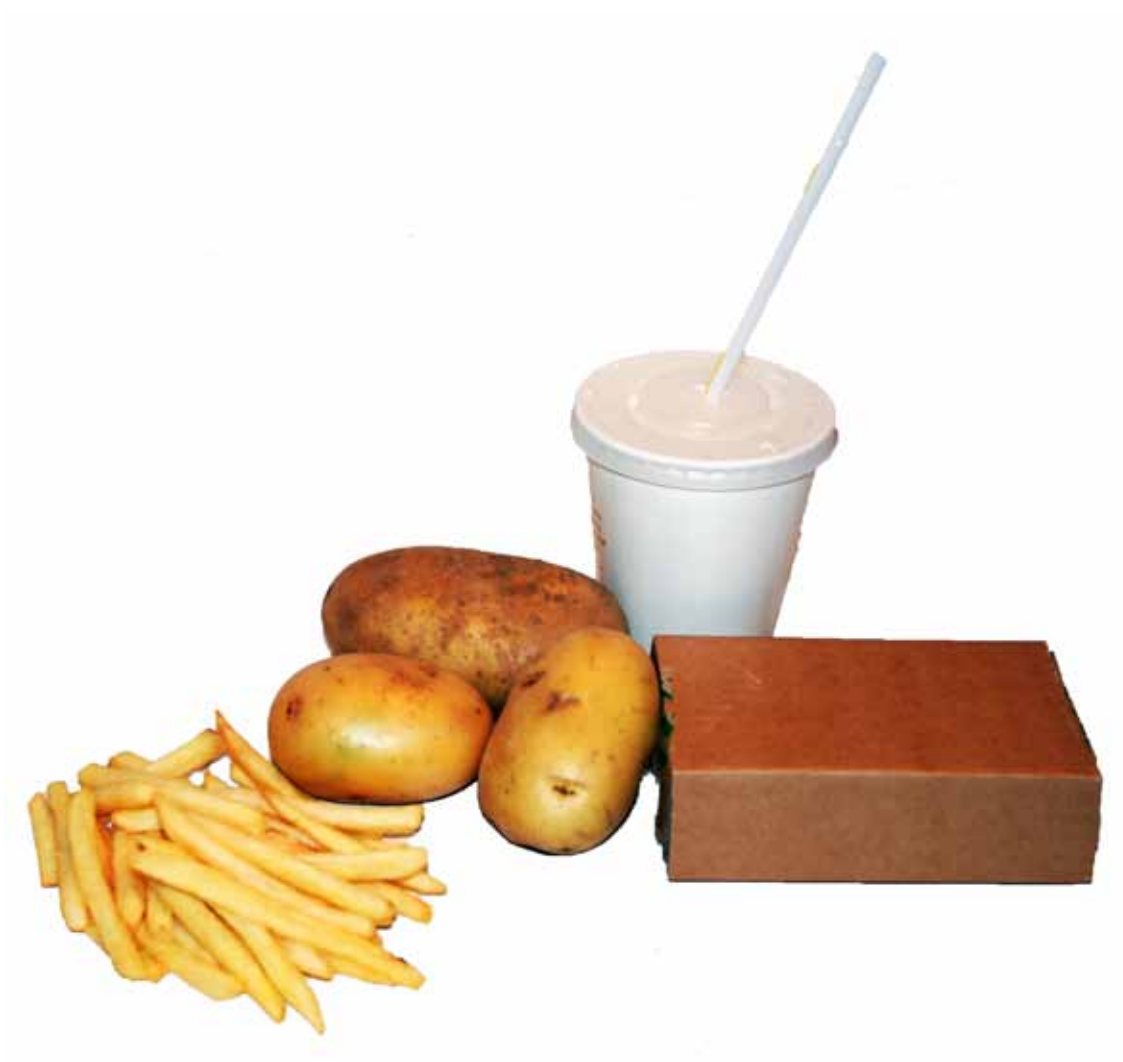


Amflora- Pommes oder Pappe?





Inhalt

I. Sachinformation	3
Die Kartoffel.....	3
Wirtschaftliche Bedeutung.....	3
Die industrielle Verarbeitung von Kartoffeln in Deutschland.....	4
Stärke und ihre Bestandteile.....	4
Maßgeschneiderte Rohstoffe für die Industrie.....	5
II. Einsatz von Gentechnik	5
Zielsetzung.....	5
Horizontaler Gentransfer mit <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	6
III. Experimente	8
Wie kommt ein Gen in die Pflanze – oder wie werden transgene Pflanzen erzeugt?.....	8
IV. Theorie zu den Laborexperimenten	9
Das Plasmid.....	9
Restriktionsenzyme.....	9
Die Gelelektrophorese.....	10
V. Risikoaspekte und offene Fragen	11
Aktuelle Entwicklungen.....	12
VI. Ethische Bewertung	13
1. Sechs Schritte zur moralischen Urteilsfindung.....	13
2. Pro- und Contra-Argumente.....	14
3. Wertepool.....	15
Die Debatte um Amflora in Deutschland.....	16
VII. Quellennachweis	18
VIII. Imperssum	18



I. Sachinformation

Die Kartoffel

Die klassische Speisekartoffel mit ihren gelbfleischigen Knollen zählt zu den wichtigsten Nahrungspflanzen in Norddeutschland. Ihre ursprüngliche Heimat sind jedoch die Anden in Südamerika. Auf den Märkten dieser Regionen findet man häufig auch noch eine große Vielfalt an Sorten, deren Knollen unterschiedlichste Formen und Farben (z.B. auch rot und blau) besitzen. Botanisch zählt die Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) zu den Nachtschattengewächsen (*Solanaceae*) und ist mit Tomate, Paprika und Tabak verwandt. Die Kartoffel produziert, wie viele Nachtschattengewächse, ein giftiges Alkaloid, welches in allen grünen Pflanzenteilen, aber nicht in den Knollen, gebildet wird. Darum sind nur die Knollen essbar.



Abb.1: Kartoffelknollen

Knollen sind im botanischen Sinn keine Wurzeln sondern verdickte unterirdische Triebe. Sie dienen als Speicherorgane der Pflanze und enthalten Vitamine, Mineralstoffe und Stärke, die benötigt werden, damit im Frühjahr aus den Augen der Knolle neue Pflanzen austreiben können. Diese Form der Vermehrung wird als vegetative Vermehrung bezeichnet, da es hier anders als bei der generativen

Vermehrung, nicht zu einer geschlechtlichen Fortpflanzung kommt. Vegetativ vermehrte Pflanzen sind genetisch identisch mit der Ausgangspflanze und werden somit auch als Klone bezeichnet. Wenn der Landwirt also Kartoffeln anbaut, sät er zunächst die Knollen aus, aus denen sich Pflanzen entwickeln, die wiederum Knollen bilden.

Für die Züchtung neuer Sorten ist jedoch die sexuelle Vermehrung über Blüten und durch Samen in den giftigen Kartoffelfrüchten von Bedeutung. Bereits die Inkas wussten dies und züchteten hunderte neue Sorten durch das Kreuzen verschiedener Sorten.



Abb.2: Blüte einer Kartoffelpflanze



Abb.3: Kartoffelfrüchte

Wirtschaftliche Bedeutung

Laut der *Food and Agriculture Organization* (FAO) werden jährlich ca. 322 Millionen Tonnen Kartoffeln auf der Welt geerntet und vermarktet. Die Kartoffel ist eines der wichtigsten Nahrungsmittel vor allem in Europa. Sie steht nach Reis, Weizen und Mais an Platz vier der Grundnahrungsmittel [1].



Abb.4: Knollen verschiedener Kartoffelsorten

Die Kartoffel ist wegen ihres relativ hohen Gehalts an Vitamin C sowie B1 und B2, Magnesium, Kalium, Eisen, Phosphor und Proteine ein sehr hochwertiges Ernährungsmittel, besonders für die gesundheitsbewußte Ernährung. Der Pro-Kopf Verbrauch ist jedoch in den letzten Jahrzehnten beständig gesunken.

Dagegen hat die industrielle Verarbeitung von Kartoffeln kontinuierlich zugenommen und vor allem in den 80er und 90er Jahren einen großen Aufschwung erlebt. Im Jahr 2008 wurden nur ca. 17% der verfügbaren Kartoffelmenge als frische Speisekartoffeln verkauft. Ein weit größerer Anteil der angebauten Kartoffeln sind die sogenannten „Industriekartoffeln“. Darunter versteht man sowohl Veredelungskartoffeln, also Kartoffeln für Chips, Pommes frites, Kartoffelpüree oder Kartoffelpuffer sowie auch Kartoffeln für die Gewinnung von Stärke, für die Schnapsbrennerei und die Herstellung von Futtermitteln. Allerdings verlieren die beiden letztgenannten zunehmend an Bedeutung [2].

Die industrielle Verarbeitung von Kartoffeln in Deutschland

Den größten Anteil am Boom der Kartoffelindustrie hat die Stärkegewinnung. Ihr Anteil an den insgesamt verarbeiteten Kartoffeln stieg von 20 Prozent Mitte der 70er Jahre auf heute etwa 50 Prozent an [3].

Die Kartoffel ist als nachwachsender Rohstoff sehr gefragt. Ihre Stärke wird heute zunehmend für Papier und Pappe, Kleister und Leim, Baustoffe und Verpackungen, ja sogar für Waschpulver, Zahnpasta, Tabletten und vieles andere gebraucht. In den letzten Jahren hat es viele Produktentwicklungen gegeben, die auf Stärke basieren, wie z.B. biologisch abbaubarer Biokunststoff [4] oder aufgeschäumte Verpackungschips. Auch bei der Fertigung von Tragetaschen und -tüten, die als Sammelbeutel für Kompostabfälle verwendet werden können sowie bei der Erzeugung von Schalen für Lebensmittel, hat sich die Anwendung von Biokunststoffen bereits durchgesetzt. In der Papierindustrie, bei der Herstellung von Kleistern, Klebstoffen, Farben, Fasern und Zahnpasta besitzt Amylopektin aus Kartoffeln eine zunehmende Bedeutung.

Stärke und ihre Bestandteile

Die steigende Verwendung der Kartoffel in der Industrie, stellt neue Anforderungen an die Pflanze. Die Kartoffel muss vor allem einen hohen Stärkegehalt aufweisen, die Stärkezusammensetzung sollte optimal sein, und sie muss eine gleichmäßige Qualität und Beschaffenheit besitzen. Größe, Farbe und Geschmack spielen dabei im Gegensatz zur Speisekartoffel keine Rolle. Biochemisch ist Stärke ein Polysaccharid, das aus einzelnen Zuckerbausteinen (Glukose) aufgebaut ist und der Energiespeicherung dient.

