

Pflanzenbiotechnologie: Potenzielle Wirkung bei der Verbesserung der Schädlingsbekämpfung 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

Inhalt

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

Diese Zusammenfassung ist die erste Veröffentlichung von Informationen im Rahmen eines Forschungsprojekts, nach dessen Abschluss 15 Fallstudien für Europa vorliegen werden. Die übrigen 12 Fallstudien werden in regelmäßigen Abständen im Laufe des nächsten Jahres veröffentlicht und der umfassende Abschlussbericht wird im Juni 2004 herausgegeben. Der Abschlussbericht wird folgende Punkte beinhalten:

- Mais-Insektenresistenz
- Zuckerrübe-Herbizidtoleranz
- Kartoffel-Pilzresistenz
- Tomate-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

Im vergangenen Jahrzehnt ist der Einsatz von Biotechnologie im Nutzpflanzenanbau Gegenstand ausführlicher Diskussionen gewesen. Während in den Vereinigten Staaten auf Millionen Hektar von Anbauflächen genetisch veränderte Nutzpflanzen kultiviert wurden, werden in Europa lediglich in Spanien Nutzpflanzen unter Einsatz von Biotechnologie angebaut und vermarktet. Die Europäische Union und die Länder Europas erwägen eine Vielfalt von Rechtsvorschriften im Bereich Biotechnologie, während ein Moratorium über die Genehmigung neuer biotechnologischer Nutzpflanzen den Status quo aufrecht erhält. Nach wie vor stellen sich Fragen über die potenziellen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion, falls biotechnologische Nutzpflanzen in Europa vermarktet werden.

Obwohl mehrere Forscher Untersuchungen über die möglichen Auswirkungen bestimmter biotechnologischer Nutzpflanzen in einzelnen Ländern herausgegeben haben, gibt es keine Studien, die mit schlüssigen Methoden die Einführung von biotechnologischen Anbau verschiedener Nutzpflanzen in den Ländern Europas untersuchen.

Im Jahr 2002 veröffentlichte das *National Center for Food and Agricultural Policy (NCFAP)* eine Studie, in der die gegenwärtigen und potenziellen Auswirkungen von Biotechnologie in den Vereinigten Staaten durch die Untersuchung von 40 Fallstudien zur Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen in 47 Bundesstaaten beurteilt wurden. Die Untersuchungen in den USA richteten den Schwerpunkt auf biotechnologische Nutzpflanzen, um die Schädlingsbekämpfung im Zusammenhang mit Unkräutern, Insekten und Pflanzenkrankheiten zu verbessern. Während der wissenschaftlichen Untersuchung stellte das NCFAP fest, dass eine große Zahl identischer Pflanzenschädlinge in Europa präsent war und die Forscher in Europa biotechnologische Nutzpflanzen für die Schädlingsbekämpfung prüften.

Im Herbst 2002 und Frühjahr 2003 erhielt das NCFAP finanzielle Mittel von Monsanto, Syngenta und BIO, um die potenziellen Auswirkungen von biotechnologischen Nutzpflanzen auf die europäische Landwirtschaft zu bewerten. Die bewährte Methodik von NCFAP und die engen Verbindungen mit Forschern in Europa machen das NCFAP zur idealen Organisation für die Durchführung der ersten umfassenden Untersuchung über die mögliche Wirkung der Biotechnologie auf die europäische Landwirtschaft.

Methodik

In der europäischen Studie wird die gleiche Methodik angewandt, die die Forscher des NCFAP in ihrer Untersuchung in den USA zugrunde legten (abrufbar unter www.ncfap.org). Die Fallstudien wurden aufgrund der Information ausgewählt, dass eine Nutzpflanze erfolgreich transformiert wurde und dafür zumindest erste Ergebnisse für die Schädlingsbekämpfung unter europäischen Bedingungen vorliegen. Für jede Fallstudie überprüfte das NCFAP einschlägige wissenschaftliche Literatur, Internet-Webseiten und Angaben von Hochschul- und staatlichen Forschungseinrichtungen. Das NCFAP befragte Forscher in Europa, die biotechnologische Pflanzensorten erproben, woraufhin diese

Zusammenfassungen ihrer Forschungsarbeit zur Verfügung stellten. Das NCFAP bewertete die Menge der derzeit eingesetzten Pestizide, den Verlust an Nutzpflanzen und die Kosten für die Bekämpfung jedes Schädlingsproblems in mehreren Ländern und für jede Nutzpflanze. Anhand eines Vergleichs der Erzeugerkosten schätzten die Forscher die Fläche ab, auf der biotechnologische Nutzpflanzen angebaut würden.

