

# **Pflanzenbiotechnologie: Potenzial zur Verbesserung des Pflanzenschutzes in der europäischen Landwirtschaft**

---

**Eine Zusammenfassung von drei Fallstudien  
Juni 2003**

**Leonard Gianessi  
Sujatha Sankula  
Nathan Reigner**



The National Center for Food and Agricultural Policy  
1616 P Street, NW Suite 100  
Washington, DC 20036

Vollständiger Bericht: [www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)

## **Inhalt**

Einleitung.....	2
Methodik.....	2
Wichtigste Erkenntnisse.....	3
Fallstudie: Insektenresistenter Mais.....	4
Fallstudie: Herbizidtolerante Zuckerrübe .....	5
Fallstudie: Pilzresistente Kartoffel.....	6
Schlussfolgerungen.....	7
Referenzen .....	8
Danksagung.....	9

Diese Zusammenfassung ist die erste Veröffentlichung im Rahmen eines Forschungsprojekts, nach dessen Abschluss insgesamt 15 Fallstudien für Europa vorliegen werden. Die übrigen zwölf Fallstudien werden in regelmäßigen Abständen im Laufe des nächsten Jahres veröffentlicht. Der umfassende Abschlussbericht wird im Juni 2004 herausgegeben und folgende Themen behandeln:

- Mais-Insektenresistenz
- Zuckerrüben-Herbizidtoleranz
- Kartoffel-Pilzresistenz
- Tomaten-Virusresistenz
- Steinobst-Virusresistenz
- Weizen-Pilzresistenz
- Baumwolle-Insektenresistenz
- Baumwolle-Herbizidtoleranz
- Raps-Herbizidtoleranz
- Reis-Insektenresistenz
- Reis-Herbizidtoleranz
- Mais-Herbizidtoleranz
- Weizen-Herbizidtoleranz
- Kartoffel-Insektenresistenz
- Zitrusfrucht-Virusresistenz

### **Umrechnungsfaktoren**

2,47 Acres = 1 Hektar

2,2 Pfund = 1 Kilogramm

## **Einleitung**

Der Einsatz der Biotechnologie im Pflanzenbau war im vergangenen Jahrzehnt Gegenstand ausführlicher Diskussionen. Während in den USA auf Millionen Hektar gentechnisch veränderte Nutzpflanzen wachsen, werden in Europa nur in Spanien biotechnologisch veränderte Sorten angebaut und vermarktet. Die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten beraten über vielfältige Rechtsvorschriften für die Biotechnologie, während für die Genehmigung neuer transgener Sorten ein Moratorium gilt. Die potenziellen Auswirkungen eines Anbaus gentechnisch veränderter Feldfrüchte in Europa sind somit nach wie vor offen.

Zwar gibt es wissenschaftliche Untersuchungen über die möglichen Auswirkungen einzelner transgener Kulturpflanzenarten in speziellen Ländern. Eine Studie, die mit schlüssigen Methoden die Folgen einer Einführung verschiedener biotechnisch entwickelter Nutzpflanzen für ganz Europa analysiert, stand bislang jedoch aus.

Im Jahr 2002 veröffentlichte das *National Center for Food and Agricultural Policy (NCFAP)* eine Studie zu den gegenwärtigen und zu erwartenden Auswirkungen der Biotechnologie in den Vereinigten Staaten. Die Untersuchung basierte auf 40 Fallstudien zur Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen in 47 Bundesstaaten. Sie richtete sich schwerpunktmäßig auf transgene Nutzpflanzen, die einer besseren Bekämpfung von Unkräutern, Schadinsekten und Pflanzenkrankheiten dienen. Europa wird weitgehend von den gleichen Pflanzenschädlingen heimgesucht, so dass auch hier Forscher an biotechnologischen Lösungen zur Verbesserung des Pflanzenschutzes arbeiten.

Im Herbst 2002 und Frühjahr 2003 erhielt das NCFAP finanzielle Mittel von Monsanto, Syngenta und BIO, um die potenziellen Auswirkungen gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die europäische Landwirtschaft zu bewerten. Die bewährte Methodik des NCFAP und seine engen Kontakte zu Forschern in Europa machten das NCFAP zur Idealbesetzung für die Durchführung der ersten umfassenden Untersuchung über die möglichen Auswirkungen der Biotechnologie auf die europäische Landwirtschaft.