Für die Ernährung hat es keine Bedeutung, dass herkömmliche Kartoffeln zwei unterschiedliche

Stärketypen, nämlich **Amylopektin (20%)** und **Amylose (80%)** in den Knollen einlagern. Beide sind Polymere aus Glucosemolekülen, die sich jedoch im Aufbau und in ihren chemischen Eigenschaften unterscheiden. Amylopektin ist verzweigt und kann als Verdickungsmittel eingesetzt werden, Amylose ist spiralförmig aufgebaut und wirkt gelierend. Für die Menschen sind beide Arten gleich gut verdaulich. Für die technische Anwendung spielen die unterschiedlichen Eigenschaften jedoch eine große Rolle und der Bedarf an Amylopektin ist erheblich gewachsen. Die Amyloseanteile wirken hier stö-

Der **klassischen Speisekartoffel** haftet heute eher ein biederes und langweiliges Image an. Während noch weit in das 20. Jahrhundert hinein in Niedersachsen die Kartoffel auf dem täglichen Speiseplan stand, ist der um 1900 ermittelte jährliche Kopfverbrauch von durchschnittlich 285 kg auf heute 60 kg gesunken. Davon konsumieren die Deutschen etwa die Hälfte in Form von industriell gefertigten Produkten, wie **Pommes frites, Chips, Tiefkühlwaren** und **Püreepulver** [2].



rend. Eine Trennung von Amylopektin und Amylose ist prinzipiell durch chemische, physikalische und enzymatische Verfahren möglich, jedoch mit einem hohen Energieaufwand und einer hohen Abwasserbelastung verbunden und damit unwirtschaftlich [4]. Durch chemische Modifizierung kann man die gelierende Wirkung von Amylose aufheben. Aber auch das geht mit einem erhöhtem Verbrauch an Energie und Wasser einher.

Maßgeschneiderte Rohstoffe für die Industrie

Die steigende industrielle Nutzung von Kartoffeln führt dazu, dass die Industrie besondere Anforderungen an die Kartoffel stellt: Sie sollte möglichst wenig Amylose enthalten. Die traditionelle Züchtung versucht diese Anforderung zu erfüllen, aber die Möglichkeiten sind begrenzt. Die Züchtung der Kartoffel ist dadurch kompliziert, da sie vier Chromosomensätze enthält (Tetraploidie). Es ist sehr schwierig, eine oder mehrere gewünschte Eigenschaften einzukreuzen, gerade weil für eine Eigenschaft in der Regel nicht nur ein Gen, sondern mehrere Gene zuständig sind. Konventionelle züchterische Bemühungen um eine Kartoffel mit einem reinen Amylopektingehalt sind lange Zeit nicht gelungen.

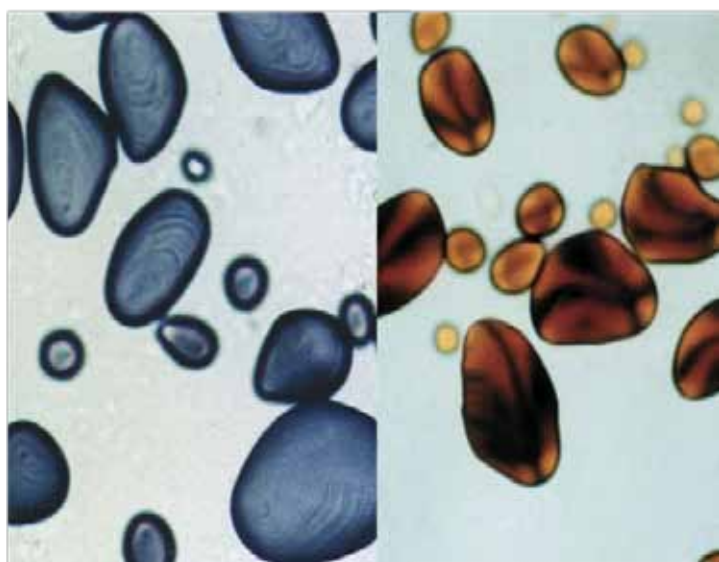


Abb.5: Stärkekörner unter dem Mikroskop (Quelle: MPIZ Köln): Die Stärke wurde zuvor mit einer Jodlösung angefärbt. Enthält die Kartoffelstärke Amylopektin und Amylose, färben sich die Körner blau (linkes Bild). Kartoffelstärke der gentechnisch veränderten Sorte Amflora bildet keine Amylose. Ihre Stärkekörner färben sich rot (rechtes Bild)

II. Einsatz von Gentechnik

Zielsetzung

Die Grüne Gentechnologie hat es schon vor einigen Jahren ermöglicht, ein Enzym, das für die Bildung von Amylose verantwortlich ist, in der Kartoffel zu blockieren. In Europa wird diese Kartoffel mit dem Markennamen „Amflora“ angebaut.



Abb.6: Die gentechnisch veränderte Kartoffelsorte "Amflora"

„Amflora“ soll nur als Rohstoff für die Stärkeindustrie dienen. Trotzdem hat die Herstellerfirma schon im Frühjahr 2005 ebenfalls eine Zulassung als Lebens- und Futtermittel beantragt um damit, bei Bewilligung, die Unbedenklichkeit zu betonen. So könnten Verwertungsreste als Futtermittel verwendet werden.

Im Rahmen von Versuchen im Labor und im Freiland wurde die Kartoffel viele Jahre lang auf ihre Sicherheit untersucht. Risiken für den Menschen, Tiere oder die Umwelt konnten dabei nicht festgestellt werden [6]. Dennoch: der Anbau ist umstritten.

Bereits 1996 wurde die Zulassung für den Anbau und die Verwendung der Amflora-Kartoffel in der EU beantragt. Da zwischen den Agrarminister der einzelnen EU-Mitgliedstaaten zunächst keine Mehrheit zustande kam, erfolgte eine Zulassung erst 14 Jahre später am 2. März 2010 durch die EU-Kommission.

Auch in Deutschland ist Amflora seitdem zum Anbau zugelassen.



Antisense-Strategie: Die Ausprägung eines Gens wird blockiert

Die Stärke der neuen Industriekartoffel Amflora besteht fast ausschließlich aus Amylopektin (> 98%). Durch den gentechnischen Einbau einer spiegelbildlichen Kopie des Gens für Stärkesynthese, einem sogenannten Antisense-Gen, wird die Information zur Bildung des Enzyms auf folgendem Weg blockiert:

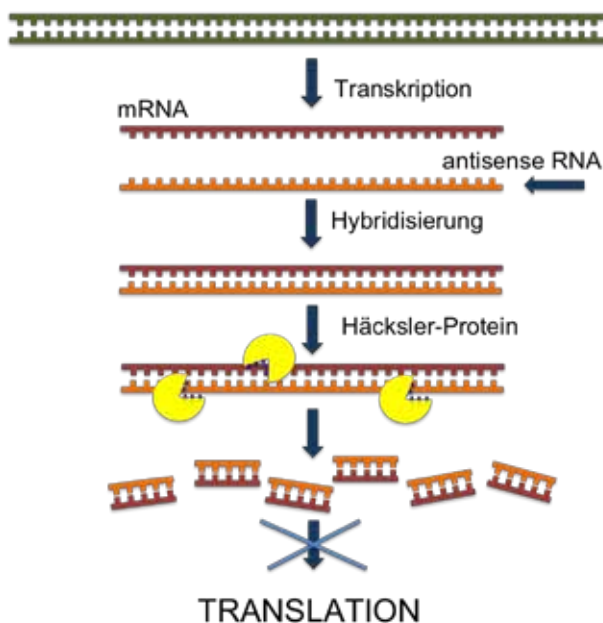


Abb.7: Die Antisense-Technik

Die mRNA bildet die komplementäre Kopie des entsprechenden Genabschnitts (Transkription).

Bei der Antisense-Strategie wird ein gegenseiniges (darum antisense) Gen in das Genom der Pflanze eingeschleust. Auch von diesem Gen wird eine komplementäre mRNA transkribiert. Nach der Antisense-Theorie können die sense-RNA und die antisense-RNA miteinander hybridieren und bilden somit eine doppelsträngige RNA. Solche doppelsträngigen RNAs werden von sogenannten Häcksler-Proteinen erkannt und in kleine 21 oder 23 bp lange RNA-Stücke geschnitten. Die Expression des Gens wird damit stillgelegt („gene silencing“)¹.

¹ Durch Forschungen der letzten 10 Jahre geht man heute allerdings davon aus, dass hinter der antisense-Technik eigentlich der Mechanismus der RNA Interferenz steht. Die Antisense-RNA lagert sich an ein Enzym an. Dabei entsteht eine doppelsträngige RNA, die die sogenannte RNA Interferenz auslöst.

Horizontaler Gentransfer mit Agrobacterium tumefaciens

Wie kommt die Antisense-DNA in die Pflanze?

Bei der Übertragung von neuen Genen in die Pflanze behilft sich die Wissenschaft mit einer Erfindung aus der Natur: das Bodenbakterium **Agrobacterium tumefaciens** ist in der Lage einen Teil seiner eigenen Gene in das Genom einer Pflanze zu übertragen. Hierzu dringt das Bakterium über Verletzungen in das Gewebe der Pflanze ein. Es überführt im Anschluss einen DNA-Abschnitt, die Transfer-DNA (**T-DNA**), in die Zelle bzw. in den Zellkern der Pflanze, wo dieser in die pflanzliche DNA integriert wird. Ein Teil der auf der T-DNA liegenden Gene greift in den Hormonhaushalt der Pflanze ein, dadurch wird eine verstärkte Vermehrung von undifferenzierten Pflanzenzellen verursacht, ähnlich wie bei der Tumorbildung beim Menschen. Dieses typische durch das Bakterium verursachte Schadbild wird daher auch als pflanzlicher Tumor bezeichnet. Zudem überträgt das Bakterium Gene, die die Pflanze zur Bildung von Eiweißmolekülen (Opinen) veranlassen, welche dem Bakterium als Nährstoffquelle dienen.

Diese Fähigkeit von *Agrobacterium tumefaciens* zum natürlichen Gentransfer wird in der Gentechnik genutzt. Das Bakterium wird als Transportmittel (Vektor) eingesetzt, um Gene in Pflanzen einzuschleusen. Die Gene, die das Schadbild bei der Pflanze hervorrufen, liegen im Bakterium nicht auf dem Chromosom vor, sondern auf einer **ringförmigen DNA**, die als **Plasmid-DNA** bezeichnet wird. Wissenschaftler entfernen aus dem Plasmid die tumor- und opin-auslösenden Gene und ersetzen diese durch neue Gene.