Die Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen wurde in drei Kategorien eingeteilt: geschätzte Veränderungen der Ertragsleistung, Veränderungen des Produktionswerts und Veränderungen der Produktionskosten, die herangezogen wurden, um Veränderungen im Nettoeinkommen zu errechnen. Die Veränderungen beim Einsatz von Pestiziden wurden ebenfalls berechnet. Schriftliche Analysen von Fallstudien wurden externen Kritikern zum Kommentar übermittelt. Die Bemerkungen der Kritiker wurden in die Berichte der Fallstudien aufgenommen.

Wichtigste Erkenntnisse

Eine breitangelegte Einführung der Pflanzenbiotechnologie beim Anbau von Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln in Europa würde zu erheblichen Ertragssteigerungen, Einsparungen für Erzeuger und Verringerungen des Pestizideinsatzes führen. Die drei biotechnisch entwickelten Nutzpflanzen würden zusammengerechnet die Ernte um 7,8 Milliarden Kilogramm pro Jahr steigern, das Nettoeinkommen der Erzeuger um €1 Milliarde pro Jahr erhöhen und den Pestizideinsatz um 9,8 Millionen Kilogramm pro Jahr verringern, wenn sie anstatt den bestehenden Praktiken eingesetzt würden. Von den drei Nutzpflanzen wäre die größte Erntesteigerung im Bereich Zuckerrüben (+5 Milliarden Kilogramm) zu erwarten, während die deutlichste Reduzierung der Pestizidverwendung (-7,5 Millionen Kilogramm) und Zunahme des Nettoeinkommens (+€417 Millionen) bei Kartoffeln erreicht würde. Jede biotechnologische Nutzpflanze würde auf über 1 Million Hektar in Europa angebaut.

Die potenziellen Auswirkungen der biotechnologischen Nutzpflanzen wurden für verschiedene Länder analysiert. Vier Länder wurden in die Maisanalyse einbezogen, während acht Länder auf Zuckerrüben und 12 Länder auf Kartoffeln untersucht wurden. Frankreich und Deutschland würden insgesamt das größte Potenzial an wirtschaftlichen Auswirkungen verzeichnen; die Erzeuger in jedem Land würden über €200 Millionen netto mehr verdienen. Der Pestizideinsatz würde in Frankreich, Deutschland, dem Vereinigten Königreich und den Niederlanden um mehr als 1 Million Kilogramm zurückgehen.

Tabelle 1: Potenzielle Auswirkungen nach Nutzpflanzen

Nutzpflanze	Behandlung	Einführung (1000 Hektar)	Pestizideinsatz (1000 Kilogramm)	Ernte (Millionen Kilogramm)	Einkommen (€ Millionen)
Mais	Insektenresistenz	1 599	-53	+1 899	+249
Zuckerrübe	Herbizidtoleranz	1 688	-2 208	+5 050	+390
Kartoffel	Pilzresistenz	1 164	-7 513	+858	+417
Gesamt		4 451	-9 774	+7 807	+1 056

Tabelle 2: Potenzielle Auswirkungen nach Ländern

Land	Einführung (1000 Hektar)	Pestizideinsatz (1000 Kilogramm)	Ernte (Millionen Kilogramm)	Einkommen (€Millionen)
Österreich	23	-110	+14	+6
Belgien	160	-751	+351	+60
Dänemark	98	-386	+181	+29
Finnland	30	-144	+15	+8
Frankreich	1 364	-1 620	+2 579	+265
Deutschland	842	-2 783	+1 711	+219
Irland	14	-108	+9	+5
Italien	874	-547	+1 196	+155
Niederlande	272	-1 362	+490	+114
Spanien	406	-317	+663	+74
Schweden	32	-154	+18	+12
Vereinigtes Königreich	336	-1 492	+580	+109
Gesamt	4 451	-9 774	+7 807	+1 056

