



Bescheid 6786-01-0131 / 42010.0131

**Zusammenfassung der Risikobewertung von gentechnisch verändertem Raps
(*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*. (Metzg.) Sinsk.) „Falcon GS 40/90“ und „Liberator
8/92-01“ im Rahmen eines Freisetzungsvorhabens,
durchgeführt von der deutschen zuständigen Behörde
Berlin, den 17. August 2001**

Der folgende Text fasst die Risikobewertung von gentechnisch veränderten Organismen zusammen, die für ein Freisetzungsvorhaben in Deutschland genutzt werden sollen. Der Text ist Bestandteil des Genehmigungsbescheids, der zu einem Antrag auf Genehmigung einer Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen nach der Richtlinie 2001/18/EG und dem deutschen Gentechnikgesetz (GenTG) erteilt worden ist. Der Bescheid wurde vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) als der in Deutschland nach dem Gentechnikrecht zuständigen Behörde ausgestellt und enthält die Abschnitte:

- I. Genehmigung
- II. Nebenbestimmungen
- III. Begründung
 - III.1. Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 16 GenTG
 - III.1.1. Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 16 Abs. 1 Nr. 1 GenTG
 - III.1.2. Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 16 Abs. 1 Nr. 3 GenTG
 - III.1.3. Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 16 Abs. 1 Nr. 2 GenTG
 - III.1.4. Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 16 Abs. 4 und 5 GenTG
 - III.2 Würdigung und Bescheid der Einwendungen
- IV. Kosten
- V. Rechtsbehelfsbelehrung

Nur der Bescheid ist rechtlich verbindlich. Der folgende Auszug umfasst das Kapitel III.1.2. des Bescheides und wurde für das Biosafety Clearing-House zusammengestellt.

III.1.2.1. Bewertung der durch die übertragenen Nukleinsäuresequenzen bewirkten Veränderungen in dem gentechnisch veränderten Raps

(a) Das synthetische *pat*-Gen

Das synthetische *pat*-Gen in dem gentechnisch veränderten Raps kodiert eine Phosphinothricin-Acetyltransferase (PAT). Das *pat*-Gen stammt ursprünglich aus *Streptomyces viridochromogenes*.

L-Phosphinothricin ist ein Glutaminsäure-Analogon und inhibiert die pflanzliche Glutaminsynthetase. Die Hemmung der Glutaminsynthetase hat durch die Akkumulation von Ammonium

den Zelltod zur Folge. Aus diesem Grund findet Phosphinothricin als Wirkstoff in dem nicht-selektiven Herbizid Basta® (bzw. Liberty®) Verwendung. Basta® enthält die Enantiomeren D- und L-Phosphinothricin im Verhältnis 1 : 1. D-Phosphinothricin wirkt nicht als Glutaminsynthetase-Hemmstoff.

In *S. viridochromogenes* wird zunächst das Tripeptid L-Phosphinothricyl-L-Alanyl-L-Alanin (Bialaphos) gebildet. Nach der Aufnahme von Bialaphos in Bakterienzellen wird L-Phosphinothricin durch Hydrolyse frei. L-Phosphinothricyl-L-Alanyl-L-Alanin und L-Phosphinothricin wirken antibiotisch, wobei das Tripeptid eine wesentlich höhere Wirkung zeigt, als L-Phosphinothricin. In der Human- und Veterinärmedizin haben beide Substanzen keine Bedeutung.

Im Unterschied zu nicht gentechnisch veränderten Pflanzen, die mit Basta® behandelt werden, wird in den gentechnisch veränderten Pflanzen das L-Phosphinothricin durch die Phosphinothricin-Acetyltransferase (PAT) acetyliert, wodurch N-Acetyl-L-Phosphinothricin entsteht, das keine herbizide Wirkung hat. Die gentechnisch veränderten Pflanzen sind dadurch tolerant gegenüber dem Herbizid Basta®. Die Substratspezifität der Phosphinothricin-Acetyltransferase ist hoch. Selbst das Phosphinothricin-Analogon Glutamat wird kaum umgesetzt. D-Phosphinothricin wird durch die Phosphinothricin-Acetyltransferase nicht metabolisiert.