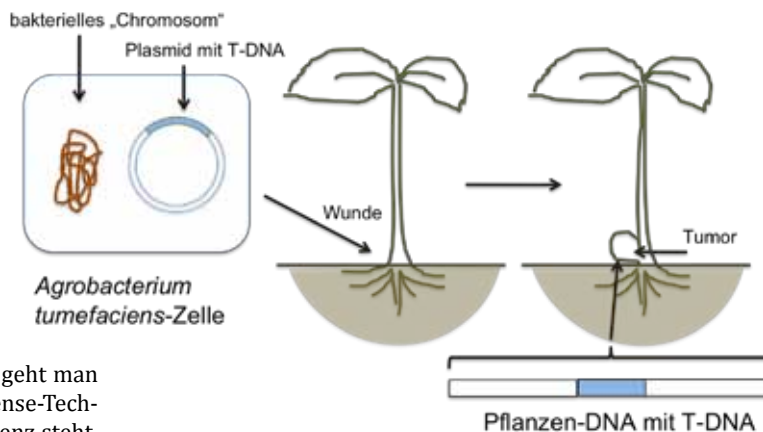


Abb.8: Transformation einer Pflanze durch Agrobacterium



Wie können Gene aus dem Plasmid entfernt werden?

Zunächst muss das Plasmid aus dem Bakterium isoliert werden. Im Anschluss bedient man sich hierfür molekularbiologischer „Schnittwerkzeuge“: die **Restriktionsendonukleasen** oder kürzer **Restriktionsenzyme**. Restriktionsenzyme schneiden DNA-Moleküle an ganz bestimmten Stellen und sind in der Natur weit verbreitet. Sie "erkennen" einen bestimmten Abschnitt (Sequenz) auf einem DNA-Strang, den sie genau in diesem Abschnitt durchtrennen.



Abb.9: „Schneiden“ und "Kleben" der DNA mit Restriktionsenzymen bzw. Ligasen

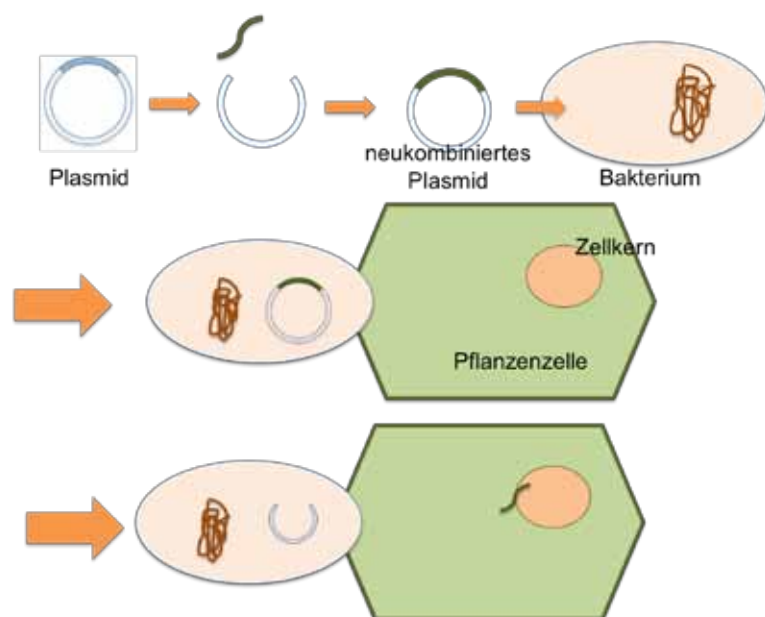
Es gibt sehr viele Restriktionsenzyme, von denen jedes seine spezifische Erkennungsstelle zum Schneiden auf der DNA hat. Kennt man nun die Schnittstellen auf einem Plasmid, so können gezielt bestimmte DNA-Abschnitte mit Hilfe der Restriktionsenzyme herausgeschnitten werden. Das Plasmid ist nun an dieser Stelle „geöffnet“ (linearisiert) und neue DNA-Abschnitte können eingefügt werden. Auch für dieses „Einfügen“, man sagt dazu **Ligation**, wird ein Enzym zur Hilfe genommen: die

Ligase. Im Anschluss wird das Plasmid wieder in das Bakterium übertragen.

Unter Laborbedingungen lässt man das Agrobakterium die für Transformationszwecke ausgewählte Pflanze infizieren. Allerdings wird hierbei in der Regel nicht eine komplette Pflanze infiziert, sondern nur ein kleines Gewebestück. In diesem Gewebestück überträgt das Agrobakterium in nur wenige, einzelne Zellen die T-DNA.

Wenn in die pflanzliche Zelle die neue DNA eingeführt (transformiert) wurde, wie wird dann aus der einzelnen (transgenen) Zelle eine komplette Pflanze, in der jede Zelle das neue Gen trägt?

Hier macht man sich die sogenannte **Totipotenz** von pflanzlichen Zellen zu nutze. Legt man eine pflanzliche Zelle auf ein Nährmedium, so bildet sich durch Zellteilung ein größerer Zellhaufen. Die neugebildeten Zellen haben dabei in der Regel keine definierte Funktion. Werden dem Zellhaufen pflanzliche Hormone zugegeben, können sich aus dem Zellhaufen differenzierte Zellen bilden, also z.B. Sprosszellen oder Wurzelzellen. Je nach Art und Kombination der Hormone können sich aus dem Zellhaufen Sprosse bilden, die sich zu kompletten Pflanzen weiterentwickeln. Wurde die Zelle zuvor transformiert, so entsteht eine Pflanze, die in jeder ihrer Zellen das neue Gen trägt. Die so gebildete bzw. regenerierte Pflanze ist mit der Ursprungspflanze, aus der das Gewebestück entfernt und mit Agrobakterium infiziert wurde, identisch, bis auf einem Unterschied: sie ist in Bezug auf das eingeführte neue Gen **transgen**.



1. aus dem Plasmid des Agrobacterium tumefaciens werden die tumorauslösenden Gene entfernt und an dieser Stelle ein neues Gen eingesetzt, das Plasmid im anschließend in das Bakterium übertragen

2. unter Laborbedingungen infiziert das Bakterium eine Pflanzenzelle

3. mit Hilfe des Bakteriums und Mechanismen der Wirtszelle wird der DNA-Abschnitt in das Genom der Zelle übertragen

Abb.10: Übertragung eines DNA-Abschnitts in das Genom einer Pflanzenzelle



III. Experimente

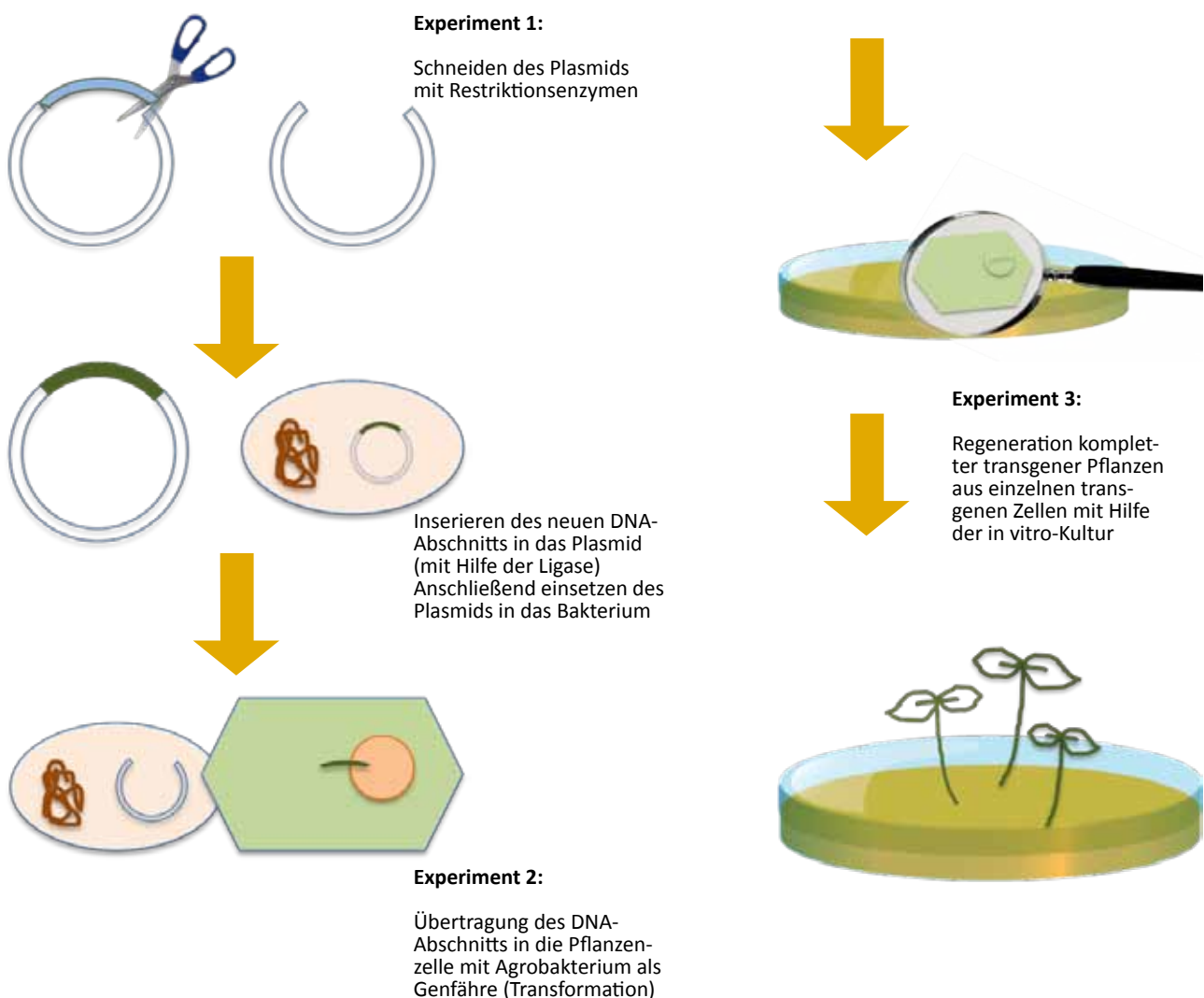
Wie kommt ein Gen in die Pflanze – oder wie werden transgene Pflanzen erzeugt?