Fallstudie: Insektenresistenter Mais

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

Die europäischen Landwirte stellen 40 Milliarden Kilogramm Mais auf einer Fläche von 4,0 Millionen Hektar und einem Wert von €5,3 Milliarden/Jahr her. Vier Länder (Italien, Frankreich, Spanien und Deutschland) stellen 88 Prozent der europäischen Maisproduktion. Von den Insektenschädlingen, die Mais zerstören, sind in Europa zwei Arten von besonderer Bedeutung: der europäische und der mediterrane Maiszünsler. Der Befall durch den Maiszünsler verursacht einen Rückgang des Pflanzenwachstums, eine Verkleinerung der Korngröße und Ernteverluste als Folge des Zerfalls von Pflanzen. Sekundäre Infektionen durch Pilze und Bakterien sind weitere Risiken in Verbindung mit dem Maiszünslerbefall. Untersuchungen in Frankreich haben ergeben, dass durch Maiszünsler bis zu 15 Prozent der Ernteerträge verloren gehen können, während die Verluste in Spanien bis zu 30 Prozent betragen. Die Eindämmung des Maiszünslerbefalls ist äußerst schwierig. Sobald sie den Stängel durchdringen, lassen sie sich mit Insektiziden nicht mehr bekämpfen. Derzeit werden nur 32 Prozent der Anbauflächen in Europa, auf denen Maiszünsler ein Problem darstellen, mit Insektiziden behandelt. Schätzungen gehen davon aus, dass Europa daher fünf Prozent seiner jährlichen Maisproduktion durch den unkontrollierten Befall von Maiszünslern verliert.

Durch den Einsatz von Gentechnik wurde mit Hilfe eines Gens des Bodenbakterium B.t. Mais gezüchtet, der die Maiszünsler abtötet, wenn sie die Pflanze befallen. Der Anbau von B.t.-Mais ist in Europa seit den 90er Jahren zulässig. In Europa durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass Maiszünsler in Anbauflächen von B.t.-Mais so gut wie keinen Ernterückgang verursachen. Die B.t.-Maisernte lag stets 15 Prozent über der beim konventionellen Maisanbau, der unter europäischen Bedingungen mit Insektiziden behandelt wurde. Die Untersuchungen ergeben außerdem, dass B.t.-Maissorten gegenüber konventionellen Sorten ein deutlich niedrigeres Niveau an toxischer Kontamination aufweisen.

Aufgrund einer freiwilligen Vereinbarung wird B.t.-Mais zurzeit nur auf 25 000 Hektar in Spanien angebaut. Eine vor kurzem in Spanien durchgeführte Studie zeigte, dass sich mit B.t.-Mais die Ertragsleistung um 13 Prozent verbesserte. In Tabelle 3 werden die potenziellen Wirkungen des B.t.-Maisanbaus in Europa auf Anbauflächen mit starkem Maiszünslerbefall abgeschätzt. Dabei wird von einer Einführung von B.t.-Mais auf 1,6 Millionen Hektar Anbauflächen (entspricht ca. 41%) ausgegangen. B.t.-Mais würde den Einsatz von Insektiziden um 53.000 Kilogramm verringern und die Maisproduktion würde sich durch eine bessere Maiszünslerbekämpfung um 1,9 Milliarden Kilogramm vergrößern. Durch den Wert der Produktionssteigerung abzüglich der Kosten für die Technologie würde sich das Nettoeinkommen der Erzeuger voraussichtlich um €249 Millionen erhöhen.