Das nach der Behandlung mit Basta® in den gentechnisch veränderten Pflanzen gebildete N-Acetyl-L-Phosphinothricin wird aufgrund seiner guten Wasserlöslichkeit während des weiteren Pflanzenwachstums in den Pflanzen verteilt. Dabei findet durch die Zunahme der Biomasse eine Konzentrationsabnahme statt. Es gibt keine Hinweise, dass N-Acetyl-Phosphinothricin in den gentechnisch veränderten Pflanzen weiter metabolisiert wird.

Aus den auf dem Feld verbleibenden Teilen der gentechnisch veränderten Pflanzen gelangt das in diesen noch befindliche N-Acetyl-Phosphinothricin bei der Verrottung in den Boden und wird dort durch Mikroorganismen wieder in L-Phosphinothricin umgesetzt. D/L-Phosphinothricin wird im Boden, ebenfalls durch Mikroorganismen, abgebaut.

Nach den vorliegenden Daten weist N-Acetyl-L-Phosphinothricin eine deutlich geringere Toxizität als Phosphinothricin (= Wirkstoff des Herbizids Basta®) auf. Basta® ist von der Biologischen Bundesanstalt nach dem Pflanzenschutzgesetz zugelassen. Im Rahmen dieser Zulassung wurde auch eine toxikologische und ökotoxikologische Bewertung des Mittels und seiner Metabolite vorgenommen. Gefährdungen der Gesundheit von Menschen oder Tieren oder der Umwelt durch in dem gentechnisch veränderten Raps enthaltene Rückstände oder Metabolite des Herbizids Basta® sind aufgrund der toxikologischen und ökotoxikologischen Daten von Phosphinothricin und N-Acetyl-L-Phosphinothricin nicht zu erwarten.

Die kodierende Region des *pat*-Gens wurde aus der Aminosäuresequenz des PAT-Enzyms des Bodenbakteriums *Streptomyces viridochromogenes* Tü494 abgeleitet und chemisch synthetisiert. Das ursprüngliche Gen weist einen für diese Bakteriengruppe typischen hohen GC-Gehalt auf (70 %). Um eine effektive Expression des Gens in Pflanzen zu gewährleisten, wurden bei der Gen-Synthese Codons gewählt, die für Pflanzengene typisch sind. Eine Gefährdung aufgrund dieser Veränderung der Nukleinsäuresequenz ist nicht zu erwarten, da die Aminosäuresequenz des Genprodukts, des PAT-Enzyms, dadurch nicht verändert wird.

Schädliche Einwirkungen der in den gentechnisch veränderten Pflanzen enthaltenen Phosphinothricin-Acetyltransferase wären bei einem Verzehr von Pflanzenteilen durch Tiere oder Menschen ebenfalls nicht zu erwarten. Bei einer oralen Aufnahme wäre davon auszugehen, dass das Enzym ebenso wie Proteine im allgemeinen im Verdauungstrakt abgebaut würde. Das PAT-Protein besitzt keine der für allergene Proteine aus Nahrungsmitteln typischen Ei-

genschaften (Hitzestabilität, Stabilität im Verdauungstrakt) sowie keine Sequenzhomologie zu bekannten Allergenen.

(b) Bordersequenzen aus dem Ti-Plasmid pHoe6/Ac und Regulationssequenzen

Der gentechnisch veränderte Raps enthält Sequenzen der linken und rechten Borderregion des binären Ti-Plasmids pTiT37 und der rechten Borderregion des Ti-Plasmids pTiAch5. Die Plasmide stammen ursprünglich aus *Agrobacterium tumefaciens*. Abhängig von den Genprodukten der *vir*-Region eines der in den zur Transformation verwendeten *Agrobacterium*-Stämmen vorhandenen Helferplasmide, die nicht in die Pflanzen übertragen wurden, bewirkten diese Sequenzen die Integration der zwischen den Borderregionen liegenden Gene in Chromosomen des Rapses. Diese Borderregionen der Ti-Plasmide sind in dem gentechnisch veränderten Raps funktionslos und lassen keine Veränderungen in den Pflanzen erwarten.

