mit Ressourcen unter sozialen und globalen Gesichtspunkten. 		<ul style="list-style-type: none"> • bewerten Maßnahmen zum Schutz und zur Nutzung der Biodiversität aus verschiedenen Perspektiven (Nachhaltigkeit). (BW 3) 	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln und beurteilen Handlungsoptionen zur Lösung des Konflikts, auch im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung. (Schritt 2) • bewerten regionale und globale Folgen bei einer Zulassung bzw. bei einer Nicht-Zulassung von Amflora aus verschiedenen Perspektiven. (Schritt 6)