## **Methodik**

In der europäischen Studie wird die gleiche Methodik angewandt, auf der das NCFAP seine Untersuchung in den USA stützt (vgl. [www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)). In die Auswahl gelangten solche gentechnisch veränderten Nutzpflanzen, für die zumindest erste Ergebnisse über ihre Eigenschaften zur Schädlingsbekämpfung in Europa vorliegen. Zu jeder Fallstudie überprüfte das NCFAP die einschlägige wissenschaftliche Literatur, Internetseiten und Angaben von Hochschul- und staatlichen Forschungseinrichtungen. Auf Anfrage des NCFAPs stellten europäische Wissenschaftler, die transgene Nutzpflanzen erproben, Zusammenfassungen ihrer Arbeiten zur Verfügung. Das NCFAP bewertete kulturpflanzen-spezifisch die Menge der derzeit eingesetzten Pflanzenschutzmittel, Ertragsverluste und die Kosten für die notwendigen Pflanzenschutzmaßnahmen in mehreren Ländern. Anhand eines Vergleichs der Erzeugerkosten wurde bezogen auf die Anbaufläche das Marktpotential der transgenen Nutzpflanzen geschätzt.

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse basierte auf drei Variablen: geschätzte Ertragsänderung, Veränderung der Produktionsmenge und Veränderung der Produktionskosten. Hieraus wurden die Auswirkungen auf die Nettoeinkommen errechnet. Die Veränderungen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wurden ebenfalls ermittelt. Schriftliche Analysen der Fallstudien wurden externen Kritikern zur Kommentierung vorgelegt. Die Bemerkungen der Kritiker wurden in die Fallstudien aufgenommen.

## Wichtigste Erkenntnisse

Eine breite Nutzung der Pflanzenbiotechnologie im Anbau von Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln in Europa würde zu erheblichen Ertragssteigerungen, niedrigeren Erzeugerkosten und einer Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln führen. Würden die genannten transgenen Nutzpflanzen den derzeitigen konventionellen Anbau ersetzen, so würde die Erntemenge insgesamt um 7,8 Millionen Tonnen sowie das Nettoeinkommen der Erzeuger um 1 Milliarde Euro pro Jahr steigen und gleichzeitig der Pflanzenschutzmitteleinsatz um 9,8 Millionen Kilogramm zurückgehen. Die größte Ertragssteigerung wäre bei Zuckerrüben (+5 Millionen Tonnen) zu erwarten, während die deutlichste Rückgang von Pflanzenschutzmittelanwendungen (- 7,5 Millionen Kilogramm) und die größte Einkommenssteigerung (+ 417 Millionen Euro) bei Kartoffeln erreicht würden. Die Anbaufläche wäre auf über 1 Million Hektar pro Kulturpflanzenart anzusetzen.

Die potenziellen Auswirkungen wurden für verschiedene Länder analysiert. Vier Länder wurden in die Fallstudie für den Maisanbau einbezogen, acht Länder in die Zuckerrüben-Studie und zwölf in die Untersuchung zum Kartoffelanbau. Frankreich und Deutschland würden den größten wirtschaftlichen Nutzen erzielen; die Erzeuger würden in jedem der beiden Länder über 200 Millionen Euro mehr verdienen. Der Pflanzenschutzmitteleinsatz würde in Frankreich, Deutschland, Großbritannien und den Niederlanden um mehr als 1 Million Kilogramm zurückgehen.

**Tabelle 1: Potenzielle Auswirkungen nach Nutzpflanzen**

Kulturart	Eigenschaft	Anbau (1.000 Hektar)	Effekt auf Pflanzenschutz (1.000 kg)	Ertragseffekt (Mio. Tonnen)	Einkommenseffekt (Mio. Euro)
Mais	Insektenresistenz	1.599	-53	+1,899	+249
Zuckerrübe	Herbizidtoleranz	1.688	-2.208	+5,050	+390
Kartoffel	Pilzresistenz	1.164	-7.513	+0,858	+417
<b>Gesamt</b>		<b>4.451</b>	<b>-9.774</b>	<b>+7,807</b>	<b>+1.056</b>