In die Rapstransformanten „Falcon GS 40/90“ und „Liberator 8/92-01“ wurden als Regulationselemente der 35S-Promotor und das –Terminationssignal des CaMV übertragen. Die Promotor- und Terminatorsequenzen regeln die Expression der zwischen ihnen liegenden kodierenden Sequenzen in den gentechnisch veränderten Rapspflanzen. Ausführungen zu den Auswirkungen der Bildung dieser Enzyme in den gentechnisch veränderten Rapspflanzen finden sich unter III.1.2.1 (a) bis (c).

(c) Außerhalb der T-DNA gelegene Sequenzen

In der Regel werden bei Transformationen mit Hilfe von Agrobakterien nur die innerhalb der Borderregionen liegenden Sequenzen des verwendeten binären Vektors ins Pflanzengenom integriert. Eine Übertragung von Sequenzen jenseits der Borderregionen wurde jedoch im Einzelfall berichtet.

Für die beiden Rapslinien „Falcon GS40/90“ und „Liberator 8/92-01“ und daraus durch herkömmliche Züchtung abgeleitete Linien wurden 1996 bzw. 1998 von der Firma AgrEvo GmbH in Deutschland Anträge auf Genehmigung des Inverkehrbringens gestellt (Anmeldungen C/DE/96/05 und C/DE/98/06). Das RKI hat in seinen Stellungnahmen das Inverkehrbringen dieser Pflanzen befürwortet. Über die Anträge wurde im EU-Verfahren bisher nicht abschließend entschieden.

In den genannten Anmeldungen wurden detaillierte Ergebnisse zur Charakterisierung der in die Rapslinien „Falcon GS40/90“ bzw. „Liberator 8/92-01“ eingeführten DNA-Abschnitte sowie Daten zur Expression der übertragenen Gene vorgelegt. Es wurde festgestellt, dass bei den Transformationen keine Sequenzen außerhalb der Borderregionen der Vektoren übertragen wurden.

(d) Positionseffekte und Kontextänderungen; Allergenität

Die Expressionsstärke von Genen, die mittels gentechnischer Methoden in das Genom von Pflanzen integriert werden, ist abhängig vom Insertionsort im Chromosom bzw. von der Umgebung des Insertionsorts ("Positionseffekt"). Unter Freilandbedingungen kann die Expressionsstärke zudem durch Umwelteinflüsse, z. B. durch die Temperatur, beeinflusst werden. Im vorliegenden Fall könnte dies dazu führen, dass die gentechnisch veränderten Pflanzen im Freiland nicht in gleichem Maß tolerant gegenüber Glufosinat-Ammonium sind wie unter Klimakammer- oder Gewächshausbedingungen. Dies könnte bei Anwendung von Glufosinat-Ammonium zu einer Schädigung der gentechnisch veränderten Pflanzen führen. Risiken für die Umwelt oder die Gesundheit von Menschen oder Tieren sind daraus nicht abzuleiten.

Durch die Insertion der Fremdgene kann es zu Beeinflussungen der Expression oder Regulation pflanzeigener Gene am bzw. in der Nähe des Insertionsorts kommen. Beeinflussungen pflanzlicher Stoffwechselwege durch solche Vorgänge sind möglich. Während der Vermehrung der gentechnisch veränderten Pflanzen im Gewächshaus und bei zahlreichen Freisetzungen mit diesen gentechnisch veränderten Pflanzen in Deutschland und im Ausland wurden jedoch keine Beobachtungen gemacht, die auf ein solches Ereignis hindeuten.