Tabelle 3: Potenzielle Auswirkungen von insektenresistentem Mais

Land	Einführung (1000 Hektar)	Pestizideinsatz (1000 Kilogramm)	Ernte (Millionen Kilogramm)	Nettoeinkomme n Erzeuger (€Millionen)
Frankreich	765	-6	+857	+101
Italien	554	-1	+607	+107
Spanien	181	-45	+254	+28
Deutschland	99	-1	+181	+13
Gesamt	1 599	-53	+1 899	+249

Fallstudie: Herbizidtolerante Zuckerrübe

Die Zuckerrübe ist seit dem Jahr 1747 eine wichtige Quelle für raffinierten Zucker, als ein deutscher Wissenschaftler erstmals Kristallzucker aus der Wurzel extrahierte. Der extensive 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. Zuckerrüben werden in Europa auf einer Fläche von 1,6 Millionen Hektar angebaut. Die Erzeuger der Europäischen Union stellen 115 Milliarden Kilogramm Zuckerrüben her, die zu 15 Milliarden Kilogramm Weißzucker verarbeitet werden. Der Wert der Zuckerrüben der EU-Landwirte beträgt ungefähr €4,7 Milliarden pro Jahr.

Auf allen Zuckerrübenfeldern in Europa wächst Unkraut in einem Umfang, der den Anbau dieser Feldfrüchte ohne Gegenmaßnahmen unmöglich machen würde. Durch unkontrolliertes Unkrautwachstum kann sich der Ertrag der Wurzelfrüchte um 26 bis 100 Prozent verringern. Derzeit gibt es kein einziges Herbizid, das alle Arten von Unkraut auf den Zuckerrübenanbauflächen in Europa alleine bekämpfen könnte. Als Folge davon werden jedes Jahr viele Herbizidanwendungen entwickelt, um das Unkraut zu vernichten. In der Regel werden vier bis fünf Anwendungen von Herbiziden für das typische Zuckerrübenfeld zu Gesamtkosten von €197 pro Hektar hergestellt und insgesamt 3,2 Kilogramm Chemikalien pro Hektar eingesetzt. Manche Herbizide, die auf Zuckerrübenfeldern eingesetzt werden, können die Nutzpflanze schädigen. Schätzungen zufolge werden fünf Prozent der Zuckerrübenproduktion durch Herbizidschäden vernichtet.

Zuckerrüben sind mit einem Gen aus einem Bodenbakterium genetisch verändert worden, das gegen Glyphosat, einem Breitspektrum-Herbizid, resistent ist. Untersuchungen von Anbauflächen in den wichtigsten Ländern Europas, in denen Zuckerrüben angebaut werden, weisen darauf hin, dass zwei Anwendungen von Glyphosat bei der Bekämpfung von Unkrautbefall sehr wirksam sind, ohne die Feldfrucht anzugreifen. Durchschnittlich müsste Glyphosat in einem Umfang von 1,9 Kilogramm pro Hektar eingesetzt werden und die Kosten des biotechnologischen Unkrautvernichtungsprogramms würden im Schnitt €86 pro Hektar betragen.

Durch die Einführung von biotechnologischen herbizidtoleranten Zuckerrüben auf 100 % der Anbauflächen der Europäischen Union würde sich der Einsatz von Pestiziden um 2,2 Millionen Kilogramm verringern, während die Zuckerrübenproduktion aufgrund zurückgehender Feldfruchtschäden um fünf Milliarden Kilogramm steigen würde. Das Nettoeinkommen der Erzeuger würde sich um €390 Millionen erhöhen. In Tabelle 4 wird die geschätzte Gesamtauswirkung in den wichtigsten Zuckerrübenanbauländern dargestellt.

Tabelle 4: Potenzielle Auswirkungen von herbizidtoleranten Zuckerrüben

Land	Einführung (1000 Hektar)	Pestizideinsa tz (1000 Kilogramm)	Ernte (Millionen Kilogramm)	Nettoeinkomm en Erzeuger (€Millionen)
Vereinigtes Königreich	171	-222	+450	+41
Frankreich	437	-350	+1,600	+98
Deutschland	461	-921	+1,300	+116
Niederlande	110	-66	+350	+34
Belgien	98	-255	+300	+25
Italien	242	-218	+550	+35
Spanien	109	-98	+350	+29
Dänemark	60	-78	+150	+12
Gesamt	1 628	-2 208	+5 050	+390

Fallstudie: Pilzresistente Kartoffel

Spanische Forscher brachten im 16. Jahrhundert die Kartoffel aus Amerika nach Europa. Die Kartoffel konnte sich in Europa lange Zeit nicht als Nahrungsmittel durchsetzen, weil die Europäer glaubten, dass sie unnatürlich und giftig sei. Heute erzeugen die europäischen Landwirte 44 Milliarden Kilogramm Kartoffeln auf 1,16 Millionen Hektar im Wert von €5 Milliarden.

Ein Pilz verursacht die als Kartoffelfäule bekannte Krankheit, bei der befallene Kartoffel einen unverwechselbaren und unangenehmen Fäulegeruch durch den Zerfall des Pflanzengewebes erzeugen. Die Kartoffelfäule trat in Europa erstmals 1845 auf und hatte verheerende Auswirkungen, insbesondere in Irland, wo die Bauern völlig auf Kartoffeln als Nahrungsmittel angewiesen waren. Ungefähr 40 Prozent der irischen Kartoffelfrüchte wurden im Jahre 1845 vernichtet, 1846 waren es 100 %, wodurch 1,5 Millionen Menschen starben und eine gleich hohe Zahl von Iren nach Amerika auswanderte. Die Kartoffelfäule war bis zur Entdeckung des ersten Fungizids (Kupfer) in den 80er Jahre des 19. Jahrhunderts ein großes Problem.

Die Kartoffelerzeuger in Europa sprühen acht bis vierzehn Mal pro Jahr künstliche chemische Fungizide für €322 pro Hektar, um den Kartoffelfäule verursachenden Pilz zu bekämpfen. Trotz dieser Sprühungen vernichtet der Pilz ungefähr zwei Prozent der europäischen Feldfrüchte.

Biotechnologie-Forscher konzentrieren sich auf wilde Kartoffelpflanzenspezies, die eine völlig Resistenz gegen Kartoffelfäule aufweisen. Mittels gentechnischer Verfahren wurde das resistente Gen in Kartoffelpflanzen transferiert. Die transformierten Kartoffelpflanzen wurden danach nicht mehr durch Kartoffelfäule angegriffen.

Durch die erfolgreiche Einführung einer biotechnologischen, gegen Fäule resistenten Kartoffel auf 100 % der europäischen Anbauflächen würde sich der Bedarf an Fungiziden um 7,5 Millionen Kilogramm verringern und die Produktion um 858 Millionen Kilogramm erhöhen. Das Nettoeinkommen der Erzeuger würde sich um €417 Millionen vergrößern. In Tabelle 5 werden diese Schätzungen auf einzelne Länder Europas projiziert.

Tabelle 5: Potenzielle Auswirkungen von fungizidresistenten Kartoffeln

Land	Einführung (1000 Hektar)	Pestizideinsatz (1000 Kilogramm)	Ernte (Millionen Kilogramm)	Nettoeinkommen Erzeuger (€Millionen)
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
Vereinigtes Königreich	165	-1 270	+130	+68
Gesamt	1 164	-7 513	+858	+417

Schlussfolgerungen

Pflanzenschädlinge müssen bekämpft werden, um hohe Ernteerträge zu gewährleisten. Wenn die Feldfruchternte aufgrund einer nicht geeigneten Schädlingsbekämpfung zurückgeht, steigt dadurch der Produktionsflächenbedarf. In Europa werden Unkräuter im Zuckerrübenanbau und Kartoffelkrankheiten regelmäßig durch mehrfache Pestizidanwendungen bekämpft, wodurch dennoch zwei bis fünf Prozent der Ernte verloren gehen. Die europäischen Maisezeuger verwenden unregelmäßig Insektizide zur Bekämpfung von Maiszünglern und Europa verliert jährlich fünf Prozent seiner Maisproduktion durch den Schädlingsbefall.

Durch den hohen Wirkungsgrad der mit Gentechnik behandelten Nutzpflanzen ist es möglich, Ernteverluste durch Schädlinge im Vergleich zu den derzeitigen Praktiken zu verringern. Drei biotechnologische Nutzpflanzen wurden auf ihr Potenzial zur Verbesserung der Schädlingsbekämpfung in Europa untersucht.

- Die Europäische Union genehmigte insektenresistenten Mais, aber eine freiwillige Vereinbarung beschränkt den Anbau auf 25 000 Hektar in Spanien, wo die Ertragsleistung um 13 Prozent verbessert wurde. Falls die Maisezeuger in Europa Zugang zu dieser Technologie erhalten, würde der insektenresistente Mais voraussichtlich auf 41 Prozent der europäischen Maisanbauflächen angebaut und die Produktion würde sich um 1,9 Milliarden Kilogramm erhöhen.
- Nicht genehmigt hat die Europäische Union herbizidtolerante Zuckerrüben, obwohl ihre Anbauleistung europaweit ausführlich getestet wurde. Durch biotechnologische Zuckerrüben könnten die Erzeuger Unkräuter mit nur zwei Herbizidanwendungen gegenüber derzeit vier bis fünf Anwendungen bekämpfen. Dies würde nicht nur erhebliche Kosteneinsparungen für die Erzeuger, sondern auch um fünf Prozent höhere Ernteerträge durch geringere Feldfruchtschäden bedeuten.
- Pilzresistente Kartoffeln befinden sich in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass die biotechnologischen Kartoffeln völlig immun sind gegen Kartoffelfäule; eine Kartoffelkrankheit, die die europäischen Erzeuger jedes Jahr zu acht bis zwölf Fungizidanwendungen zwingt. Insgesamt könnten 7,5 Millionen Kilogramm Fungizide durch den Anbau der biotechnologischen Kartoffel eingespart werden.

Die Erzeuger führen neue Technologien ein, wenn dies ihre finanziellen Verhältnisse verbessert. In den USA bauen die Erzeuger auf 32 Millionen Hektar Land biotechnologische Nutzpflanzen an, da sie ihre Ernteerträge durch eine verbesserte Schädlingsbekämpfung steigern konnten. Die europäischen Landwirte sind mit den gleichen Schädlingen konfrontiert und könnten die gleichen Verbesserungen bei ihrer Bekämpfung sowie Kosteneinsparungen erzielen.

Darüber hinaus könnte durch die Einführung biotechnologischer Nutzpflanzen in Europa auf einer kleineren Anbaufläche die gleiche Menge Lebensmittel erzeugt werden. Alle drei in diesem Bericht enthaltenen biotechnologischen Fallstudien zeigen Ertragssteigerungen auf: Mais (fünf Prozent), Zuckerrüben (fünf Prozent) und Kartoffeln

(zwei Prozent). Statt höherer Ernteerträge auf allen Anbauflächen könnte ein entsprechender Anteil der Anbauflächen stillgelegt werden, ohne die Gesamtproduktion zu verändern. Bei gleich bleibenden Ernteerträgen könnten insgesamt 329 000 Hektar stillgelegt werden. Für Mais würde dies fünf Prozent oder 225 000 Hektar bedeuten; Zuckerrübenproduzenten könnten ihre Anbaufläche um 81 000 Hektar oder fünf Prozent verringern und die Kartoffelproduktion könnte um 23 000 Hektar oder zwei Prozent reduziert werden.

Wichtige 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?“, Available at 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, 2002.

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

Danksagungen

Die nachstehend genannten Personen stellten uns Informationen zur Verfügung, die für diese Studie nützlich waren:

Mike Storey, British Potato Council, Vereinigtes Königreich

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

Michael Zellner, Bayer Landesanstalt für Landwirtschaft Institut Pflanzenschutz, Deutschland

Martin Bohn, University of Illinois, Vereinigte Staaten

Barbara Manachini, Università degli Studi di Milano, Italien

Graham Brookes, PG Economics Limited, Vereinigtes Königreich

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, Vereinigte Staaten

Bill Belknap, USDA, Vereinigte Staaten

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, Vereinigtes Königreich

Sheena Bethell, Syngenta, Schweiz

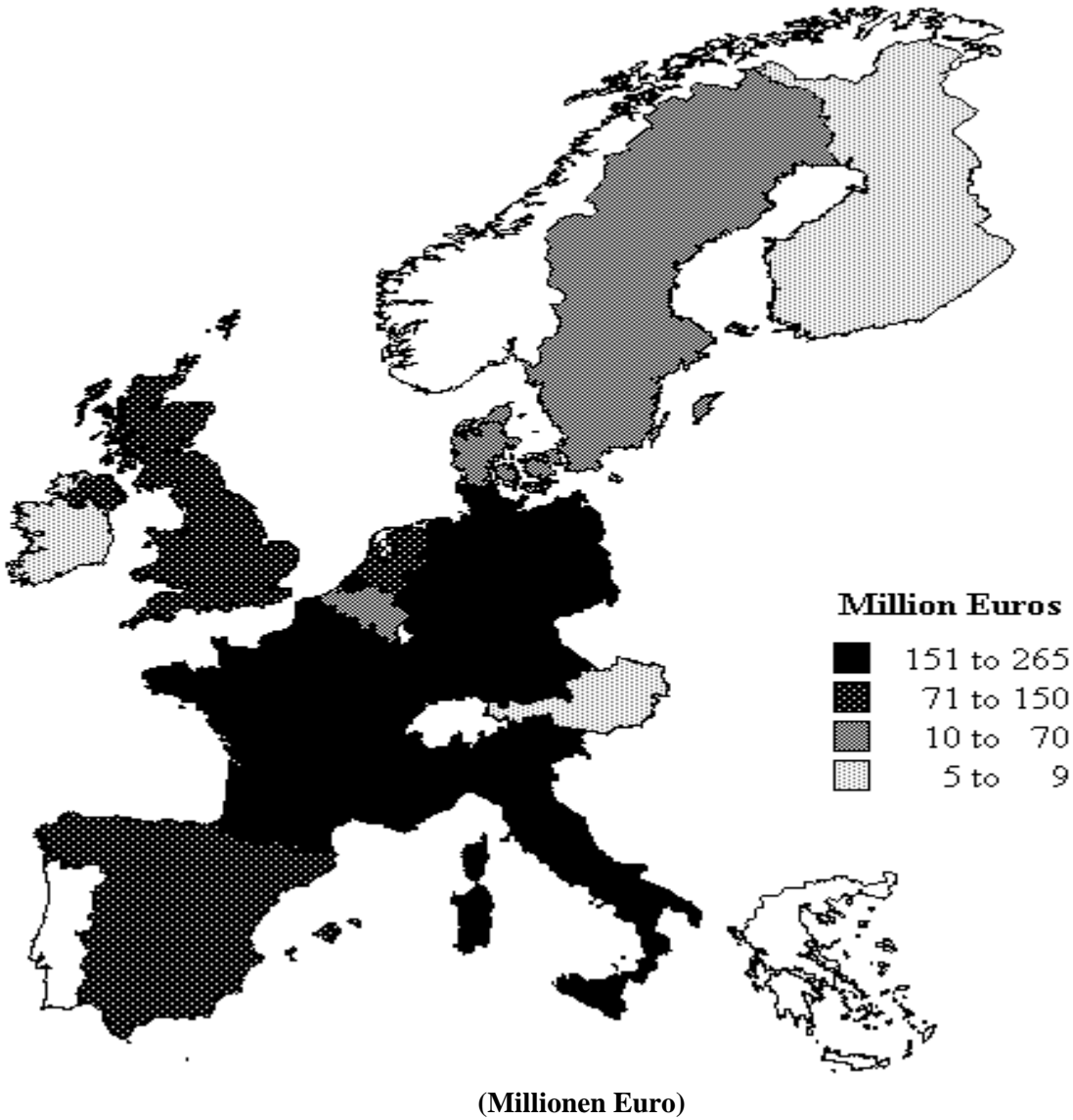
John Helgeson, University of Wisconsin, Vereinigte Staaten

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 Verbesserungen des Nettoeinkommens in der Landwirtschaft
Drei biotechnologische 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