Als Hilfsmittel für die Genübertragung dient den Wissenschaftlern das *Agrobacterium tumefaciens*. Wenn ein Gen für eine bestimmte Eigenschaft, z.B. Unterdrückung der Bildung der Stärkeform Amylose, in eine Pflanze übertragen (transformiert) werden soll, so muss zunächst das Gen in die **Plasmid-DNA** der „Genfähre“ *Agrobacterium tumefaciens* inseriert¹ werden (siehe Horizontaler Gentransfer mit *Agrobacterium tumefaciens*, Seite 6). Hierzu werden aus dem Plasmid mit Hilfe von **Restriktionsenzymen** die Gene entfernt, die bei der Pflanze das Krankheitsbild (den Tumor) auslösen, entfernt. An der Schnittstelle kann dann das andere Gen, welches bei der Pflanze zu der neuen Eigen-

schaft führt, in das Plasmid inseriert werden. Das Plasmid wird im Anschluss in das Agrobakterium eingesetzt und das Bakterium überträgt/transformiert das neue Gen in die pflanzliche Zelle, man bezeichnet diese Zelle dann als **transgen**. Da aber nur eine oder wenige pflanzliche Zellen transformiert werden, muss aus der einzelnen Zelle eine komplette Pflanze regeneriert werden. Dies gelingt mit Hilfe der Gewebekultur-Technik und speziellen Pflanzenhormonen (siehe Seite 7).

Einen Teil dieser Techniken, die zur Erzeugung von transgenen Pflanzen eingesetzt werden, wird in den Experimenten nachvollzogen: Im **1. Experiment** wird eine Plasmid-DNA mit Restriktionsenzymen geschnitten. Im **2. Experiment** wird eine Brutblatt-Pflanze (*Bryophyllum*) mit Agrobakterium (Wildtyp) infiziert. Um zu beobachten, wie mit Gewebekultur-Technik neue Pflanzen regeneriert werden, wird das **3. Experiment** durchgeführt.

¹ eingefügt





IV. Theorie zu den Laborexperimenten

Das Plasmid

In diesem Experiment wird das Plasmid mit dem Enzym *bam*HI geschnitten, man sagt auch verdaut. Hierdurch wird ein Teil des Plasmids herausgeschnitten. Nach gelelektrophoretischer Auftrennung entstehen somit zwei Fragmente: ein ca. 800 bp (basenpaar) langes DNA-Fragment und ein längeres ca. 4500 bp langes Fragment, welches das restliche Plasmid darstellt. Das Plasmid ist nun offen bzw. linearisiert und besitzt an seinen Enden Restriktionsstellen. Theoretisch könnten an diesen Schnittstellen neue DNA-Abschnitte, an deren Enden die komplementären Schnittstellen angefügt wurden, inseriert (ligiert) werden.

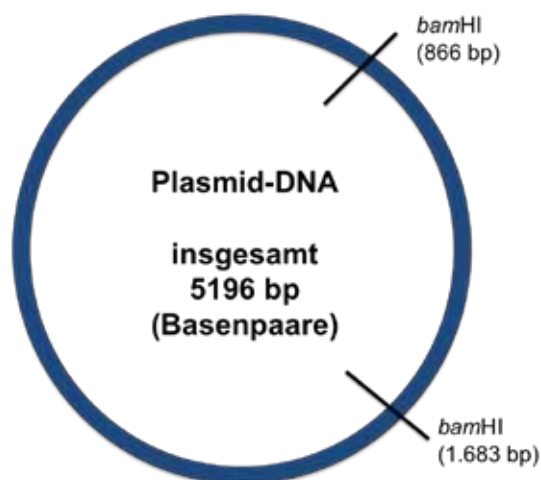


Abb.11: Schema des im Experiment verwendeten Plasmids

Restriktionsenzyme

Restriktionsenzyme des Typs II, auch **Restriktionsendonukleasen** genannt, sind Enzyme, die aus Bakterien stammen und für die Molekularbiologen eine ganz besondere Funktion besitzen. Sie können innerhalb der DNA (sowohl in chromosomaler DNA als auch in Plasmid-DNA) bestimmte Basensequenzen erkennen und innerhalb oder in der Nähe

dieser „Erkennungssequenz“ die DNA schneiden. Jedes Restriktionsenzym besitzt dabei seine eigene Erkennungssequenz.

Die Namen der Restriktionsenzyme leiten sich vom Namen des Bakteriums ab, in dem es zuerst entdeckt wurden. Beispielsweise stammt das Enzym *bam*HI aus *Bacillus amyloliquefaciens* H.

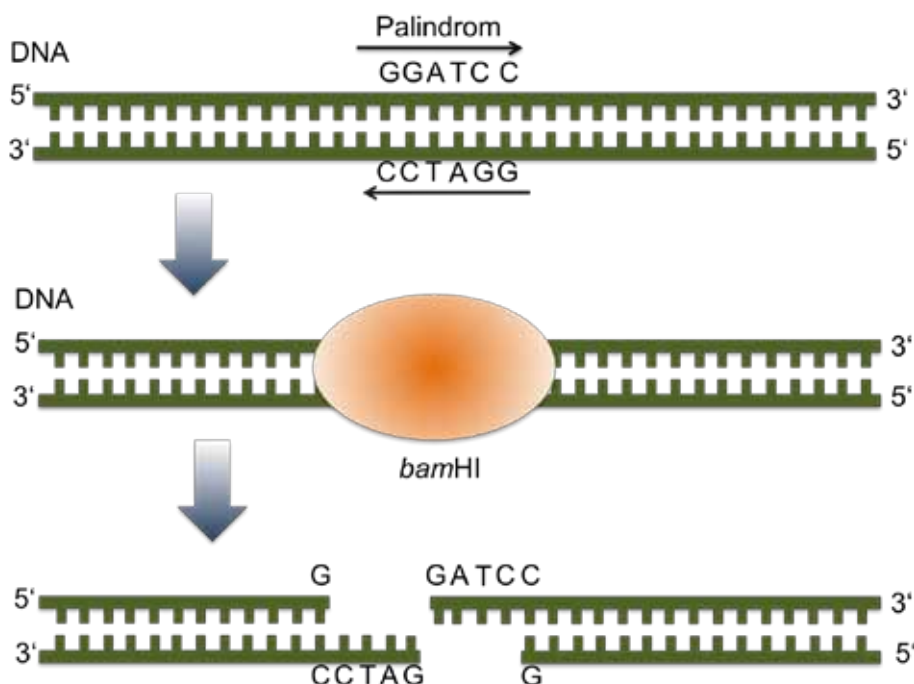


Abb.12: Schnittstelle des Restriktionsenzym BamHI



Die Gelelektrophorese

Die Gel-Elektrophorese ist ein Verfahren, bei dem verschieden lange DNA-Stücke sortiert bzw. getrennt und sichtbar gemacht werden können. Hierzu wird zunächst ein Agarose-Gel hergestellt. Agarose ist ein Polysaccharid (langkettiger Zucker) aus einer bestimmten Algenart (*Gelidium* und *Gracillaria*). Ähnlich wie Gelatine geliert Agarose nach dem Aufkochen. Im flüssigen Zustand kann es somit in Formen gegossen werden. Beim Erstarren des Gels bilden die langkettigen Polysaccharide ein feinmaschiges Netz. Nun kann eine DNA-Probe, die z.B. verschieden lange DNA-Fragmente enthält, in speziell vorgeformte Taschen des Gels pipettieren werden. Wird im Anschluss eine elektrische Spannung an das Gel angelegt, bewegt sich die negativ geladene DNA zum Pluspol. Hierbei muss sie durch

das Netz aus Polysaccharidketten hindurch. Kleinere DNA-Stücke können sich dabei weiter bewegen als längere Stücke. Wird die Spannung (z.B. nach ca. 30 min) wieder abgelegt, verharren die DNA-Fragmente in ihrer letzten Position.

Die nun nach ihrer Länge aufgetrennten DNA-Fragmente können durch eine spezielle Färbetechnik kenntlich gemacht werden. Es wird hierzu ein spezieller Farbstoff verwendet, der sich an die DNA anlagert. Dieser Farbstoff ist im Gel mit bloßem Auge nicht zu erkennen, er fluoresziert aber unter UV-Licht. Wird das gefärbte Gel auf einen Tisch mit UV-Lampen gelegt, zeigen sich die aufgetrennten DNA-Stücke als fluoreszierende Banden.