Bewegliche genetische Elemente (transponierbare Elemente), die durch Transposition im Genom Effekte auf am Zielort vorhandene Pflanzengene ausüben können, kommen natürlicherweise in Pflanzen vor. Inaktivierungen von Genen bzw. Änderungen der Regulation von Genen treten auch durch eine Reihe weiterer natürlicher Vorgänge, z. B. Punktmutationen, Deletionen oder Translokationen, auf und werden üblicherweise in der Pflanzenzüchtung genutzt. Eine mögliche Beeinflussung pflanzlicher Stoffwechselwege durch solche Ereignisse ist daher jederzeit auch in nicht gentechnisch veränderten Pflanzen möglich. Insofern unterscheiden sich die hier freizusetzenden gentechnisch veränderten Pflanzen in ihren diesbezüglichen Eigenschaften grundsätzlich nicht von nicht gentechnisch veränderten Pflanzen.

Es ist beim gegenwärtigen Kenntnisstand nicht möglich, aus der Aminosäuresequenz eines Proteins Vorhersagen über eine mögliche allergene Wirkung des Proteins zu machen. Aus den bisherigen Versuchen mit dem gentechnisch veränderten Raps in Gewächshäusern sowie aus Freisetzungen im In- und Ausland liegen keine Hinweise auf eine erhöhte Allergenität der Pollen dieser Pflanzen vor.

Mit den gentechnisch veränderten Pflanzen, die auf „Falcon GS40/90“ bzw. „Liberator 8/92-01“ zurückgehen, wurden in Deutschland seit 1994 eine Vielzahl von Freisetzungen durchgeführt. Aus den bisherigen Freisetzungen mit den genannten Pflanzen ergaben sich keine Hinweise auf eine erhöhte Allergenität oder auf andere schädliche Einwirkungen der Pflanzen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt.

Raffiniertes Öl aus gentechnisch verändertem Raps, der auf die beiden Transformationsergebnisse Falcon GS40/90 bzw. Liberator 8/92-01 zurückgeht, ist seit Oktober 1999 bei der Europäischen Kommission als neuartiges Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutat angemeldet.

III.1.2.2. Bewertung der Fähigkeit der gentechnisch veränderten Rapspflanzen, im Freiland zu überdauern oder sich zu etablieren

Sommerraps ist eine einjährige Pflanze, Winterraps ist eine überjährige Pflanze. Nach der generativen Phase stirbt die Pflanze ab, nur aus den gebildeten Samen können neue Pflanzen entstehen. Rapssamen können, wenn sie in tiefere Bodenschichten gelangen und eine sekundäre Keimruhe eintritt, im Boden mehr als 10 Jahre überdauern. Eine Überdauerung von Samen der gentechnisch veränderten Rapspflanzen kann dadurch minimiert werden, dass jeweils im Anschluss an die Ernte ausgefallene Samen noch während der gleichen Vegetationsperiode zur Keimung gelangen. Die daraus auflaufenden Pflanzen können leicht zerstört werden.

Die im vorliegenden Vorhaben beschriebenen Bodenbearbeitungsmaßnahmen wurden in Anlehnung an die gängige landwirtschaftliche Praxis gewählt, um die Überdauerungsfähigkeit der gentechnisch veränderten Rapssamen unter dem Einfluss von praxisrelevanten Bodenbearbeitungsregimes untersuchen zu können. Dazu ist z. T. vorgesehen, transgene Rapssamen in Mengen auf der Freisetzungsfäche auszubringen oder zu belassen, die deutlich über der praxisüblichen Aussaatmenge liegen, und direkt nach dem Ausbringen den Bo-

den auf verschiedene Arten zu bearbeiten. Es sind auch tiefe Pflugfurchen zur Folgefrucht vorgesehen. Es ist deshalb zu erwarten, dass in einzelnen Versuchsgliedern größere Mengen Rapssamen in tiefere Bodenschichten eingebracht werden. Dort können sie eine sekundäre Keimruhe einlegen und überdauern. Durch die in den Folgejahren vorzunehmenden Bodenbearbeitungen ist zu erwarten, dass die tiefer eingearbeiteten Rapssamen nach und nach an die Oberfläche gelangen, wo sie keimen können.