**Tabelle 2: Potenzielle Auswirkungen nach EU-Mitgliedstaat**

	Anbau (1.000 Hektar)	Effekt Pflanzenschutz (1.000 kg)	Ertragseffekt (Mio. Tonnen)	Einkommens- effekt (Mio. Euro)
Österreich	23	-110	+0,014	+6
Belgien	160	-751	+0,351	+60
Dänemark	98	-386	+0,181	+29
Finnland	30	-144	+0,15	+8
Frankreich	1.364	-1.620	+2,579	+265
Deutschland	842	-2.783	+1,711	+219
Irland	14	-108	+0,009	+5
Italien	874	-547	+1,196	+155
Niederlande	272	-1.362	+0,490	+114
Spanien	406	-317	+0,663	+74
Schweden	32	-154	+0,018	+12
Großbritannien	336	-1.492	+0,580	+109
<b>Gesamt</b>	<b>4.451</b>	<b>-9.774</b>	<b>+7,807</b>	<b>+1 056</b>

## **Fallstudie: Insektenresistenter Mais**

Mais ist die domestizierte Form einer ursprünglich aus Mexiko stammenden Wildgrasart. Forschungsreisende brachten Maissaat einst nach Spanien mit, von wo aus sich die Pflanze in ganz Europa verbreitete.

Die europäischen Landwirte produzieren jährlich auf einer Fläche von rund 4,0 Millionen Hektar etwa 40 Millionen Tonnen Mais im Wert von 5,3 Milliarden Euro. Vier Länder (Italien, Frankreich, Spanien und Deutschland) stellen 88 Prozent der EU-Maisproduktion. Unter den Insektenschädlingen, die Mais befallen, sind in Europa zwei Arten von besonderer Bedeutung: der europäische und der mediterrane Maiszünsler. Bei einem Befall durch den Maiszünsler geht das Pflanzenwachstum zurück, die Korngröße schrumpft und es kommt zu Ernteverlusten. Sekundäre Infektionen durch Pilze und Bakterien sind weitere Risiken in Verbindung mit einem Maiszünslerbefall. Untersuchungen in Frankreich haben ergeben, dass durch den Maiszünsler bis zu 15 Prozent der Ernte verloren gehen können, während die Verluste in Spanien bis zu 30 Prozent betragen. Die Bekämpfung des Maiszünslers ist äußerst schwierig. Sobald die Larven den Stängel angebohrt haben und in der Pflanze sind, lassen sie sich mit Insektiziden nicht mehr bekämpfen. Derzeit werden nur 32 Prozent der vom Maiszünsler bedrohten Anbauflächen in Europa mit Insektiziden behandelt. Schätzungen gehen davon aus, dass in der Europäischen Union jährlich rund 5 Prozent der Maisproduktion durch den unkontrollierten Befall mit dem Schadinsekt verloren gehen.

Mit biotechnologischen Verfahren wurde so genannter Bt-Mais entwickelt, der sich dank eines Gens aus einem Bodenbakterium selbst vor dem Maiszünsler schützt. Der Anbau von Bt-Mais ist in Europa seit den neunziger Jahren zugelassen. Europäische Studien zeigen, dass der Maiszünsler in Bt-Maisfeldern so gut wie keinen Schaden verursacht. Die Bt-Maisernte lag stets 15 Prozent über der konventioneller, mit Insektiziden behandelten Vergleichsflächen. Die Untersuchungen ergaben auch, dass Bt-Maissorten gegenüber konventionellen Sorten deutlich weniger Pilzgifte (Mykotoxine) enthalten.

Aufgrund einer freiwilligen Vereinbarung wird Bt-Mais in Europa derzeit nur auf 25.000 Hektar in Spanien angebaut. Eine dort vor kurzem durchgeführte Studie zeigte, dass der Einsatz von Bt-Mais die Ertragsleistung um 13 Prozent verbesserte. In Tabelle 3 werden die potenziellen Auswirkungen eines Bt-Anbaus in Europa auf Anbauflächen mit starkem Schädlingsdruck geschätzt. Dabei wird davon ausgegangen, dass Bt-Mais auf 1,6 Millionen Hektar oder etwa 41 % der Fläche angebaut wird. Durch Bt-Mais würde der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um 53.000 Kilogramm sinken. Die Maisproduktion würde durch eine effektivere Bekämpfung des Maiszünslers um 1,9 Millionen Tonnen steigen. Nach Abzug der Technologiegebühren würde das Einkommen der Landwirte durch den höhere Produktionsmenge und die niedrigeren Pflanzenschutzkosten voraussichtlich um 249 Millionen Euro erhöhen.