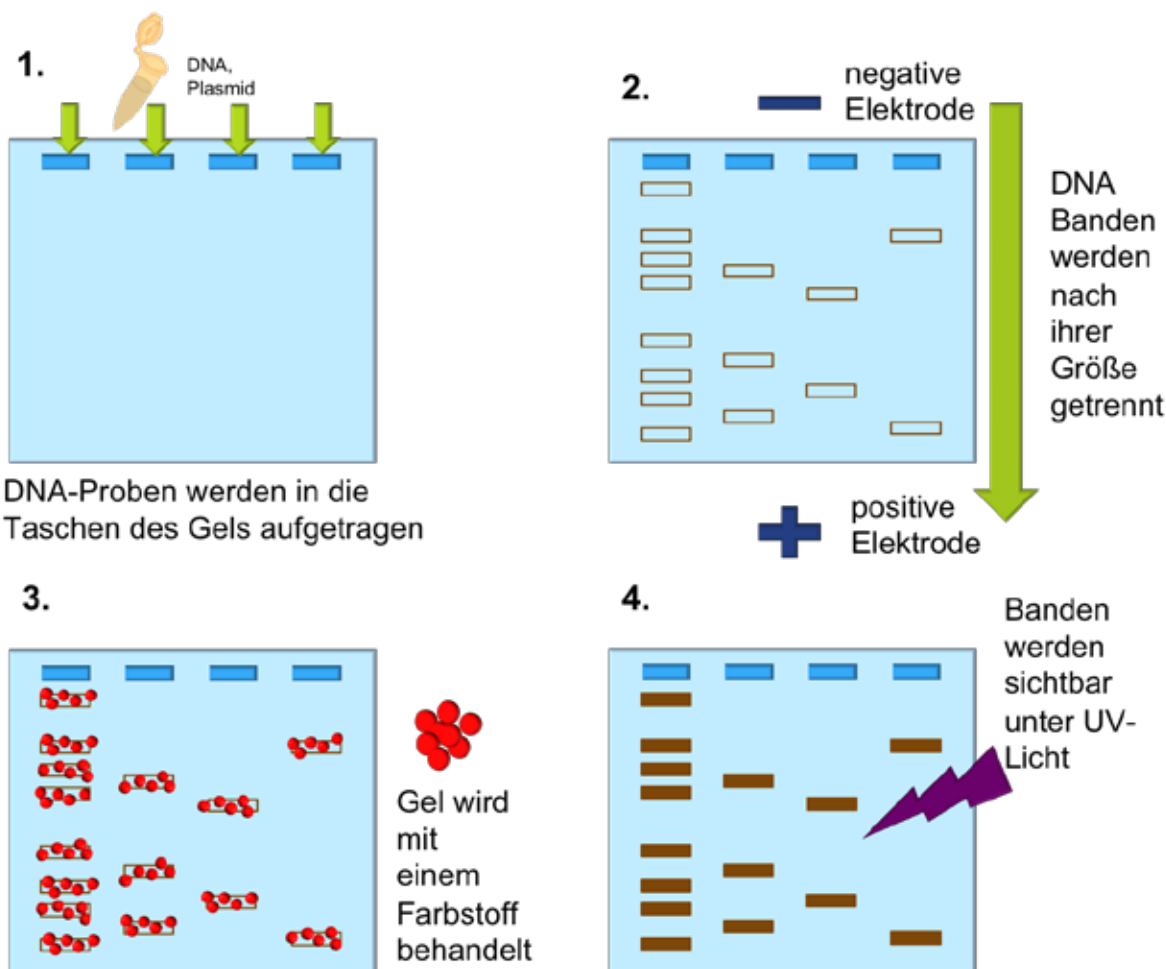


Abb.13: Ablauf einer Gel-Elektrophorese



V. Risikoaspekte und offene Fragen

Prinzipiell müssen vor der Zulassung einer gentechnisch veränderten Pflanzensorte wissenschaftlich begleitete Anbauversuche zur Überprüfung der Praxistauglichkeit und Anwendungssicherheit durchgeführt werden. Dies ist nach dem deutschen Gentechnikgesetz und nach EU-Rechtsvorschriften geregelt. Seit 1999 werden Kartoffeln mit günstigen Stärkeeigenschaften im Feldanbau untersucht.

Für die wissenschaftliche Risikobewertung aller Fragen der Lebens- und Futtermittelsicherheit ist in der Europäischen Union die EFSA zuständig. Sie bescheinigt in mehreren Gutachten, dass die „Amflora-Kartoffel“ im Vergleich zu herkömmlichen Kartoffeln keine erhöhten Risiken für Menschen, Tiere oder die Umwelt birgt. Einige Umweltorganisationen und Verbraucher lehnen aber den Anbau von „Amflora“ in Deutschland ab. Folgende Punkte werden hierbei diskutiert:

Die Bedenken beziehen sich u.a. auf das in „Amflora“ enthaltene **Markergerne**, das eine Antibiotikaresistenz gegen Kanamycin vermittelt. Möglich wäre eine Übertragung des Antibiotikaresistenzgens in humanpathogene Bakterien. Das Gentechnik-Expertengremium der EFSA erklärte hierzu im Juni 2009 durch Gutachten, dass der Transfer eines Gens von einer gentechnisch veränderten Pflanze auf Bakterien sehr unwahrscheinlich und darum die Wirksamkeit von Antibiotika nicht gefährdet sei [6]. Dennoch, der Einsatz von Antibiotika-Resistenzgenen ist umstritten. Es werden daher verbesserte Transformationsverfahren zur Herstellung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVPs) entwickelt. Ziel ist die Vermeidung von Antibiotika-Resistenzgenen. Die Ansätze schließen auch die Benutzung von molekularen Werkzeugen zur nachträglichen Entfernung unerwünschter DNA-Abschnitte ein. Diese sogenannten Rekombinasen können Markergerne

gezielt entfernen. Im Einzelfall gelingt schon heute die Züchtung einer GVP mit den gewünschten Gensequenzen und ohne die üblichen Markergene. Die neu entwickelte Amylopektin-Kartoffel ohne Antibiotikum-Resistenz wird seit 2004 auf Feldern geprüft.

Landwirte, die keine gentechnisch veränderten Pflanzen anbauen möchten, befürchten, dass bei benachbarten Nutzflächen gentechnisch veränderte Kartoffeln mit konventionellen Sorten vermischt werden könnten und darum ein getrennter Anbau (**Koexistenz**) nicht möglich ist. So besteht die Möglichkeit, dass Kartoffeln nach der Ernte auf dem Feld verbleiben und in einem milden Winter nicht abfrieren und somit zu **Durchwuchs** bei späteren Ernten führen könnten [7]

Was sind Markergene?

Wird eine Pflanze transformiert, so wird nur in wenigen Zellen das neue Gen eingebaut. Um nun diese Zellen zu detektieren, wird zusammen mit dem neuen Gen ein Markergene übertragen. Mit Hilfe dieses Markergens können die transgenen Zellen von den anderen Zellen selektiert werden.

Am häufigsten werden Antibiotika- oder Herbizidresistenz-Gene eingesetzt. Behandelt man nach einer Transformation die Zellen mit dem entsprechenden Antibiotikum oder Herbizid, so werden die pflanzlichen Zellen abgetötet die nicht das Markergene enthalten und somit nicht resistent sind. Dagegen überleben diejenigen Zellen die das Markergene und somit auch das Gen für die neue gewünschte Eigenschaften enthalten. Aus diesen Zellen können neue transgene Pflanzen herangezogen werden.

Bei allen gentechnisch veränderten Pflanzenarten muss die Möglichkeit einer **Auskreuzung** auf andere Sorten oder nahverwandte Wildarten betrachtet werden. Da sich aber Kartoffeln vegetativ über Knollen vermehren und nicht über Samen, ist eine Auskreuzung unwahrscheinlich. Zudem besitzt die Kartoffel in Deutschland keine verwandten Wildarten (anders als z.B. der Raps), auf die eine natürliche Übertragung der Gene möglich wäre.

Die Kartoffelsorte Amflora unterscheidet sich äußerlich nicht von konventionell gezüchteten Sorten. Es könnte daher zu einer **unabsichtlichen Vermischung** mit herkömmlichen Speise- und Futterkartoffeln kommen und so die **Wahlfreiheit** der Verbraucher, die sich möglicherweise gegen gentechnisch veränderte Kartoffeln entscheiden, eingeschränkt werden oder Landwirte, die gentechnikfrei arbeiten wollen, keine Entscheidungsfreiheit mehr haben. Um eine Vermischung zu vermeiden, soll ein strenges System eingesetzt werden: Die transgenen Saatkartoffeln sollen nicht frei verkäuflich sein, sondern nur an Vertragsbauern abgegeben werden. Die Mitarbeiter, die damit in Berührung kommen, werden speziell geschult. Die Pflanzen



und Produkte müssen gekennzeichnet sein und der Transport darf nur in geschlossenen Behältern stattfinden. Alle verwendeten Maschinen und Arbeitsgeräte müssen gereinigt werden. Zudem gibt es geregelte Abstände zu konventionellen Kartoffelfeldern sowie eine getrennte Lagerung und Verarbeitung. Dieses System wird seit 2005 erfolgreich mit einer roten Kartoffel getestet. Die auffälligen Testkartoffeln waren bisher nicht mit den konventionellen vermischt worden [8]. Allerdings wurden im Spätsommer 2010 auf Feldern in Nordschweden, auf denen Amflora angebaut wurde, die noch nicht zugelassene gv-Kartoffelsorte „Amadea“ der Firma BASF in geringen Mengen entdeckt. Der Konzern BASF gab später hierzu in einer Pressemitteilung bekannt, dass es in ihren Räumen zu einer Verwechslung der Pflanztüpfe gekommen sei. In Zukunft würde man die Produktionssysteme strenger voneinander trennen [9].

Gegen eine Zulassung von Amflora wird angeführt, dass für Amflora in Deutschland kein Bedarf besteht, da innerhalb der letzten Jahren auch durch konventionelle Züchtung gute Züchterfolge bei Kartoffeln für die Stärkeindustrie erzielt worden. So gibt es konventionell gezüchtete Sorten, bei denen der Amylopektingehalt dem der Amflora-Kartoffel ähnlich ist. Die niederländische Firma AVEBE hat 2005 eine Stärkekartoffel mit dem Markennamen ELIANE auf den Markt gebracht, welche einen Amylopektingehalt von 99% hat [7]. AVEBE und BASF führen an, dass Amflora und Eliane verschiedene Kartoffelsorten mit unterschiedlichen Anbaueigenschaften sind. Daher seien beide Sorten für einzelne Regionen in Deutschland unterschiedlich gut geeignet.

Zudem ist es Forschern des Fraunhofer Instituts IME mit einem speziellem Mutationsverfahren gelungen, ebenfalls eine Amylopektin-Kartoffelsorte zu züchten, die 2009 erfolgreich im Feldversuch getestet wurde [10].

Die Amflora-Kartoffel ist eine Energiepflanze und nur für rein industrielle Zwecke vorgesehen. Energiepflanzen zur Produktion von Rohstoffen im großen Maßstab stehen allerdings in der Kritik, da sie Flächen in Anspruch nehmen, die ansonsten für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden könnten. Die Frage nach der Flächenkonkurrenz ist angesichts der wachsenden Weltbevölkerung si-

cherlich akut. Diese Problematik wird für alle, auch für nicht-transgene nachwachsende Rohstoffe diskutiert, wie die Kartoffelsorte ELIANE oder Kulturpflanzen, die z.B. zur Produktion von Bioethanol angebaut werden.

Aktuelle Entwicklungen

Nachdem sich das europäische Zulassungsverfahren für die Kartoffelsorte Amflora über 13 Jahre hingezogen hatte, stimmte die EU-Kommission im März 2010 dem Anbau zu. Seit 1998 Amflora ist damit in Europa die erste zugelassene gentechnisch veränderte Pflanzensorte. Der für Gesundheit und Verbraucherpolitik zuständige EU-Kommissar John Dalli begründete die Entscheidung mit folgenden Worten:

„Mir ist deutlich geworden, dass es keine weiteren wissenschaftlichen Fragen mehr gibt, die untersucht werden müssten. Alle wissenschaftlichen Aspekte und besonders die Sicherheitsbedenken sind bereits ausgiebig berücksichtigt worden. Eine weitere Verzögerung bei der Zulassung wäre nicht zu rechtfertigen gewesen.“ [11]

Der Anbau der Amflora bleibt dennoch unter Umweltorganisationen und Politikern umstritten. Umweltorganisationen wie der BUND kritisieren, dass bei einem Verzehr der Kartoffel die Übertragung des Antibiotikaresistenz-Gens in Bakterien des Magen-Darm-Trakts nicht völlig ausgeschlossen werden könne. [12]

Mit der EU weiten Zulassung ist auch in Deutschland der kommerzielle Anbau von Amflora möglich. Erste Auspflanzungen im Jahr 2010 wurden von Protestaktionen und Feldbesetzungen begleitet.