Für den Versuch 2 (V2) sollen in Nylonsäckchen eingenähte Rapssamen im Sommer auf der Freisetzungsfäche eingegraben und im folgenden Frühjahr wieder aus dem Boden entnommen werden. Sofern es nicht zur Zerstörungen der Nylonsäckchen kommt (z. B. durch Mäusefraß) kann erwartet werden, dass die Rapssamen verlustfrei aus dem Boden entfernt werden.

Nach Durchführung der geplanten Maßnahmen im Boden verbliebene Rapssamen gelangen im Verlauf der vorgesehenen Nutzung für den landwirtschaftlichen (Versuchs-)Anbau durch Bodenbearbeitung wieder in die Nähe der Bodenoberfläche und können keimen. Die daraus entstehenden Pflanzen werden durch die nach Versuchsende durchzuführende Nachkontrolle erfasst und zerstört. Gemäß Nebenbestimmung II.10. ist auf der Versuchsfläche nach Versuchsende fünf Jahre lang kein Raps anzubauen. Die Fläche ist während dieser Zeit auf nachwachsenden gentechnisch veränderten Raps zu kontrollieren. Falls im letzten Jahr der Nachkontrolle noch gentechnisch veränderte Rapspflanzen auf der kontrollierten Fläche nachwachsen, so sind die Anbaupause und die Nachkontrolle um jeweils ein Jahr zu verlängern.

Einzelne gentechnisch veränderte Rapssämlinge, die außerhalb der Versuchsflächen oder nach Ablauf der Nachkontrolle auf den Versuchsflächen auflaufen könnten, stellen unter Mitberücksichtigung der eingeführten Gene weder bezüglich einer Pollenübertragung auf andere Pflanzen noch bezüglich einer Verwilderung ein Risiko im Sinne des GenTG dar (siehe III.1.2.3.). Auch die Möglichkeit des Verzehrs von Rapsöl, das aus Samen von Pflanzen gewonnen wurde, die von Pollen der gentechnisch veränderten Pflanzen bestäubt wurden, stellt kein Risiko im Sinne des GenTG dar. Raffiniertes Rapsöl aus den beiden gentechnisch veränderten Rapslinien ist seit Oktober 1999 bei der Europäischen Union als neuartiges Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutat angemeldet.

Raps kommt - außerhalb des landwirtschaftlichen Anbaus - nur auf bzw. in der Nachbarschaft zu Anbauflächen, z. B. auf Wegrändern und Ruderalflächen, als Unkraut vor. In natürlichen, intakten Pflanzengesellschaften kann sich Raps nicht etablieren.

Es ist nicht davon auszugehen, dass der gentechnisch veränderte Raps durch die eingebrachten Gene veränderte pflanzensoziologische Eigenschaften entwickelt und andere Biotope besiedeln kann. Einen Selektionsvorteil besitzen dieser Raps gegenüber anderen Pflanzen nur dort, wo Glufosinat-Ammonium als Herbizidwirkstoff zur Anwendung kommt. Versuche in Großbritannien mit gentechnisch verändertem, herbizidtolerantem Raps bestätigten, dass sich weder die gentechnisch veränderten Pflanzen noch die nicht gentechnisch veränderten Kontrollpflanzen an natürlichen Standorten etablieren konnten.

Deshalb ist auch im Falle des noch vereinzelt auftretenden Auflaufens gentechnisch veränderter Rapssämlinge und eventuell möglicher Pollenübertragung auf nicht gentechnisch veränderte

Pflanzen eine dauerhafte Verbreitung des gentechnisch veränderten Raps nicht zu erwarten; schädigende Einwirkungen auf Ökosysteme sind ebenso wenig zu erwarten.