**Tabelle 3: Potenzielle Auswirkungen von insektenresistentem Mais**

	<b>Anbau (1.000 Hektar)</b>	<b>Effekt Pflanzenschutz (1.000 kg)</b>	<b>Ertragseffekt (Mio. Tonnen)</b>	<b>Einkommens- effekt (Mio. Euro)</b>
Frankreich	765	-6	+0,857	+101
Italien	554	-1	+0,607	+107
Spanien	181	-45	+0,254	+28
Deutschland	99	-1	+0,181	+13
<b>Gesamt</b>	<b>1 599</b>	<b>-53</b>	<b>+1,899</b>	<b>+249</b>



## **Fallstudie: Herbizidtolerante Zuckerrübe**

Seit dem Jahr 1747, als ein deutscher Wissenschaftler erstmals Kristallzucker aus der Wurzel der Zuckerrübe extrahierte, ist die Pflanze eine wichtige Quelle für raffinierten Zucker. Der ausgedehnte Zuckerrübenanbau auf dem europäischen Festland begann während der Napoleonischen Kriege, als die britische Marine die französischen Häfen blockierte, um die Einfuhr von Zuckerrohr zu verhindern. Bis 1880 waren Zuckerrüben der wichtigste Grundstoff für die Zuckergewinnung in Europa. Heute werden Zuckerrüben in der Europäischen Union auf einer Fläche von 1,6 Millionen Hektar angebaut. Aus den rund 115 Millionen Tonnen Zuckerrüben werden 15 Millionen Tonnen Weißzucker raffiniert. Der Zuckerrübenanbau bedeutet für die EU-Landwirte jährlich eine Wertschöpfung von ungefähr 4,7 Milliarden Euro.

Der Anbau von Zuckerrüben ist in Europa nur in Kombination mit einer effektiven Unkrautbekämpfung möglich. Unkontrolliertes Wachstum von Unkräutern kann den Ertrag der Rübenpflanze um 26 bis 100 Prozent schmälern. Derzeit gibt es kein einzelnes Herbizid, das sämtliche im europäischen Zuckerrübenanbau vorkommenden Unkrautarten bekämpfen könnte. Daher sind pro Jahr mehrere Herbizidanwendungen nötig. In der Regel werden vier bis fünf Anwendungen zu Gesamtkosten von 197 Euro pro Hektar fällig und damit insgesamt 3,2 Kilogramm Pflanzenschutzmittelwirkstoff pro Hektar ausgebracht. Einige der eingesetzten Herbizide können auch die Nutzpflanze selbst schädigen. Schätzungen zufolge werden 5 Prozent der Zuckerrübenproduktion durch Herbizide vernichtet.

Gentechnisch veränderte Zuckerrüben wurden mit einem Gen aus einem Bodenbakterium ausgestattet, so dass sie gegen den breit wirksamen Herbizidwirkstoff Glyphosat tolerant sind. Untersuchungen in den wichtigsten europäischen Zuckerrüben-Erzeugerländern weisen darauf hin, dass zwei Anwendungen von Glyphosat in der Unkrautbekämpfung ausreichen und gleichzeitig die Feldfrucht nicht schädigen. Durchschnittlich müssten pro Hektar 1,9 Kilogramm Glyphosat eingesetzt werden. Die Kosten dieses biotechnologischen Verfahrens der Unkrautbekämpfung würden im Mittel 86 Euro pro Hektar betragen.

Wenn biotechnisch veränderte, herbizidtolerante Zuckerrüben auf der gesamten EU-Anbaufläche genutzt würden, könnte der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um 2,2 Millionen Kilogramm reduziert werden, während die Zuckerrübenproduktion aufgrund der höheren Verträglichkeit um 5 Milliarden Kilogramm ansteigen würde. Das Einkommen der Landwirte würde sich um 390 Millionen Euro erhöhen. Tabelle 4 fasst die geschätzten Gesamtauswirkungen nach den wichtigsten Erzeugerländern zusammen.