Da auch innerhalb der EU-Mitgliedstaaten Uneinigkeit über den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen herrscht, hat die EU-Kommission im Juli 2010 neue Empfehlungen für die Rechtsvorschriften zur Grünen Gentechnik gegeben. Sollten das EU-Parlament und der Ministerrat dem zustimmen, können in Zukunft die Mitgliedsstaaten den Anbau von EU-weit zugelassenen transgenen Pflanzen in ihren eigenen Ländern verbieten. Auch in Deutschland wird heftig um ein Anbauverbot der Amflora diskutiert.



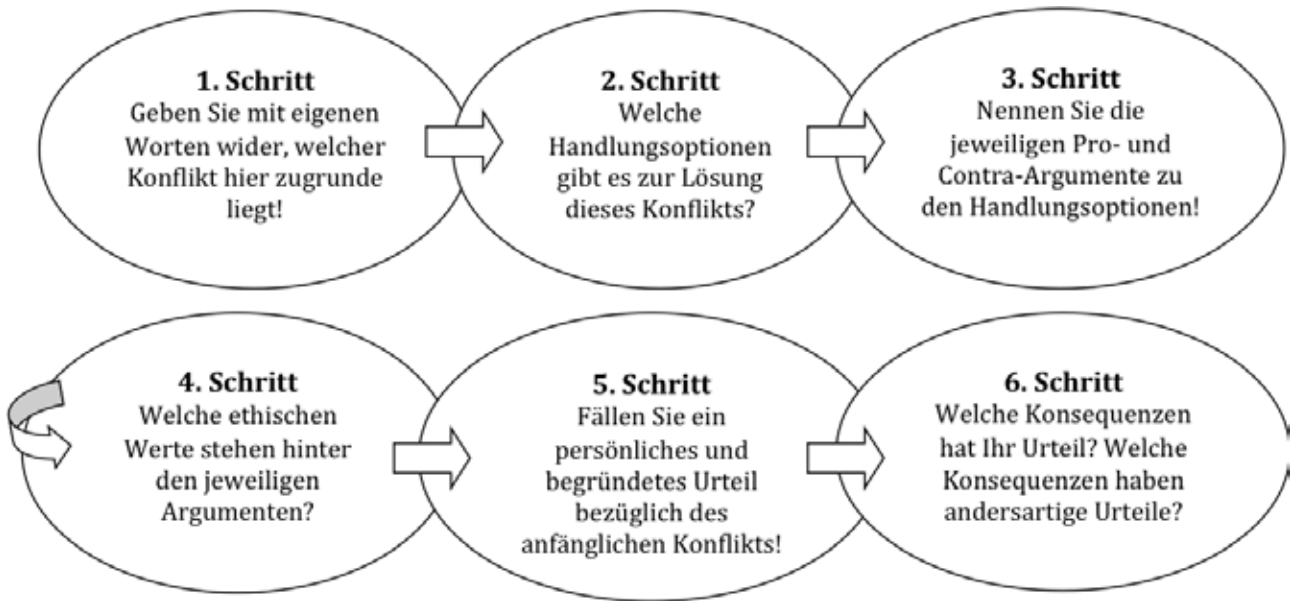
VI. Ethische Bewertung

1. Sechs Schritte zur moralischen Urteilsfindung

Sollte die Amflora-Kartoffel in Deutschland zugelassen werden?

In sechs Schritten zu einem Urteil!

Die Methode: Sechs Schritte zur moralischen Urteilsfindung (nach Hößle, 2001)



Aufgaben

1. *Einzel- oder Partnerarbeit:* Lesen Sie sich im Skript genau durch, was Amflora ist und wie sie hergestellt wird! Recherchieren Sie zusätzlich im Internet. Benutzen Sie dazu u.a. die Seiten www.transgen.de, www.biosicherheit.de und folgende Links: <http://www.keine-gentechnik.de/dossiers/kartoffel-eh92-527-1.html>

2. *Einzel- oder Partnerarbeit:* Nun sollen Sie ein persönliches Urteil fällen. Das Durchlaufen dieser sechs Schritte soll Ihnen dabei helfen. Fertigen Sie dazu auf einem Extrablatt eine Tabelle (siehe unten) an. Nehmen Sie sich für alle Schritte genügend Zeit und überlegen Sie genau. Für den dritten Schritt können Sie das Arbeitsmaterial 2 zur Hilfe nehmen, für den vierten Schritt das Arbeitsmaterial 3.

Schritt	Amflora
1. Definieren des geschilderten Konfliktes	
2. Nennen der Handlungsoptionen	
3. Nennen der Pro- und Contra-Argumente	
4. Nennen der ethischen Werte , die hinter den jeweiligen Argumenten stehen	
5. Persönliche Urteilsfällung	
6. Nenne der Konsequenzen , die sich aus dem eigenen und anderen Urteilen ergeben	



2. Pro- und Contra-Argumente

Argumente von Befürwortern und Gegnern – Zulassung von Amflora in Deutschland

„Der Anbau von Amflora wäre ökologisch sehr sinnvoll, da man viel Energie und Wasser für die Trennung von Amylose und Amylopektin sparen könnte.“

„Der Verbraucher ist nicht bereit, gentechnisch veränderte Produkte in der Lebensmittel- und Futterkette zu akzeptieren.“



„Die Veränderungen im Stoffwechselkreislauf der Kartoffeln könnten tiefgreifende Veränderungen in den Eigenschaften der Pflanze hervorrufen, dies wiederum könnte Auswirkungen auf die Nahrungsnetze und die Artenvielfalt haben.“

„Nach bisheriger Sicherheitsbewertung durch wissenschaftliche Studien besteht kein Risiko für Mensch und Tier.“

Aufgaben

1. *Einzelarbeit:* Diese Argumente werden von Gegnern und Befürwortern der Amflora-Kartoffel genannt. Listen Sie weitere Pro- und Contra Argumente für den Anbau bzw. die Zulassung von Amflora auf. Denken Sie dabei sowohl an wirtschaftliche und an ökologische Argumente. Greifen Sie hierzu auf die Informationen aus dem HannoverGEN-Skript sowie auf Ihre Internetrecherche zurück.
2. *Einzelarbeit:* Gewichten Sie die Argumente danach, welche für Sie persönlich am wichtigsten erscheinen!
3. *Partner- oder Gruppenarbeit:* Diskutieren Sie die Argumente! Welche Argumente sind Ihnen/Ihrer Gruppe am wichtigsten und warum?



3. Wertepool

Werte – Was ist das?

Welche Werte stehen hinter den Pro- und Contra-Argumenten?

Informationsbox Werte:

„Werte sind Ideen, die wir bestimmten Dingen oder Verhältnissen zuschreiben. So versteht man Wert einerseits als einen Güterwert - hierbei handelt es sich um eine Werteigenschaft, die ein Gut für ein Individuum besitzt (ein Haus, ein Auto).

Andererseits werden mit „Werte“ auch Orientierungswerte bezeichnet - gemeint sind hierbei Ideale oder Leitbegriffe, an denen wir uns in allen unseren Wertungen orientierten (z.B. Wahrheit, Natur, Freiheit).“

(Nach: Standop, Jutta: Werteerziehung. Einführung in die wichtigsten Konzepte der Werteerziehung. Beltz, Weinheim und Basel (2005))

Wertepool:

Glück	Freiheit	Bildung	Sicherheit	Unabhängigkeit	Gerechtigkeit
Würde der Natur	Liebe	Wohlstand	Umweltschutz	Lebensqualität	Forschungsfreiheit
Verantwortung	Leistung	Gesundheit	Freundschaft	Wahrheit	Eigentum
Gehorsam	Respekt	Artenschutz	Entscheidungsfreiheit	Menschenwürde	

Arbeitsaufträge

1. *Einzelarbeit:* Auf diesem Arbeitsblatt sehen Sie einen Wertepool, in dem viele unterschiedliche Werte aufgelistet sind. Welche dieser Werte finden Sie in den Argumenten, die sie jetzt über die Amflora-Kartoffel kennen, wieder? Markieren Sie diese Werte mit einem farbigen Stift und erläutern Sie anschließend die Bedeutung der Werte!

2. *Einzelarbeit:* Welche Werte, die oben in dem Wertepool noch **nicht** genannt wurden, berühren dieses Problem ebenfalls? Ergänzen Sie diese in den freien Kästchen!

3. *Einzelarbeit:* Versuchen Sie, die für das Dilemma wichtigen Werte nach Ihrer persönlichen Gewichtung abzuwägen und in eine Reihenfolge zu bringen. Notieren Sie diese Reihenfolge auf einem Extrablatt.

4. *Partnerarbeit:* Diskutieren Sie mit Ihrem Tischnachbarn: haben Sie die gleichen Werte markiert? Wenn nicht, warum haben Sie unterschiedliche Werte angestrichen? Mit welchen Argumenten können Sie Ihre Werte vertreten?

5. *Plenumsarbeit:* Erstellen Sie in Ihrer Klasse ein Ranking. Welche Werte wurden für das Problem am häufigsten genannt, welche am seltensten? Diskutieren Sie im Plenum die Reihenfolge, die dabei entsteht!



Die Debatte um Amflora in Deutschland

Material 1

Die Zukunft liegt auf dem Acker

Wir werden die grüne Gentechnik brauchen, sagt BASF-Vorstand Stefan Marciniowski – für eine wachsende Weltbevölkerung und die Energieversorgung

DIE ZEIT: Die gentechnisch veränderte Kartoffel Amflora steht möglicherweise kurz vor der EU-Zulassung in Brüssel. Doch die Kommission hat den Termin bereits zweimal verschoben, zuletzt auf den 31. März. Glauben Sie, dass der Termin diesmal eingehalten wird?

STEFAN MARCINOWSKI: Aller guten Dinge sind drei. Nach allem, was wir wissen, sollte der Termin einhaltbar sein. Aber ich glaube erst daran, wenn das Gutachten tatsächlich vorliegt.

ZEIT: Die Kommission muss aber nicht zwangsläufig zustimmen, auch wenn das Gutachten der Europäischen Lebensmittelsicherheitsbehörde Efsa der Kartoffel Unbedenklichkeit bescheinigt.