III.1.2.3. Bewertung der Möglichkeit einer Übertragung der eingeführten Gene von den gentechnisch veränderten Rapspflanzen durch Pollen auf andere Pflanzen

Innerhalb von Rapsbeständen findet zu etwa zwei Dritteln Selbstbestäubung und zu etwa einem Drittel Fremdbestäubung statt. Dieser Rapspollen wird vorwiegend durch Insekten und über geringere Entfernungen auch durch den Wind verbreitet.

Die Antragstellerin hat die Lage der Versuchsfläche auf dem Ihinger Hof so gewählt, dass zu benachbarten Rapsbeständen ein Abstand von 200 m eingehalten werden kann. Gemäß der Nebenbestimmung II.8. ist an diesem Standort der vorgesehene Abstand von 200 m zu Raps, der für den menschlichen Konsum genutzt wird, auch auf die Verwendung als Tierfutter auszuweiten. Zusätzlich sind gemäß der Nebenbestimmung II.7. in einem Bereich von 100 m um die Versuchsflächen, auf denen gentechnisch veränderter Raps zur Blüte gelangt, vorkommende *Brassica napus*- und *Brassica campestris*-Pflanzen inklusive ihrer Ruderal- und Wildformen vor der Samenreife zu entfernen bzw. zu vernichten.

Am Standort Wendhausen ist vorgesehen, eine Fläche von 50 m Breite um die eigentlichen Freisetzungsfelder herum mit nicht gentechnisch verändertem Raps zu bestellen und diesen Raps nach der Blüte durch Mulchen zu zerstören. Weitere Isolationsmaßnahmen sind von der Antragstellerin nicht vorgesehen.

Eine Mantelsaat und Abstände zu weiteren Rapsbeständen sind geeignet, den Austrag von Pollen aus einer Versuchsfläche deutlich zu reduzieren. Es ist davon auszugehen, dass Rapspollen durch Wind oder Insekten nur in geringem Umfang über den umgebenden Rapsbestand von 50 m Breite oder über den Abstand von 200 m zu möglichen weiteren Rapsbeständen hinausgetragen werden kann.

Es ist nicht auszuschließen, dass in der Umgebung der Freisetzungsfelder Raps aus selbstgeerntetem Saatgut als Zwischenfrucht zur Gründüngung oder zur Grünfütterproduktion nachgebaut wird. Bei dieser Art des einmaligen Nachbaus kommen die Pflanzen in der Regel nicht zur Blüte. Eine Erzeugung und Verbreitung von gentechnisch verändertem Saatgut kann auf diese Weise daher nicht erfolgen.

Die Folge einer Befruchtung einzelner Blüten von nicht gentechnisch verändertem Raps und eines einmaligen Nachbaus dieses Rapses wäre das vorübergehende Vorkommen einzelner Glufosinat-toleranter Rapspflanzen in der Umgebung der Freisetzungsfelder. Da die eingebrachten Gene den Pflanzen ohne Anwendung von Glufosinat keinen Selektionsvorteil verleihen, sind Risiken für die Umwelt oder die Landwirtschaft daraus nicht abzuleiten. Bei der Gewinnung von Rapsöl (z. B. auch für Nahrungsmittel) aus Samen, die durch Bestäubung einzelner Rapsblüten mit Pollen der gentechnisch veränderten Rapspflanzen hervorgegangen sein könnten, würde das PAT-Protein zusammen mit den übrigen Proteinen vom Öl getrennt. Das Protein würde in dem Pressrückstand, dem sog. "Ölkuchen", verbleiben, der als Viehfutter verwendet wird.

Zur gleichen Art wie der Raps gehört die Kohlrübe (*B. napus* var. *napobrassica*). Es ist davon auszugehen, dass Raps und Kohlrübe miteinander kreuzbar sind.

Bei der Kohlrübe handelt es sich um eine zweijährige Pflanze, die im ersten Jahr eine Hypokotylknolle ausbildet, jedoch erst im zweiten Jahr blüht. Bei einem Anbau für den Verkauf und Verzehr werden die Pflanzen im ersten Jahr geerntet. Eine Befruchtung mit Pollen von gentechnisch verändertem Raps wäre dann möglich, wenn Kohlrüben zum Zwecke der Saatgutgewinnung (z. B. für den Eigenbedarf) zum Blühen gebracht würden. Kohlrüben und Raps sind, obwohl sie zur gleichen Art gehören, morphologisch deutlich verschieden (Raps bildet keine Hypokotylknolle aus). Es ist davon auszugehen, dass Bastarde aus der Befruchtung von Kohlrüben durch Rapspollen in ihrem Erscheinungsbild von Kohlrüben deutlich verschieden wären. Da untypische Pflanzen nicht zur weiteren Vermehrung von Kohlrüben herangezogen würden, ist nicht zu erwarten, dass gentechnisch veränderte Bastarde zum Verzehr kommen oder für eine weitere Saatgutproduktion genutzt würden.

Es gibt unter den Brassicaceen mehrere Arten, die mit Raps eng verwandt sind; diese kommen als mögliche Kreuzungspartner in Betracht. Raps (*B. napus*) ist ein Bastard aus Rübsen (*B. rapa*) und Kohl (*B. oleracea*) und deshalb - mit den nachfolgend genannten Einschränkungen - mit diesen Arten prinzipiell kreuzbar.

Hybride aus *B. napus* und *B. oleracea* konnten experimentell erzeugt werden, indem Embryonen aus den Samenanlagen herauspräpariert und auf Nährmedien zu Pflanzen regeneriert werden ("embryo rescue"). Ein spontanes Entstehen solcher Hybriden unter Freilandbedingungen wurde bisher jedoch nicht beobachtet.

Rübsen (*B. rapa* ssp. *oleifera*) wird als Kulturpflanze zur Ölgewinnung und als Zwischenfrucht angebaut und kommt außerhalb des Anbaus verwildert an vom Menschen beeinflussten Standorten (Ruderalstandorte, Wegränder, Feldränder) vor. Bastarde aus *B. napus* x *B. rapa* treten sporadisch in Rapsfeldern auf, wenn bei der Vermehrung des Rapssaatguts eine Befruchtung mit Pollen von *B. rapa* stattgefunden hat.

Bezüglich der möglichen Folgen der Befruchtung von einzelnen Blüten nicht gentechnisch veränderter Rübsen gelten die oben genannten Ausführungen zum Raps entsprechend. Hinzu kommt, dass die Fertilität primärer Bastarde aus *B. rapa* und *B. napus* in der Regel eingeschränkt ist. Sie sind anorthoploid und durch eine starke Funktionsreduktion der Gameten infolge unregelmäßiger meiotischer Verteilung der Chromosomen gekennzeichnet. Nachkommen aus solchen Gameten sind aneuploid, in der Regel schwachwüchsig und besitzen wiederum eine geringe Fertilität.

Als Kreuzungspartner für Raps sind einige weitere Brassicaceen in Betracht zu ziehen, wie Sarepta-Senf (*Brassica juncea*), Schwarzer Senf (*Brassica nigra*), Weißer Senf (*Sinapis alba*), Ackersenf (*S. arvensis*), Retticharten (*Raphanus sativus*), Hederich (*R. raphanistrum*) und Grauer Bastardsenf (*Hirschfeldia incana*). Aufgrund der geringen Chromosomenhomologie dieser Pflanzenarten mit Raps treffen für Bastarde dieser Pflanzen mit Raps die oben für *B. rapa* und *B. oleracea* gemachten Aussagen in noch stärkerem Maß zu. Eine Ausnahme bilden lediglich amphidiploide Hybride, die bei der experimentellen Kreuzung von Raps mit verwandten Brassicaceen erhalten werden. Diese Hybride, die wahrscheinlich aus unreduzierten Gameten der Elternpflanzen hervorgehen, weisen eine nur leicht eingeschränkte

Pollenfertilität auf. Auch wenn es vereinzelt zu Hybridisierungen zwischen den gentechnisch veränderten Rapspflanzen und diesen Brassicaceen kommen sollte, lässt dies wegen der geringen Wahrscheinlichkeit keine Ausbreitung des gentechnisch übertragenen Erbmaterials in Wildpflanzenpopulationen befürchten.

Für alle theoretisch möglichen Hybriden aus den gentechnisch veränderten Pflanzen und nicht gentechnisch veränderten Kultur- oder Wildpflanzen gilt, dass das eingebrachte Gen den Pflanzen nur bei Anwendung Glufosinat-haltiger Herbizide einen Selektionsvorteil verleihen würden. Die Befürchtung der unbeabsichtigten Verbreitung solcher Pflanzen ist daraus jedoch nicht abzuleiten.

III.1.2.4. Bewertung der Möglichkeit einer Übertragung des eingeführten Fremdgens von dem gentechnisch veränderten Raps über horizontalen Gentransfer auf Mikroorganismen

Die eingeführten Sequenzen wurden im Zuge der Transformation in Chromosomen der Empfängerorganismen integriert. Untersuchungen zur Transformationsfähigkeit von Bodenbakterien unter natürlichen Bedingungen lassen folgern, dass auch eine Übertragung pflanzlichen genetischen Materials auf Bodenbakterien prinzipiell möglich sein kann, wenngleich davon auszugehen ist, dass ein solcher Gentransfer ein sehr seltenes Ereignis darstellen würde.

Soweit anzunehmen ist, dass ein genetischer Austausch zwischen taxonomisch so weit voneinander entfernten Organismen wie Samenpflanzen und Bakterien tatsächlich stattfindet, wäre zu folgern, dass das Vorkommen eines solchen Austauschs von heterologem Erbmateriale allein betrachtet kein Sicherheitskriterium sein kann, da als Folge eines solchen Austauschs immer die Aufnahme von jedwedem heterologem Erbmateriale, also jedweder pflanzlicher DNA, möglich wäre.

Die Inaktivierung von Phosphinothricin durch Acetylierung ist ein bei Bodenmikroorganismen natürlicherweise vorkommender Prozess. Bakterien mit einer entsprechenden Resistenz sind in der Umwelt verbreitet. Diese Resistenz kann sich also auch durch horizontalen Gentransfer von nicht gentechnisch veränderten Mikroorganismen ausbreiten. Selbst im Falle eines Transfers des *pat*-Gens von den gentechnisch veränderten Pflanzen in Mikroorganismen würde die Gesamtfrequenz dieser Resistenz in der Umwelt nicht erkennbar erhöht.

Auch bei einer Übertragung der in den Konstrukten verwendeten Regulationssequenzen ist eine Erhöhung der Gesamtfrequenz der entsprechenden DNA-Sequenzen nicht zu befürchten. Diese Regulationssequenzen stammen aus Cauliflower Mosaic Virus, einem pflanzeninfizierenden, doppelsträngigen DNA-Virus.

III.1.2.5. Zur Erzeugung der gentechnisch veränderten Rapspflanzen eingesetzte Agrobakterien

Zur Erzeugung der gentechnisch veränderten Rapspflanzen wurden Agrobakterien verwandt, die die zu übertragenden Gene zwischen den Borderregionen des binären Vektorplasmids pHoe6/Ac enthielten. Die verwendeten Agrobakterien sind, im Gegensatz zu den weit verbreiteten Wildformen von *A. tumefaciens*, "disarmed" ("entwaffnet"), d. h. nicht mehr zur Tumorerkrankung befähigt. Nach erfolgter Transformation wird in der Regel zur Eliminierung der Agrobakterien eine Antibiotikabehandlung durchgeführt.

Das zur Freisetzung vorgesehene Saatgut wurde durch generative Vermehrung über mehrere Generationen erzeugt. Durch diese generativen Phasen sind ggf. nach der Antibiotikabehandlung noch verbliebene Agrobakterien aus den gentechnisch veränderten Rapslinien entfernt worden.