**Tabelle 4: Potenzielle Auswirkungen von herbizidtoleranten Zuckerrüben**

<b>Land</b>	<b>Anbau (1.000 Hektar)</b>	<b>Effekt Pflanzen- schutz (1.000 kg)</b>	<b>Ertragseffekt (Mio. Tonnen)</b>	<b>Einkommens- effekt (Mio. Euro)</b>
Großbritannien	171	-222	+0,450	+41
Frankreich	437	-350	+1,600	+98
Deutschland	461	-921	+1,300	+116
Niederlande	110	-66	+0,350	+34
Belgien	98	-255	+0,300	+25
Italien	242	-218	+0,550	+35
Spanien	109	-98	+0,350	+29
Dänemark	60	-78	+0,150	+12
<b>Gesamt</b>	<b>1.628</b>	<b>-2.208</b>	<b>+5,050</b>	<b>+390</b>

## **Fallstudie: Pilzresistente Kartoffel**

Spanische Eroberer brachten die Kartoffel im 16. Jahrhundert aus Amerika nach Europa. Lange Zeit konnte sich die Kartoffel in Europa als Nahrungsmittel nicht durchsetzen, weil die Europäer glaubten, sie sei unnatürlich und giftig. Heute ernten die europäischen Landwirte jährlich 44 Millionen Tonnen Kartoffeln im Wert von 5 Milliarden Euro. Die Anbaufläche beträgt durchschnittlich 1,16 Millionen Hektar.

Ein Pilz verursacht die als Braunfäule bekannte Krankheit, bei der befallene Knollen einen unverwechselbaren Fäulnisgeruch verbreiten. Die Braunfäule trat in Europa erstmals 1845 auf und hatte verheerende Auswirkungen, insbesondere in Irland. Dort war die Bevölkerung zum damaligen Zeitpunkt völlig auf Kartoffeln als Nahrungsmittel angewiesen. Im Jahr 1845 wurden etwa 40 Prozent der irischen Kartoffelernte durch die Braunfäule vernichtet, 1846 waren es sogar 100 %. Die Folge war eine Hungersnot mit 1,5 Millionen Opfern. Ebenso viele Iren wanderten nach Amerika aus. Bis zur Entdeckung der fungiziden Wirkung von Kupfer in den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts blieb die Braunfäule ein großes Problem.

Heute setzen die europäischen Landwirte pro Jahr acht bis vierzehn Mal chemische Fungizide im Wert von durchschnittlich 322 Euro pro Hektar ein, um die Braunfäule zu bekämpfen. Dennoch vernichtet der Pilz etwa 2 Prozent der Ernte.

Die biotechnologische Forschung konzentriert sich auf wilde Urformen der Kartoffelpflanze, die gegen die Braunfäule resistent sind. Mittels gentechnischer Verfahren wurde das Resistenzgen in moderne Kartoffelsorten eingebracht. Die biotechnisch verbesserten Pflanzen werden von der Braunfäule nicht mehr geschädigt.

Würde diese gegen Braunfäule resistente Kartoffel auf 100 % der europäischen Anbaufläche kultiviert, ginge der Fungizidverbrauch um 7,5 Millionen Kilogramm zurück, während die Produktion um 858 Millionen Kilogramm zunähme. Der positive Einkommenseffekt bei den Landwirten belief sich auf 417 Millionen Euro. In Tabelle 5 werden die Schätzungen nach Anbauländern gegliedert wiedergegeben.

**Tabelle 5: Potenzielle Auswirkungen von fungizidresistenten Kartoffeln**

	<b>Anbau (1.000 Hektar)</b>	<b>Effekt Pflanzen- schutz (1.000 kg)</b>	<b>Ertragseffekt (Mio. Kilogramm)</b>	<b>Einkommens- effekt (Mio. Euro)</b>
Österreich	23	-110	+14	+6
Belgien	62	-496	+51	+35
Dänemark	38	-308	+31	+17
Finnland	30	-144	+15	+8
Frankreich	162	-1.264	+122	+66
Deutschland	282	-1.861	+230	+90
Irland	14	-108	+9	+5
Italien	78	-328	+39	+13
Niederlande	162	-1.296	+140	+80
Spanien	116	-174	+59	+17
Schweden	32	-154	+18	+12
Großbritannien	165	-1.270	+130	+68
<b>Gesamt</b>	<b>1.164</b>	<b>-7.513</b>	<b>+858</b>	<b>+417</b>

## Schlussfolgerungen

Um gesichert hohe Ernteerträge zu erzielen, ist Pflanzenschutz notwendig. Ohne effiziente Pflanzenschutzmaßnahmen geht die Produktion zurück, wodurch der Flächenbedarf für die gleiche Erntemenge steigt. In Europa werden Unkräuter im Zuckerrübenanbau und Krankheiten der Kartoffel regelmäßig durch mehrfache Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln bekämpft. Dennoch gehen 2 bis 5 Prozent der Ernte verloren. Die europäischen Maiseerzeuger setzen Insektizide zur Bekämpfung des Maiszünslers ein; gleichwohl vernichtet der Schädling jährlich 5 Prozent der Ernte.

Gentechnisch verbesserte Nutzpflanzen können die Ernteverluste durch Krankheiten, Schädlinge und Unkrautwuchs im Vergleich zu den derzeitigen Anbaupraktiken effizient verringern. Drei biotechnisch entwickelte Nutzpflanzen wurden auf ihr Potenzial zur Verbesserung des Pflanzenschutzes in Europa untersucht.

- In der Europäischen Union ist der Anbau von insektenresistentem Mais zugelassen. Eine freiwillige Vereinbarung beschränkt den Anbau jedoch auf 25.000 Hektar in Spanien. Dort wurde eine Ertragssteigerung von 13 Prozent beobachtet. Falls die europäischen Maiseerzeuger breiten Zugang zu dieser Technologie erhalten, würde der insektenresistente Mais voraussichtlich auf 41 Prozent der EU-Maisanbaufläche kultiviert. Die Produktion würde sich um 1,9 Millionen Tonnen erhöhen.
- Herbizidtolerante Zuckerrüben sind in der EU nicht zugelassen, obwohl sie unter europäischen Bedingungen intensiv getestet wurden. Durch biotechnisch entwickelte Zuckerrüben könnten die Landwirte in der Unkrautbekämpfung von bisher vier bis fünf Herbizidanwendungen auf künftig nur zwei Anwendungen zurückgehen. Dies würde den Erzeugern nicht nur erhebliche Kosten sparen, sondern würde zugleich um 5 Prozent höhere Erträge durch geringere Feldfruchtschäden bedeuten.
- Pilzresistente Kartoffeln sind noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass diese gentechnisch veränderten Kartoffeln vollständig immun gegen Braunfäule sind, eine Kartoffelkrankheit, die die europäischen Erzeuger jedes Jahr zu acht bis zwölf Fungizidanwendungen zwingt. Insgesamt könnten durch den Anbau der biotechnisch verbesserten Kartoffeln 7,5 Millionen Kilogramm Fungizide eingespart werden.

Landwirte setzen dann neue Techniken ein, wenn es sich für sie lohnt. In den USA greifen die Farmer jährlich auf 32 Millionen Hektar zu transgenen Nutzpflanzen, weil ihnen diese Feldfrüchte höhere Erträge garantieren und die Schädlingsbekämpfung erleichtern. Die europäischen Landwirte sind mit den gleichen Schädlingen konfrontiert. Sie könnten im Pflanzenschutz von den gleichen Verbesserungen profitieren und ihre Produktionskosten senken.

Darüber hinaus könnte durch die Einführung gentechnisch verbesserter Nutzpflanzen in Europa auf einer kleineren Anbaufläche die gleiche Menge an Lebens- und Futtermitteln erzeugt werden. Alle drei in diesem Bericht aufgeführten Fallstudien belegen Ertragssteigerungen, und zwar bei Mais und Zuckerrüben von 5 Prozent, und bei Kartoffeln von 2 Prozent. Statt die Produktion auf unveränderter Fläche zu steigern,

könnte alternativ ein entsprechender Anteil der Nutzflächen stillgelegt werden, ohne die Gesamtproduktion zu vermindern. Bei gleichbleibenden Ernteerträgen könnten insgesamt 329.000 Hektar aus der Produktion genommen werden. Die Maisfläche könnte um 225.000 Hektar oder 5 Prozent verringert, der Zuckerrübenanbau könnte 81.000 Hektar oder ebenfalls 5 Prozent eingeschränkt und der Kartoffelanbau könnte um 23.000 Hektar oder 2 Prozent zurückgeführt werden.

## Referenzen

Wevers, Jan D.A., „Agronomic and Environmental Aspects of Herbicide-Resistant Sugar Beet in the Netherlands“, Aspects of Applied Biology, Band 52, 1998.

Coyette, Brigitte, etc., „Effect of Introducing Glyphosate-Tolerant Sugar Beet on Pesticide Usage in Europe“, Pesticide Outlook, Oktober 2002.

May, M.J., „Economic Consequences for UK Farmers of Growing GM Herbicide Tolerant Sugar Beet“, Annals of Applied Biology, Band 142, 41-48, 2003.

Desquilbet, Marion, etc., „La Diffusion Potentielle des OGM en France et son Impact sur le Revenu des Agriculteurs et des Firmes Situees en Amont“, INRA, Juni 2001.

Schepers, H.T.A.M., „The Development and Control of Phytophthora Infestans in Europe in 2002“, Seventh Workshop of an European Network for Development of an Integrated Control Strategy of Potato Late Blight, Oktober 2002.

Araji, A.A., und J. Guenther, „The Economic and Environmental Impacts of Investments in the Development and Adoption of Genetically Modified Potato“, University of Idaho College of Agriculture, A.E. Research Series Nr. 01-05, Juni 2001.

Naess, S.K., etc., „Resistance to Late Blight in Solanum Bulbocastanum is Mapped to Chromosome 8“, Theoretical and Applied Genetics, 101; 697-704, 2000.

Van der Vossen, E., etc., „Cloning of an R Gene from Solanum Bulbocastanum Conferring Complete Resistance to Phytophthora Infestans“, Global Initiative on Late Blight Conference Proceedings, 2002.

Magg T., etc., „Comparison of Bt Hybrids with Their Non-transgenic Counterparts and Commercial Varieties for Resistance to European Corn Borer and for Agronomic Traits“, Plant Breeding, 120;397-403, 2001.

Zellner, M., „Control of European Corn Borer – What Possibilities Are There and What is to be Paid Attention to?“, abrufbar unter [http://www.stmlf.bayern.de/lbp/info/ps/maiszuensler\\_eng.html](http://www.stmlf.bayern.de/lbp/info/ps/maiszuensler_eng.html), 2001.

Brookes, G., „The Farm Level Impact of Using Bt Maize in Spain“, abrufbar unter [http://www.europabio.org/upload/documents/gb\\_press\\_release/EuropaBio\\_btmaizeinspai\\_nreport\\_FINAL.pdf](http://www.europabio.org/upload/documents/gb_press_release/EuropaBio_btmaizeinspai_nreport_FINAL.pdf), 2002.

Degenhardt, Heinz, „Bt-Mais in Deutschland; Erfahrungen mit dem Präxianbau von 1998 bis 2002“, Mais, Band. 2, 75-77, 2003.

## **Danksagung**

Die nachstehend genannten Personen haben uns hilfreiche Informationen zur Verfügung gestellt:

Mike Storey, British Potato Council, Großbritannien

Volker Heitz, Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Offenburg, Deutschland

Michael Zellner, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut Pflanzenschutz, Deutschland

Martin Bohn, University of Illinois, USA

Barbara Manachini, Università degli Studi di Milano, Italien

Graham Brookes, PG Economics Limited, Großbritannien

Bernd Hommel, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Deutschland

Bernard Naibo, Association Générale des Producteurs de Maïs, Frankreich

Marion Desquilbet, INRA, Economie et Sociologie Rurales, Frankreich

Gustav Langenbruch, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Deutschland

Frank Gerten, Bayer CropScience, Deutschland

María Isabel Cartón Álvarez, Fundación ANTAMA, Spanien

Bill Fry, Cornell University, USA

Bill Belknap, USDA, USA

Stefan Wohlleben, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Deutschland

Brigitte Coyette, Monsanto, Belgien

Marc Richard-Molard, Institut Technique Francais de la Betterave Industrielle, Frankreich

Olivier Hermann, Institut Royal Belge pour L'Amelioration de la Betterave, Belgien

Jan Petersen, Institut für Zuckerrübenforschung, Deutschland

Kathrine Hauge Madsen, Royal Veterinary and Agricultural University, Dänemark

John Pidgeon, Broom's Barn Research Station, Großbritannien

Sheena Bethell, Syngenta, Schweiz

John Helgeson, University of Wisconsin, USA

Huub Schepers, Applied Plant Research, Niederlande

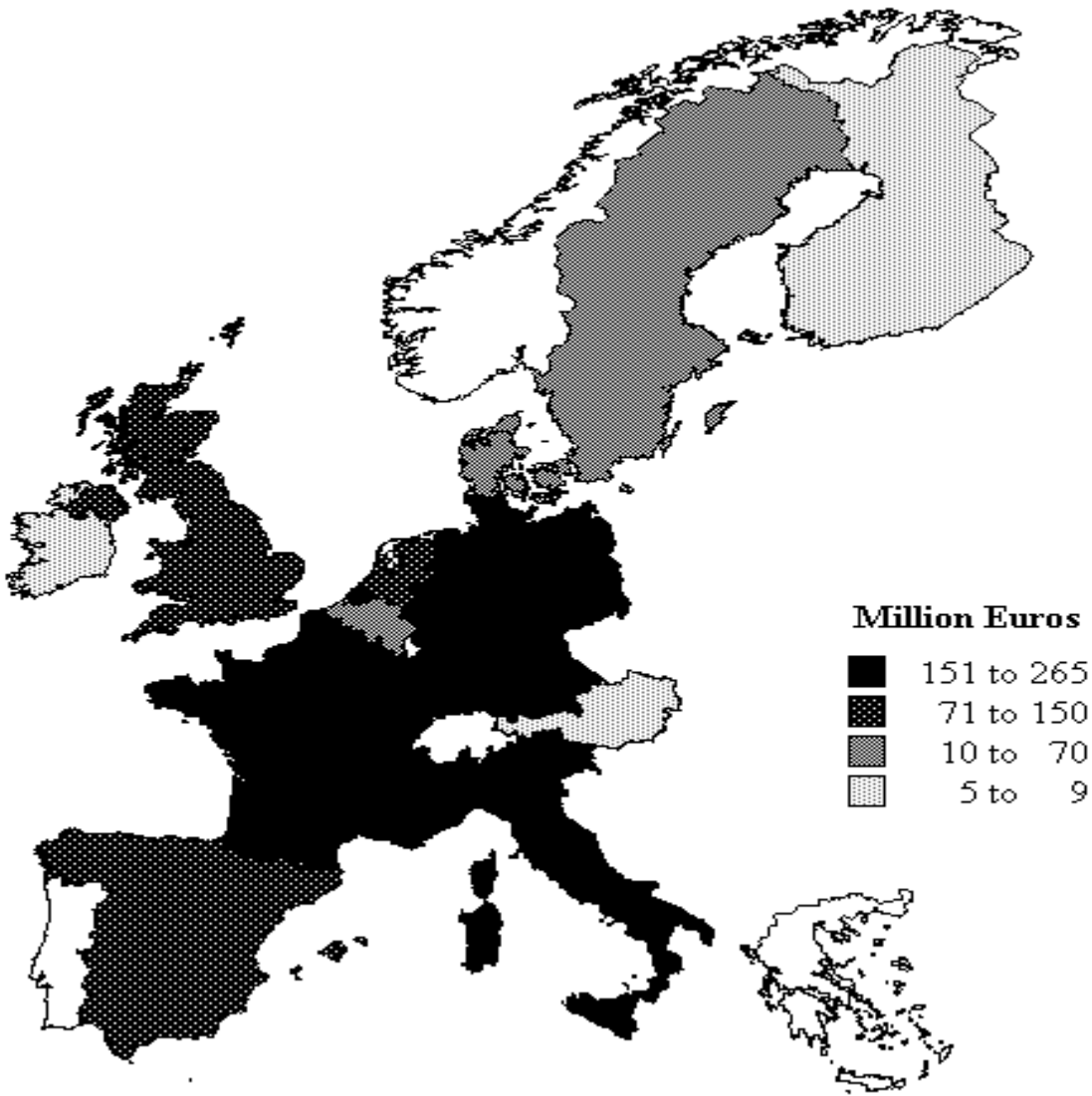
## **Rezensent**

Piet Schenkelaars von Schenkelaars Biotechnology Consultancy, Leiden, Niederlande, rezensierte die Fallstudien und lieferte viele nützliche Verbesserungsvorschläge.





**Abbildung 1: Potenzielle Steigerung des  
landwirtschaftlichen Nettoeinkommens  
Drei Fallstudien (Mais, Zuckerrübe und Kartoffel)**





National Center for Food & Agricultural Policy

**1616 P Street, NW**  
**Suite 100**  
**Washington, DC 20036**  
**(202) 328-5048**  
**[www.ncfap.org](http://www.ncfap.org)**