MARCINOWSKI: Nachdem es im vergangenen Frühjahr keine qualifizierte Mehrheit für oder gegen die Zulassung gegeben hat, liegt die Entscheidung auf dem Schreibtisch des zuständigen Kommissars Stavros Dimas. Er ist autorisiert, die Zulassung zu erteilen oder bei Zweifeln, ob wissenschaftlich begründet oder nicht, ein erneutes Begutachtungsverfahren einzuleiten. Von diesem Recht hat er Gebrauch gemacht. Schon im vergangenen Mai hat die Kommission allerdings versichert, sie wolle ihre Entscheidungen weiterhin auf die Wissenschaft stützen und vertraue der hohen Qualität der wissenschaftlichen Beratung durch die Efsa.

ZEIT: Aber gerade diese Qualität wird von Gentechnikkritikern bezweifelt.

MARCINOWSKI: Mich stört, dass aus politischen Kreisen schon Zweifel an der Kompetenz und Professionalität der Efsa gestreut wurden, bevor sie überhaupt zum ersten Mal von der EU definierten Zulassungsprozess für eine gentechnisch veränderte Pflanze durchlaufen hatte. Es gibt bisher erst eine in Europa zum Anbau zugelassene Pflanze, das ist der Monsanto-Mais Mon810, in den USA sind 70 Pflanzen zugelassen.

ZEIT: Die Amflora ist also mehr als eine Kartoffel.

MARCINOWSKI: Sie ist der Lackmusest, wie es in Deutschland und Europa um die Zukunft der grünen Gentechnik bestellt ist.

ZEIT: Offenbar nicht gut. Bundesumweltminister Sigmar Gabriel hat im Kreis der 27 EU-Umweltminister dagegen gestimmt, Österreich und Ungarn zu zwingen, ihr Anbauverbot für Mon810 aufzuheben.

MARCINOWSKI: Ja, er hat dabei erstaunlich nationalistische und protektionistische Argumente ins Feld geführt: Es sei nicht die Aufgabe Europas, ein amerikanisches Gentechnik-Unternehmen zu unterstützen. Diese Argumente gelten alle für die Kartoffel nicht. Es ist ein Produkt, das von der europäischen Stärkeindustrie gewünscht wird. Es ist ein Produkt, das in Europa entwickelt worden ist. Und es soll in Europa zum Einsatz kommen.

ZEIT: Auch Bundeslandwirtschaftsministerin Ilse Aigner spricht sich neuerdings gegen Gentechnik aus. Der bayerische CSU-Umweltminister Markus Söder will ganz Bayern zur gentechnischen Zone erklären. Nicht nur Österreich und Ungarn, sondern auch Griechenland und Frankreich haben den Anbau von Mon810 untersagt. Haben Sie das Gefühl, dass sich die Stimmung verstärkt gegen die grüne Gentechnik wendet?

MARCINOWSKI: Wenn Sie in die Archive gehen und nachlesen, was Frau Aigner über Gentechnik gesagt hat, als sie noch im forschungspolitischen Ausschuss saß, finden Sie eine viel positivere Einstellung. Auch als im vergangenen Jahr die Nah-

runzungsmittelpreise stiegen und die Tortilla-Krise Mexiko, Haiti und andere Regionen in Aufruhr versetzte, haben wir eher positive Einstellungen zur Gentechnik registriert. Jetzt kommen viele alte Argumente ins Spiel, darunter leider auch viele Argumente, die, wissenschaftlich betrachtet, schlicht falsch sind.

ZEIT: Zum Beispiel?

MARCINOWSKI: Beate Jessel, die Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz, hat wie viele andere eine österreichische Studie zitiert, nach der mit Genmais gefütterte Mäuse in der dritten Generation weniger fruchtbar sind. Dabei ist bekannt, dass diese Studie handwerklich falsch angelegt war. Dennoch wird sie munter weiter verbreitet. So werden Angst und Misstrauen geschürt. Gleichzeitig untergräbt die Verbreitung wissenschaftlicher Daten die Autorität der europäischen Zulassungsbehörde Efsa. Die soll offenbar falsche Argumente so lange prüfen, bis das politisch gewünschte Ergebnis herauskommt. Auch aus der Efsa hören wir Klagen über Versuche der politischen Einflussnahme auf das Ergebnis des wissenschaftlichen Begutachtungsverfahrens.

ZEIT: Es scheint so, als seien manche Politiker in Nichtwahlkampfzeiten wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Argumenten gegenüber aufgeschlossen, in Wahlkampfzeiten hingegen nicht.

MARCINOWSKI: Die grüne Gentechnik wird zum Spielball der politischen Kräfte, solange sie dem Konsumenten gegenüber ihren Nutzen nicht direkt nachweisen kann. Der Verbraucher steht vor übervollen Lebensmittelregalen und kann zwischen grün und rot verpacktem Müsli wählen. Er empfindet keine Lücke zwischen Angebot und Nachfrage, die die Gentechnik füllen müsste.

ZEIT: Wozu brauchen wir sie dann?

MARCINOWSKI: Es gibt die Lücke, und sie wird immer größer. Die Menschheit wird auf neun Milliarden anwachsen. Schon jetzt nutzen wir über 70 Prozent des Trinkwassers in der Landwirtschaft. Wir essen mehr Wasser, als wir trinken. Wir brauchen mehr erneuerbare, biobasierte Energie. All das ist nur mit einem Mehr an agrarischer Produktivität zu bewältigen. Die Kombination aus Züchtung, Düngemitteln, Ausweitung der genutzten Landfläche und Ackerbautechniken hat uns in den vergangenen zwanzig Jahren eine durchschnittliche Produktivitätssteigerung um 1,6 Prozent pro Jahr gebracht.

ZEIT: Und das reicht nicht mehr aus?

MARCINOWSKI: Wenn ich mir die Megatrends der Bevölkerungsentwicklung, der Nahrungsvorsorgung, der Energieversorgung ansehe, müssen wir die landwirtschaftliche Produktivität in den nächsten 20 bis 30 Jahren verdoppeln, dann reichen 1,6 Prozent Zuwachs nicht mehr aus. Die Landfläche lässt sich nicht beliebig ausweiten, wir brauchen eine neue grüne Revolution. Darum ist es so verhängnisvoll, wenn wir in Zeiten des scheinbaren Überflusses die grüne Gentechnik diskreditieren. Die Geister, die wir da rufen, werden wir so schnell nicht wieder los.

ZEIT: Die Kunden in Deutschland wollen offenbar keine Gentechnik im Nahrungsmittelregal.

MARCINOWSKI: Wenn man ihnen einredet, wie gefährlich das sei und dass es gleichzeitig keinen sichtbaren Nutzen für sie gebe, wird sich diese Abneigung noch verstärken.

ZEIT: Aber bei den bisherigen Produkten ist der Nutzen für den Verbraucher tatsächlich kaum sichtbar.

MARCINOWSKI: Die Produkte werden kommen. Öle mit wertvollen Inhaltsstoffen, krankheitsresistente Kartoffeln, die nicht mit Pilzgiften belastet

sind. Das sind wissenschaftlich höchst anspruchsvolle Produkte, die nicht nur ein Gen für ein Enzym eingebaut bekommen haben. Darum dauert auch die Entwicklung länger, wenn sie ganze Stoffwechselketten in Pflanzen einbauen müssen. BASF hat in den vergangenen zehn Jahren eine Milliarde Euro in die Pflanzenbiotechnologie investiert und hat bisher keine signifikanten Rückflüsse aus diesem Bereich. Wir sind uns darüber im Klaren, dass wir einen langen Atem brauchen.

ZEIT: Gegen die gentechnisch basierte Insulinproduktion in Deutschland hat es heftige Proteste gegeben. Der Markt hat sich weltweit entwickelt – aber eben nicht in Deutschland. Sehen Sie für die grüne Gentechnik ein ähnliches Schicksal?

MARCINOWSKI: Es gibt überhaupt keinen Zweifel daran, dass diese Technologie ihren Weg gehen wird. Vor elf Jahren gab es noch keinen Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen, 2008 wuchsen sie auf 125 Millionen Hektar, das ist mehr Ackerfläche, als wir in Europa haben. Der Markt wächst seit Jahren überproportional und zweistellig, vor allem in Nord- und Südamerika und in Asien. Während wir uns hauptsächlich damit beschäftigt haben, zunächst einmal ausführlich die möglichen Risiken zu erforschen, haben andere die Märkte erobert. Auf diese Weise hat Deutschland damals auch das Prädiat verloren, die Apotheke der Welt zu sein.

ZEIT: Monsanto, das weltweit führende Unternehmen auf dem Feld der grünen Gentechnik, gilt vielen als das industrialisierte Böse, als rücksichtsloser Monopolist.

MARCINOWSKI: Der Streit ist sehr emotional aufgeladen. Das trifft nicht nur Unternehmen wie Monsanto, mit denen wir eine sehr erfolgreiche Forschungskollaboration haben, sondern auch einzelne Forscher und Verantwortliche in Unternehmen sowie ihre Familienangehörigen, die sich persönlichen Angriffen ausgesetzt sehen.

ZEIT: Woher rührt diese Emotion?

MARCINOWSKI: Wenn Lehrer ihre Schüler zur Wallfahrt auf besetzte Felder führen, um ihnen die Tugend bürgerlichen Ungehorsams vorzuführen, wenn militante Feldzerstörungen kaum geahndet werden, bringt diese Gesellschaft ganz offenbar nicht die wissenschaftliche, die politische und die moralische Kraft auf, hier einen sachlichen Diskurs zu führen. Wir befördern doch gerade die von den Kritikern beklagte Vorherrschaft weniger Unternehmen und die Abhängigkeit von ihrem Saatgut, wenn wir uns in Europa dieser Entwicklung prinzipiell verschließen. Wer keinen Wettbewerb zulässt, fördert die Monopolbildung.

ZEIT: Aber die Konkurrenz aus Amerika und Asien droht uns auch wissenschaftlich zu überholen.

MARCINOWSKI: Hier in Europa, in Gent und in Köln, sind die wissenschaftlichen Grundlagen für die Industrialisierung der grünen Biotechnologie geschaffen worden, hier wurden die Durchbrüche erzielt. Aber wie wollen Sie Spitzenforschung betreiben, wenn Sie immer die Angst haben müssen, dass Ihr Versuchsfeld zertrampelt wird?

ZEIT: Das Bundesumweltministerium sympathisiert in einem Brief ganz offen mit diesen Gentechnikkritikern.

MARCINOWSKI: Erstens wurden auch dort Argumente verbreitet, die wissenschaftlich schlicht falsch waren. Militante Gentechnikgegner werden vom Bundesumweltministerium als »Mitstreiter-

rinnen und Mitsreiter« angesprochen – das kann ich nicht hinnehmen.

ZEIT: Sie kritisieren, in Deutschland würden Feldzerstörungen quasi als Kavaliersdelikt behandelt.

MARCINOWSKI: Stellen Sie sich vor, mein Nachbar wäre ein erklärter Gegner des Autofahrens und ginge jetzt nachts mit dem Hammer auf meinen TÜV-geprüften und zugelassenen Wagen los. Und erklärte nach dem Zerstörungswerk, damit habe er nur seine freie Meinung gegen das Autofahren bekundet. Feldzerstörungen sind Sachbeschädigungen, bei denen zum Teil die Ergebnisse jahrelanger Forschung vernichtet werden. Diese Übergriffe als Kavaliersdelikte oder gar als Tugend bürgerlichen Ungehorsams zu verahmeln ist inakzeptabel.

ZEIT: Die Kritiker behaupten, sie gäben die Meinung wieder Teile der Bevölkerung wieder.

MARCINOWSKI: Wenn Sie fragen, ob Gentechnik auf dem Teller akzeptabel wäre, wenn dadurch die Lebensmittelpreise spürbar sinken würden, sagt die Mehrheit der Bundesbürger in einer Emnid-Umfrage Ja. Es scheint also keine grundsätzliche ideologische Hürde zu geben.

ZEIT: Aber müssen Sie die Sorge um die Risiken nicht ernst nehmen?

MARCINOWSKI: Nehmen Sie das Beispiel Amflora: Kartoffeln vermehren sich nicht durch Pollenflug. Kartoffeln haben keine wilden Verwandten. Amflora ist nicht für den Verzehr bestimmt, sondern als Stärkeliieferant für die Industrie.

ZEIT: Dennoch beantragen Sie ihre Zulassung auch als Futtermittel- und Nahrungsmittel. Warum?

MARCINOWSKI: Pressrückstände aus der Stärkeproduktion werden üblicherweise als Futtermittel verwendet. Und die Prüfung auf Unbedenklichkeit für den Menschen ist notwendig, weil sie eine Vermischung mit Speisekartoffeln nie vollständig ausschließen können. Wir wollen die Kartoffel nicht auf dem Wochenmarkt verkaufen, aber wir können auch kriminelle Energien nicht ausschließen, die vielleicht sogar zu einer absichtlichen Vermischung mit Speisekartoffeln führen, um die Technik zu diskreditieren.

ZEIT: Kann die Efsa qualifizierte Aussagen über Risiken machen? Sie hat keine Mittel für eigene Forschung, sondern ist unter anderem auf die Daten angewiesen, die der Antragsteller liefert.

MARCINOWSKI: Die Zulassungsbehörden haben auch anderswo gar nicht die Aufgabe, eigene Forschung zu betreiben. Sie prüfen Daten auf Vollständigkeit und Schlüssigkeit, genauso wie bei der Zulassung von Arzneimitteln. Es gibt in der ganzen Welt kein gründlicheres Zulassungsverfahren als das europäische, und es gibt keine gründlicher untersuchten Pflanzen als die gentechnisch modifizierten Pflanzen.

ZEIT: Aber der Efsa wird vorgeworfen, sie sei zu industriefreundlich.

MARCINOWSKI: Wir müssen doch das Zulassungsverfahren für die erste gentechnisch veränderte Pflanze aus europäischer Forschung erst einmal abschließen, bevor wir es wieder demontieren. Eines ist für die Politiker natürlich unbequem: Die Wissenschaft nimmt ihnen die Entscheidung nicht ab. Am Ende muss und wird eine politische Entscheidung stehen, ob die Ampel für die grüne Gentechnik in Europa auf Grün oder Rot geschaltet werden soll.

DAS GESPRÄCH FÜHRTE ANDREAS SENTKER

Quelle: Die ZEIT, 19. März 2009; Wissen, S. 33. Autor: Andreas Sentker [13]



Material 2

Einspruch!

ZEIT, 02.04.09

BASF-Vorstand Stefan Marcinowski: »Die Zukunft liegt auf dem Acker« ZEIT NR. 13

Der BASF-Vorstandschef Stefan Marcinowski bedient leider zur Verteidigung grüner Gentechnik in gleicher Weise Vorurteile, wie er sie Gentechnikgegnern vorwirft. Das Argument, grüne Gentechnik auf dem Acker sei notwendig, um erstens die weltweite Ernährung sicherzustellen und zweitens Energie auf dem Acker zu erzeugen, ist irreführend.

Erstens wird es auch mit Gentechnik nicht gelingen, die gesamte Menschheit nach den Maßstäben westlicher Ernährungsgewohnheiten zu ernähren, dies ist unter Fachleuten unumstritten. Zunächst sind also die entwickelten Länder gefordert, ihre Ernährungsgewohnheiten umzustellen. Solange Übergewicht und Fettsucht bei uns dominieren, ist das Argument »Gentechnik zur Sicherung der Welternährung« im weltweiten Maßstab nicht stichhaltig.

Zweitens ist das Argument der Energiebereitstellung vom Acker als Motivation für die Förderung der Gentechnik schon in sich ein Widerspruch, denn vorher wird ja gerade ausgeführt, dass die weltweiten Agrarflächen zur Sicherung der Ernährung gebraucht werden. Energie vom Acker zu erzeugen ist nach allem, was man bisher weiß, in Europa zu teuer und

ineffizient, Alternativen wie die Solarenergie sind schon heute effizienter und verbrauchen keine Agrarflächen.

Drittens beklagt der Autor, dass weltweit bereits riesige Areale mit gentechnisch veränderten Pflanzen angebaut werden, bei uns aber nicht. Tatsache ist, dass die aktuell angebauten gentechnisch veränderten Pflanzen nahezu ausschließlich Herbizidresistenzen, aber keine weiteren Vorteile aufweisen. Allein in Brasilien hat diese Technologie dazu geführt, dass mehr als sechs Millionen Hektar natürliches Grasland (Savanne) zur Sojaproduktion in Ackerland überführt wurden, mit der Konsequenz riesiger Mengen an freigesetztem klimaschädlichen Kohlendioxid, welches vorher in den Böden unter Grasland gebunden war.

Solange diese induzierten Umwelteffekte nicht in eine Gesamtbilanz einbezogen und die oben angeführten Widersprüche aufgelöst werden, wird es die grüne Gentechnologie trotz der unbestrittenen Potenziale schwer haben, uneingeschränkt zu überzeugen.

**Prof. Friedhelm Taube, Universität Kiel
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau**

Quelle: DIE ZEIT, 02. April 2009, Autor: Prof. Friedhelm Tauber [14]

Arbeitsaufträge

1. *Einzelarbeit:* Material 1 und 2 reflektieren die Debatte, die um die transgene Kartoffel „Amflora“ momentan in Deutschland herrscht. Lesen Sie sich die Materialien aufmerksam durch!

2. *Einzelarbeit:* Welche Hauptargumente für den Anbau von Amflora nennt der Autor in Material 1?

3. *Einzelarbeit:* Arbeiten Sie Pro- und Contra-Argumente für die Zulassung der Amflora-Kartoffel in Deutschland aus beiden Material heraus und stellen Sie diese gegenüber!

4. *Partnerarbeit:* Die Texte gehen weniger auf ökologische oder gesundheitliche Folgen ein, sondern besprechen andere Aspekte der Folgen. Diskutieren Sie mit Ihrem Partner welche Folgen hier angesprochen werden und wie diese sich auf Deutschland auswirken können!

5. *Einzel- und Plenumsarbeit:* Marcinowski behauptet in Material 1, dass sich die negative Meinung der Bevölkerung gegenüber gentechnisch veränderten Pflanzen ändert, wenn diese dazu führen würden, dass die Lebensmittelpreise spürbar sinken. Verifizieren oder falsifizieren Sie diese Aussage, indem Sie eine Befragung in Ihrem Umfeld durchführen. Stellen Sie anschließend ihre Ergebnisse in der Klasse vor und diskutieren Sie diese!



VII. Quellennachweis

- [1] <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=en&item=116&year=2005> [letzter Aufruf 30.9.2010]
- [2] Jahresheft Agrarmärkte 2008, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der Ländlichen Räume (LEL)
- [3] <http://www.staerkeverband.de/html/zahlen.html> [letzter Aufruf am 28.08.09]
- [4] <http://www.biosicherheit.de/de/kartoffel/staerke/30.doku.html> [letzter Aufruf am 05.06.09]
- [5] Kempken, F.; Kempken, R. (2006): Gentechnik bei Pflanzen. Springer-Verlag, Berlin.
- [6] http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753824_1178716839823.htm [letzter Aufruf: 30.9.2010]
- [7] Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft: Hintergrundpapier Amflora. Abrufbar unter: <http://www.gentechnikfrei-nrw.de/fileadmin/download/Amflora.pdf> [letzter Aufruf 30.9.2010]
- [8] Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.)(2008): Pflanzen als Rohstoffe für die Zukunft. Neue Wege für die Landwirtschaft, Ernährung, Industrie und Energie. Bonn, Berlin. Abrufbar unter: http://www.bmbf.de/pub/rohstoff_pflanze.pdf [letzter Aufruf: 30.07.09]
- [9] Presseinformation der BASF Plant Science vom 24.9.2010: Ursache der Vermischung von Sätkekartoffeln aufgeklärt. Abrufbar unter: <http://basf.com/group/pressemitteilung/P-10-421> [letzter Aufruf 30.9.2010]
- [10] <http://www.fraunhofer.de/presse/presseinformationen/2009/12/super-kartoffel.jsp> [letzter Aufruf 30.9.2010]
- [11] <http://www.transgen.de/aktuell/1163.doku.html> [letzter Aufruf 25.8.2010]
- [12] <http://www.faz.net/s/RubD16E1F55D21144C4AE3F9DDF52B6E1D9/Doc~E1B058B3073E940C08313478DF3D23F83~ATpl~Ecommon~Scontent.html> [letzter Aufruf 25.8.2010]
- [13] Die ZEIT, 19. März 2009; Wissen, S. 33. Autor: Andreas Sentker (mit freundlicher Genehmigung des Autors)
- [15] DIE ZEIT, 02. April 2009, Autor: Prof. Friedhelm Taube (mit freundlicher Genehmigung des Autors)

VIII. Imperssum

- Text:**
- Hendrika van Waveren, Leibniz Universität Hannover, Institut für Biodidaktik
- Wiebke Rathje, Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzengenetik
- Neele Alfs, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Biologie- und Umweltwissenschaften
- Bildnachweis:**
- Titelbild, Abb 4, Abb 7-14: Wiebke Rathje, Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzengenetik:
- Abb 1-3: www.transgen.de:
- Abb.5: Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln
- Abb 6 : Neele Alfs, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften.
- Gestaltung:**
- Wiebke Rathje, Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzengenetik

