

GRÜNE GENTECHNIK – NUR WISSENSCHAFT

Forschungsergebnisse über Grenzen, Risiken und Alternativen

Übersetzung aus dem Englischen: Klaus Weber

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Ist Gentechnik eine Erweiterung der natürlichen Züchtung?.....	3
Können gentechnisch veränderte Lebensmittel unbedenklich verzehrt werden?.....	3
Tierstudien mit genetisch veränderten Lebensmitteln geben Anlass zur Sorge.....	4
Kleintier-Fütterungsversuche.....	4
Fütterungsversuche mit Nutztieren.....	5
Lassen Tierfütterungsversuche Rückschlüsse auf mögliche gesundheitliche Problemen bei Menschen zu?.....	6
Sind GV-Nahrungsmittel nahrhafter?.....	6
Können GV-Nahrungsmittel die Weltnahrungsmittelkrise überwinden helfen?.....	7
Vergrößert Grüne Gentechnik das Ertrags-Potenzial?.....	8
Mangelhafter Ertrag.....	8
Drei GV-Kulturpflanzen für Afrika.....	10
GV-Süßkartoffel.....	10
GV-Maniok	10
Bt-Baumwolle.....	10
Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Landwirtschaft?.....	11
Globales Ölfördermaximum und Landwirtschaft.....	11
GV-Kulturpflanzen und Klimaveränderung.....	12
Erfolge mit konventionellen Nischen-Kulturpflanzen.....	12
Sind gentechnisch veränderte Kulturen umweltfreundlich?.....	13
Genpflanzen und Herbizide.....	13
Insektizid erzeugende GV-Pflanzen.....	14
GV-Pflanzen und Natur.....	14
Der Fall Argentinien.....	14
GV-Pflanzen und Organismen und Insekten, die nicht Ziel der gentechnischen Veränderung sind.....	14
Können gentechnisch veränderte und nicht veränderte Kulturen koexistieren?.....	15
Alternativen zu Grüner Gentechnik.....	15
Biologische und wenig aufwändige Methoden zur Verbesserung der Erträge in Afrika.....	16
Bio- und wenig aufwändige Methoden verbessern das Einkommen von Landwirten in den Entwicklungsländern.....	17
Wem gehört die Technologie?.....	17
Literatur.....	18

Zusammenfassung

Grüne Gentechnik bietet keine bedeutenden Vorteile. Im Gegenteil: Sie stellt ein Risiko dar für die menschliche und tierische Gesundheit, die Umwelt, die Landwirte, die Ernährungssicherheit und den Export. Es gibt keinen überzeugenden Grund, den Lebensunterhalt der Landwirte derartigen Risiken auszusetzen, wenn erwiesenermaßen erfolgreiche und allgemein akzeptierte Alternativen preisgünstig zur Verfügung stehen. Diese Alternativen werden die Unabhängigkeit der Nahrungsmittelversorgung von ausländischer multinationaler Kontrolle erhalten und bieten die beste Versicherung gegen die Herausforderungen des Klimawandels.

Befürworter behaupten, dass genetisch veränderte Pflanzen (GVO):

- unbedenklich genießbar und nahrhafter sind
- gut für die Umwelt sind
- den Einsatz von Herbiziden und Insektiziden verringern
- Ernteerträge steigern und damit die Landwirte unterstützen und zur Lösung der Nahrungsmittelkrise beitragen
- eine wohlhabende und stabile Wirtschaft schaffen
- nur eine Erweiterung der natürlichen Züchtung darstellen – ohne besondere Risiken.

Jedoch hat eine große und wachsende Zahl von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen und praktische Erfahrungen gezeigt, dass GVO diese Forderungen nicht erfüllen. Stattdessen hat sich gezeigt:

GV-Pflanzen

- können toxisch, allergieauslösend oder weniger nahrhaft sein als ihre natürlichen Pendants
- können das Ökosystem stören, empfindliche wildlebende Pflanzen- und Tierpopulationen und die biologische Vielfalt schädigen
- führen auf lange Sicht zu vermehrtem Einsatz von Chemieprodukten (Pestiziden und Herbiziden)
- liefern Erträge, die nicht besser und oft schlechter als bei konventionellen Kulturpflanzen sind
- verursachen oder verschärfen eine Reihe von sozialen und wirtschaftlichen Problemen
- werden im Labor hergestellt. Einmal freigegeben können schädliche GVO nicht aus der Umgebung zurückgerufen werden.

Die wissenschaftlich nachgewiesenen Risiken und der klare Mangel an echten Vorteilen haben dazu geführt, dass Experten die Grüne Gentechnik als eine umständliche, überholte Technik ansehen. Sie birgt unnötige Risiken angesichts der Verfügbarkeit

von wirksamen, wissenschaftlich getesteten, energieeffizienten und sicheren Methoden, um dem derzeitigen und künftigen globalen Bedarf an Nahrungsmitteln gerecht zu werden.

Dieser Artikel stellt die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammen – 114 Studien und andere maßgeblichen Dokumente, welche die Grenzen und Risiken von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen aufzeigen sowie die vielen, sichereren und wirksameren Alternativen, die heute verfügbar sind.

Ist Gentechnik eine Erweiterung der natürlichen Züchtung?

Natürliche Vermehrung oder Zucht kann nur zwischen eng verwandten Lebensformen auftreten (Katzen mit Katzen, nicht Katzen mit Hunden, Weizen mit Weizen, nicht Weizen mit Tomaten oder Fisch). Auf diese Weise vererben die Eltern den Nachkommen in geordneter Weise von Generation zu Generation die Gene, welche Informationen für alle Teile des Körpers beinhalten.

Grüne Gentechnik ist nicht wie natürliche Pflanzenzüchtung. Sie benutzt Labor-Techniken, um künstliche Gen-Einheiten einzufügen, um den DNS-Plan der Pflanze neu zu programmieren – mit völlig neuen Eigenschaften. Dieser Vorgang würde nie in der Natur passieren. Die künstliche Gen-Einheiten werden im Labor durch die Einfügung von DNS-Fragmenten geschaffen, die in der Regel aus verschiedenen Organismen wie Viren, Bakterien, Pflanzen und Tieren gewonnen werden. Zum Beispiel wurde das GV-Gen in den gängigsten herbizid-resistenten Sojabohnen aus einem Pflanzenvirus, einem Bodenbakterium und einer Petunien-Pflanze zusammengesetzt.

Die gentechnische Veränderung von Pflanzen ist grob, ungenau und verursacht weit verbreitete Mutationen, die zu großen Veränderungen der DNS der Pflanze [1] führen. Diese Mutationen verändern auf unnatürliche Weise die Funktion der Gene in unberechenbarer und potentiell schädlicher Weise [2], wie im Folgenden beschrieben ist. Unerwünschte Wirkungen sind schlechterer Ernteeertrag, toxische Wirkungen, allergische Reaktionen und Schäden an der Umwelt.

Können gentechnisch veränderte Lebensmittel unbedenklich verzehrt werden?

Im Gegensatz zur Behauptung der Industrie sind gentechnisch veränderte Lebensmittel nicht ausreichend für den menschlichen Verzehr getestet, bevor sie zum Verkauf freigegeben werden [3,4]. Tatsächlich fand die einzige veröffentlichte Studie, in der direkt die Genießbarkeit von genetisch veränderten Lebensmitteln für Menschen überprüft wurde, potenzielle Probleme [5]. Bis heute gab es darüber keine weiteren Studien mehr.

In der Regel beantwortet man die Frage nach der Unbedenklichkeit damit, dass Menschen gentechnisch veränderte Lebensmittel in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern seit über als zehn Jahren ohne schädliche Nebenwirkungen gegessen haben und dass dies die Sicherheit der Produkte beweise. Aber GV-Lebensmittel sind in den USA und anderen Nationen, wo sie häufig gegessen werden, nicht gekennzeichnet und die Verbraucher werden nicht auf Auswirkungen auf die Gesundheit hin beobachtet.

Aus diesem Grund müssten alle Auswirkungen eines genetisch veränderten Lebensmittel auf die Gesundheit ungewöhnliche Bedingungen erfüllen, um bemerkt zu werden.

Die gesundheitlichen Auswirkungen müssten

- sofort nach dem Essen eines Nahrungsmittels auftreten, das als GV bekannt ist (obwohl es nicht entsprechend etikettiert ist. Diese Art der Reaktion nennt man „akute Toxizität“).
- Symptome verursachen, die sich vollständig von denen der Volkskrankheiten unterscheiden. Wenn gentechnisch veränderte Lebensmittel einen Anstieg von allgemeinen oder langsam fortschreitenden Krankheiten wie Allergien oder Krebs verursachen, würde niemand wissen, was zur dem Anstieg geführt hat.
- dramatisch sein und mit dem bloßen Auge sichtbar sein. Niemand untersucht das Körpergewebe einer Person nach dem Essen eines genetisch veränderten Lebensmittels mit einem Mikroskop auf Schäden. Aber genau diese Art der Prüfung ist erforderlich, um frühzeitig Warnungen vor Problemen wie präkanzeröse Veränderungen zu bekommen.

Um wichtige, aber subtilere oder Langzeitwirkungen auf die Gesundheit zu erkennen (chronische Wirkung) sind kontrollierte Langzeitstudien an größeren Populationen erforderlich.

Unter den derzeitigen Bedingungen könnte es bei moderat oder allmählich einsetzenden gesundheitlichen Auswirkungen von gentechnisch veränderten Lebensmitteln Jahrzehnte dauern, bis sie bekannt werden. So dauerte es Jahrzehnte, bis die negativen Auswirkungen der Trans-Fette (eine andere Art von künstlichen Lebensmitteln) erkannt wurden. Schleichende Vergiftungen durch Trans-Fettsäuren haben weltweit Millionen von vorzeitigen Todesfällen verursacht. [6]

Ein weiterer Grund, warum schädliche Auswirkungen von gentechnisch veränderten Lebensmitteln nur langsam erkennbar und weniger offensichtlich sind, liegt daran, dass selbst in den Vereinigten Staaten mit dem längsten Konsum an genetisch veränderten Lebensmitteln, diese nur einen geringen Teil des US-Lebensmittelkonsums ausmachen (Mais weniger als 15% und Soja-Produkte weniger als 5%). Dennoch gibt es Anzeichen dafür, dass etwas nicht in Ordnung ist mit der Lebensmittelversorgung in den USA. Ein Bericht des US Centers for Disease Control zeigt, dass durch Lebensmittel verursachte Erkrankungen in den Jahren zwischen 1994 (kurz vor der Einführung von GV-Lebensmitteln) und 1999 [7] um das 2- bis 10-fache zugenommen haben. Gibt es einen Zusammenhang zu gentechnisch veränderten Lebensmitteln? Niemand weiß es, weil Studien am Menschen nicht vorgenommen wurden.

Tierstudien mit genetisch veränderten Lebensmitteln geben Anlass zur Sorge

Obwohl Studien an Menschen nicht durchgeführt wurden, berichten Wissenschaftler in einer wachsenden Zahl von Studien über die Auswirkungen von gentechnisch veränderten Lebensmitteln auf Versuchstiere. Diese Studien, die im Folgenden zusammengefasst sind, geben Anlass zu ernsthaften Bedenken hinsichtlich der Sicherheit genetisch veränderter Lebensmittel sowohl für Menschen als auch für Tiere.

Kleintier-Fütterungsversuche

- Ratten, die mit GV-Tomaten gefüttert wurden, entwickelten Magengeschwüre. [8]
- Bei Mäusen, die mit GV Soja gefüttert wurden, war die Funktion von Leber,

Bauchspeicheldrüse und Hoden gestört. [9,10,11]

- GV-Erbesen verursachten allergische Reaktionen bei Mäusen. [12]
- Ratten, die mit GV-Raps gefüttert wurden, entwickelten eine erweiterte Leber, oft ein Zeichen für Vergiftungserscheinungen. [13]
- GV-Kartoffeln, die an Ratten verfüttert wurden, verursachten übermäßiges Wachstum der Schleimhaut des Verdauungstraktes ähnlich wie beim Vorstadium von Krebs. [15]
- Ratten, die mit Insektizid erzeugendem GV-Mais gefüttert wurden, wuchsen langsam, hatten Leber- und Nierenprobleme und zeigten eine höhere Konzentration bestimmter Blutfette. [16]
- Ratten, die über drei Generationen mit Insektizid erzeugendem GV- Mais gefüttert wurden, litten unter Leber- und Nierenschäden und zeigten Veränderungen ihrer Blutchemie. [17]
- Alte und junge Mäuse, die mit Insektizid erzeugendem GV-Mais gefüttert wurden, zeigten eine deutliche Störung der Zellpopulationen im Immunsystem und der biochemischen Aktivität. [18]
- Mäuse, die über vier Generationen mit Insektizid erzeugenden GV- Mais gefüttert wurden, zeigten eine Häufung abnormaler struktureller Veränderungen in verschiedenen Organen (Leber, Milz, Bauchspeicheldrüse), größere Veränderungen des Musters der Genfunktion im Darm, was auf Störungen in der Chemie in diesem Organ-System (z.B. der Cholesterin-Produktion, des Auf- und Abbaus von Proteinen), hinweist und was am schwerwiegendsten ist: eine verringerte Fruchtbarkeit. [19]
- Mäuse, die über ihre gesamte Lebensdauer (24 Monate) mit GV-Soja gefüttert wurden, zeigten akutere Alterserscheinungen in der Leber. [20]
- Kaninchen, die mit GV-Soja gefüttert wurden, zeigten Enzymfunktionsstörungen im Nieren und Herz [21].

Fütterungsversuche mit Nutztieren

Vieh wird seit vielen Jahren mit GV-Futtermitteln gefüttert. Bedeutet dies, dass GV-Futtermittel für den Tierbestand unbedenklich sind? Sicherlich bedeutet dies, dass die Auswirkungen nicht akut sind und sich nicht sofort zeigen. Allerdings zeigen Langzeitstudien, die langsam einsetzende und subtilere gesundheitliche Auswirkungen von GV-Futtermitteln bewerten, dass GV-Futtermittel negative Wirkungen haben, welche die oben beschriebenen Ergebnisse für Labortiere bestätigen.

Folgende Probleme wurden festgestellt:

- Schafe, die über drei Generationen mit Insektengift erzeugendem Bt-GV-Mais gefüttert wurden, zeigten Funktionsstörungen des Verdauungssystems der Mutterschafe und der Leber und Bauchspeicheldrüse ihrer Jungtiere. [22]
- GV-DNS übersteht die Verarbeitung und kann im Verdauungstrakt von Schafen nachgewiesen werden, die mit GV-Futtermitteln gefüttert wurden. Daher besteht die Möglichkeit, dass die Gene für Antibiotikaresistenz und Bt-Insektizid in Darmbakterien [23] eindringen, ein Prozess, der als horizontaler Gentransfer bekannt ist. Ein horizontaler Gentransfer kann dazu führen, dass antibiotika-

resistente krankheitserregende Bakterien ("Superbugs") entstehen und Bt-Insektizid im Darm mit potenziell schädlichen Folgen erzeugt wird. Seit Jahren behaupten Regulierungsbehörden und die Biotech-Industrie, dass ein horizontaler Gentransfer mit gentechnisch veränderter DNS nicht auftreten würde, aber dieses Forschungsergebnis stellt diese Behauptung in Frage.

- GV-DNS in Futtermitteln wird von den Tierorganen aufgenommen. Kleine Mengen von GV-DNS tauchen in der Milch und im Fleisch auf, das Menschen zu sich nehmen. [24,25,26] Die Auswirkungen des Verzehrs auf die Gesundheit der Tiere und Menschen sind noch nicht erforscht.

Lassen Tierfütterungsversuche Rückschlüsse auf mögliche gesundheitliche Problemen bei Menschen zu?

Bevor Nahrungsergänzungen und neue Medikamente an menschlichen Versuchspersonen getestet werden können, müssen sie an Mäusen oder Ratten getestet werden. Wenn schädliche Wirkungen in diesen anfänglichen Tierversuchen gefunden werden, dann würde das Mittel wahrscheinlich für den menschlichen Gebrauch nicht zugelassen werden. Nur wenn Tierstudien keine schädlichen Wirkungen des Mittels zeigen, kann es weiter an menschlichen Freiwilligen getestet werden.

Allerdings sind GV-Lebensmittel, die negative Wirkungen bei Versuchstieren verursacht haben, in vielen Ländern zum Verkauf freigegeben worden. Das deutet darauf hin, dass für GV-Lebensmittel weniger strenge Sicherheitsstandards angewandt werden als für neue Arzneimittel. Tatsächlich ist in mindestens einem Land – den USA – die Unbedenklichkeitsbewertung von GVO freiwillig und nicht gesetzlich vorgeschrieben, obwohl bis heute alle GVOs eine freiwillige Bewertung erfahren haben. In eigentlich allen Ländern ist die Unbedenklichkeitsbewertung nicht streng wissenschaftlich. Zum Beispiel sind die Tierfütterungsstudien, die GV-Entwickler routinemäßig durchführen, um die Sicherheit ihrer Produkte zu demonstrieren, zu kurz und haben zu wenig Versuchstiere, um zuverlässig wichtige schädliche Wirkungen zu entdecken. [27]

Während die Industrie selbstständig weniger strenge Studien an ihren GV-Produkten durchführt [28], hat sie andererseits systematisch und beharrlich die Fähigkeit von unabhängigen Wissenschaftlern behindert, strengere und eingehendere unabhängige Forschungen über GVOs durchzuführen. Alle vergleichenden und grundlegenden agronomischen Studien über GVOs, Bewertungen der Sicherheit, über Zusammensetzung und Auswirkungen auf die Umwelt, sind alle von der Biotech-Industrie eingeschränkt und unterdrückt worden. [29,30]

Mit Verträgen verbundene Patentrechte werden verwendet, um den Zugang unabhängiger Forscher zu handelsüblichen GV-Samen einzuschränken. Die Erlaubnis, patentierte GV-Lebensmittel wissenschaftlich zu untersuchen, wird entweder verweigert oder so erschwert, dass die Forschung praktisch blockiert ist. In den Fällen, in denen die Erlaubnis schließlich gegeben wird, behalten sich die Biotech-Konzerne das Recht vor, die Veröffentlichung zu blockieren, was dazu geführt hat, dass viele bedeutende Forschungsergebnisse nie veröffentlicht wurden. [31,32]

Die Industrie und ihre Verbündeten verwenden auch ein Arsenal von PR-Strategien, um Wissenschaftler, die GV-kritische Forschungsergebnisse veröffentlichen, zu diskreditieren und/oder ihnen einen Maulkorb anzulegen. [33]

Sind GV-Nahrungsmittel nahrhafter?

Es gibt keine handelsüblichen GV-Nahrungsmittel mit einem besseren Nährwert. Zurzeit verfügbare GV- Nahrungsmittel sind nicht besser und in einigen Fällen sogar weniger nahrhaft als natürliche Lebensmittel. In Tests haben sich einige als toxisch oder allergieerzeugend erwiesen.

Beispiele:

- GV-Sojabohne hatte einen um 12-14 % niedrigeren Anteil an krebshemmenden Isoflavonen als Nicht-GV-Soya. [34]
- Rapsölsamen, der verändert wurde, um sein Öl mit Vitamin A anzureichern, hatte viel weniger Vitamin E und eine andere Zusammensetzung in Bezug auf Fette und Öle. [35]
- Menschliche Freiwillige zeigten nach einer einzelnen GV-Sojabohnen-Bohnenmahlzeit, dass die GV-DNS die Verarbeitung überstehen kann und im Verdauungstrakt nachweisbar ist. Es gab Beweise für horizontale Genübertragung auf Darmbakterien. [37,37] Die horizontale Genübertragung von antibiotischer Resistenz und Bt- Insektizid-Genen von GV-Nahrungsmitteln auf Darmbakterien ist ein äußerst ernstes Problem, da die modifizierten Darmbakterien widerstandsfähig gegen Antibiotika sind bzw. Bt-Insektizid erzeugen können. Während Bt in seiner natürlichen Form seit Jahren als sicheres Schädlingsbekämpfungsmittel in der Landwirtschaft verwendet worden ist, hat sich in Pflanzen genetisch erzeugtes Bt-Gift bei Labortieren als potenziell gesundheitsschädlich erwiesen. [38,39,40]
- Gegen Ende der 1980er Jahre erwies sich eine Nahrungsergänzung als toxisch, die mit Hilfe von GV- Bakterien produziert wurde. [41]. 37 Amerikaner starben. Über 5.000 wurden ernsthaft krank.
- Mehrere experimentelle, unvermarktete GV-Nahrungsmittelprodukte erwiesen sich als schädlich:
- Auf Paranüsse allergische Personen hatten allergische Reaktionen bei Sojabohne-Bohnen, die mit einem Paranussgen modifiziert waren. [42]
- Der GV-Prozess selbst kann schädliche Wirkungen verursachen. GV-Kartoffeln verursachten toxische Reaktionen in zahlreichen Organismen. [43 44] GV- Erbsen verursachten eine 2-fache allergische Reaktion – das GV-Protein war allergieerzeugend und stimulierte eine allergische Reaktion auf andere Nahrungsbestandteile. [45] Das wirft die Frage auf, ob GV-Nahrungsmittel eine Zunahme in Allergien auf andere Substanzen verursachen.

Können GV-Nahrungsmittel die Weltnahrungsmittelkrise überwinden helfen?

Die eigentliche Ursache des Hungers ist nicht ein Mangel an Nahrung, sondern mangelnder Zugang zur Nahrung. Die Armen haben kein Geld, um Lebensmittel oder gar Land für den Anbau von Kulturpflanzen zu kaufen. Hunger ist im Wesentlichen ein soziales, politisches und wirtschaftliches Problem, das die Grüne Gentechnik nicht lösen kann.

Jüngste Berichte der Weltbank und der Nahrungsmittel- und Landwirtschafts-Organisation der Vereinten Nationen haben den Biotreibstoff-Boom als die Haupt-

ursache der gegenwärtigen Nahrungsmittelkrise identifiziert. [46 47] GV- Erzeuger und -Vermarkter treiben jedoch weiterhin die Verbreitung des Bio-Treibstoffs voran. Das zeigt, dass ihnen der Gewinn wichtiger ist als die Welternährung.

GV-Konzerne konzentrieren sich darauf, gewinnbringende Produkte für Tierfutter und Biotreibstoff für die reichen Länder zu produzieren, nicht Lebensmittel für die Menschen.

GV-Kulturpflanzen tragen weltweit zur Ausweitung der industriellen Landwirtschaft und der Abnahme der Kleinbauern bei. Das ist eine ernste Entwicklung, da es zahlreiche Beweise dafür gibt, dass kleine Farmen effizienter sind als große und größere Hektarerträge erzielen. [48,49,50,51,52]

„Die Klimakatastrophe wurde dazu benutzt, um Biokraftstoffe voranzutreiben und so die Nahrungskrise zu schaffen; und jetzt wird die Nahrungskrise dazu benutzt, um die Kassen der GV-Industrie zu füllen.“ Daniel Howden, Africa Korrespondent, The Independent (London), 2008 [53]

Vergrößert Grüne Gentechnik das Ertrags-Potenzial?

Bestenfalls bringen GV-Kulturpflanzen keine höheren Erträge als ihre Nicht-GV-Gegenstücke, wobei GV-Sojabohnen über ein Jahrzehnt durchweg niedrigere Erträge brachten. [54] Kontrollierte, vergleichende Feldversuche zwischen GV- und Nicht-GV-Sojabohnen weisen darauf hin, dass 50 % der Ertragsminderung auf die störende genetische Wirkung des GV-Modifikationsprozesses zurück zu führen ist. [55] Ähnlich zeigten Feldversuche von Bt-Insektizid erzeugenden Mais-Hybriden, dass sie später reiften und um bis zu 12 % niedrigere Erträge brachten als ihre Nicht-GV-Gegenstücke. [56]

Ein Bericht des US-Landwirtschaftsministeriums (AUS) bestätigt die schlechte Ertragsleistung von GV-Kulturpflanzen. Zitat: *"Kommerzielle GV-Kulturpflanzen steigern nicht das Ertragspotenzial einer Sorte. Tatsächlich kann der Ertrag sogar abnehmen.... Vielleicht ist das größte Problem bei diesen Erkenntnissen die Frage, wie die rasche Akzeptanz von GV-Kulturpflanzen zu erklären ist, wenn die finanziellen Auswirkungen auf den landwirtschaftlichen Betrieb gemischt oder sogar negativ sind."* [57]

Der Misserfolg von GV-Kulturpflanzen bei der Vergrößerung des Ertragspotenzials wurde 2008 in einem Bericht der United Nations International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD) betont. [58] Dieser Bericht über die Zukunft der Landwirtschaft, der von 400 Wissenschaftlern verfasst und von 58 Regierungen gefördert wurde, stellte fest, dass die Erträge von GV-Kulturpflanzen in einigen Fällen "sehr schwankend" und in manchen Fällen "niedriger" waren. Der Bericht bemerkt: *"Die Bewertung der Technologie hinkt hinter ihrer Entwicklung her, Informationen beruhen auf Einzelberichten und sind widersprüchlich. Unsicherheit über mögliche Vorteile und Schäden ist unvermeidlich."*

Mangelhafter Ertrag

Die gegenwärtig maßgebliche Studie über den Ertrag von GV-Kulturpflanzen ist *"Mangelhafter Ertrag: Beurteilung des Ertrags von GV-Kulturpflanzen"*. Die 2009 veröffentlichte Studie wurde verfasst von Dr. Doug Gurian-Sherman, vormalis Wissenschaftler am US EPA and Center for Food Safety. Sie beruht auf veröffentlichten, von Experten begutachteten Studien, die von akademischen Wissenschaftlern unter Anwendung entsprechender experimenteller Kontrollen

durchgeführt wurden.

In der Studie unterscheidet Dr. Gurian-Sherman zwischen dem artspezifischen Ertrag (auch genannt potenzieller Ertrag), den er als höchsten Ertrag definiert, der unter idealen Bedingungen erzielt werden kann, und dem betrieblichen Ertrag, der unter normalen Feldbedingungen erzielt wird, unter Berücksichtigung von Ertragsminderung durch Schädlinge, Wassermangel oder andere Umweltbelastungen.

Die Studie unterscheidet auch zwischen Wirkungen auf den Ertrag, die durch herkömmliche Zuchtmethoden zustande kommen und solchen, die GV-spezifisch sind. Biotech-Konzerne setzen heute üblicherweise herkömmliche Fortpflanzung und Marker ein, um ertragreichere Kulturpflanzen zu züchten und dann schließlich ein Gen für die Herbizid-Toleranz oder Insektenresistenz einzubauen. In solchen Fällen sind höhere Erträge nicht das Ergebnis der Gentechnologie, sondern der herkömmlichen Züchtung. *"Mangelhafter Ertrag"* nimmt diese Unterscheidungen und Analysen auseinander und klärt, was Gentechnologie und herkömmliche Züchtung zum zunehmenden Ertrag beitragen.

Beruhend auf Studien an Mais und Sojabohnen, den zwei am meisten angebauten GV-Kulturpflanzen in den Vereinigten Staaten, kommt die Studie zu dem Schluss, dass gentechnisch veränderte herbizid-tolerante Sojabohnen und -Mais keine größeren Erträge bringen.

Die Erträge von insektenresistentem Mais haben sich inzwischen nur geringfügig verbessert. Die Zunahme der Erträge für beide Kulturpflanzen im Laufe der letzten 13 Jahre war gemäß des Berichts größtenteils auf traditionelle Zuchtverfahren oder Verbesserungen der landwirtschaftlichen Methoden zurückzuführen.

Der Autor kommt zu dem Schluss: *"Handelsübliche GV-Kulturpflanzen haben bisher keinen Betrag für die Anhebung des artspezifischen oder potenziellen Ertrags irgendeiner Kulturpflanze geleistet. Demgegenüber ist die traditionelle Züchtung in dieser Beziehung eindrucksvoll erfolgreich gewesen; ihr allein sind die artspezifischen Ertragssteigerungen in den Vereinigten Staaten und anderen Teilen der Welt zu verdanken, welche charakteristisch sind für die Landwirtschaft des zwanzigsten Jahrhunderts."* [59]

Kritiker der Studie haben eingewandt, dass Daten von Entwicklungsländern nicht verwendet werden. The Union of Concerned Scientists antwortet, dass es wenige von Experten begutachtete Studien gibt, die den Ertragsbeitrag von GV-Kulturpflanzen in Entwicklungsländern bewerten - nicht genug, um klare und zuverlässige Schlussfolgerungen zu ziehen. Jedoch gibt der Anbau der am meisten angebauten GV-Nutzpflanze in den Entwicklungsländern, der herbizidtoleranten Sojabohne, einige Hinweise. Daten aus Argentinien, das mehr GV-Sojabohnen angebaut hat als jedes andere Entwicklungsland, weisen darauf hin, dass die Erträge bei GV-Sorten gleich oder niedriger sind als für bei herkömmlichen Nicht-GV-Sojabohnen. [60]

"Wenn wir Fortschritte bei der Bekämpfung des Hungers infolge von Überbevölkerung und Klimaveränderung machen wollen, müssen wir die Erträge der Kulturpflanzen steigern," sagt Dr Gurian-Sherman. *"Traditionelle Züchtung ist der Gentechnologie überlegen."* [61]

Wenn Grüne Gentechnik den artspezifischen (potenziellen) Ertrag nicht einmal in den reichen Vereinigten Staaten verbessern kann, wo hoher Aufwand, Bewässerung und hohe Subventionen die Norm sind, dann wäre es unverantwortlich, anzunehmen, dass sie Erträge in der Dritten Welt verbessern würde, wo eine gesteigerte Nahrungsmittel-

produktion am dringendsten erforderlich ist. Initiativen, die GV-Kulturpflanzen in den Entwicklungsländern zu fördern, sind in der Experimentierphase und scheinen auf Erwartungen zu beruhen, die mit im Westen gewonnenen Daten nicht im Einklang stehen.

Im Westen werden Missernten häufig von Regierungen abgesichert, die Bauern mit Entschädigungen aus der Klemme helfen. Solche Unterstützungssysteme sind in den Entwicklungsländern selten. Dort hängen Farmen und der gesamte Lebensunterhalt der Bauern buchstäblich von der Ernte ab. Missernten können schwerwiegende Folgen haben.

Drei GV-Kulturpflanzen für Afrika

GV-Süßkartoffel

Die virusresistente Süßkartoffel war das ultimative GV-Vorzeigeprojekt für Afrika und erzeugte eine Menge globaler Medienaufmerksamkeit. Florence Wambugu, eine Monsanto-Wissenschaftlerin, die das Projekt forcierte, wurde als afrikanische Heldin und der Retter von Millionen gefeiert. Grundlage waren Versprechungen, dass die GV-Süßkartoffel die Ernteerträge in Kenia verdoppeln würde. Das Forbes-Magazin erklärte sogar, sie gehöre zu der kleinen Handvoll Menschen auf der ganzen Welt, welche *"die Zukunft neu erfinden würden."* [62] Es stellte sich allerdings heraus, dass die Versprechungen über die GV-Süßkartoffel falsch waren, denn die Feldversuche mit der GV-Pflanze waren ein Fehlschlag. [63,64]

Im Gegensatz zu der ungetesteten GV-Süßkartoffelsorte hatte ein erfolgreiches konventionelles Züchtungsprogramm in Uganda eine neue ertragreiche Sorte hergestellt, die virusresistent war und die *„Erträge um rund 100% steigerte“*. Das ugandische Projekt führte in nur wenigen Jahren bei geringen Kosten zum Erfolg. Die GV-Süßkartoffel hingegen hatte eine Entwicklungszeit von über 12 Jahren und kostete Monsanto, die Weltbank und USAID 6 Millionen USD. [65]

GV-Maniok

Um die Produktion von Maniok – eines der wichtigsten Nahrungsmittel in Afrika – durch den Sieg über einen verheerenden Virus massiv zu steigern, wurde die Grüne Gentechnik seit Mitte der 1990er Jahre stark gefördert. Es war sogar die Rede von einer gentechnischen Lösung des Hungerproblems in Afrika durch Steigerung der Maniok-Erträge um das 10fache. [66] Aber fast nichts scheint erreicht worden zu sein. Auch nachdem klar geworden war, dass GV-Maniok ein größerer technischer Fehlschlag war [67], kursierten in Afrika weiterhin Medienberichte über die Beendigung des Hungers damit. [68,69] Inzwischen wurden in aller Stille konventionell (Nicht-GV) virusresistente Manioksträucher gezüchtet, die einen bemerkenswerten Fortschritt auf den Feldern der Landwirte brachten, auch bei Trockenheit. [70]

Bt-Baumwolle

In Makhatini, Südafrika, wurden 1998 auf 100.000 Hektar Bt-Baumwolle angebaut, oft zitiert als Vorzeigeprojekt für Kleinbauern. 2002 waren es nur noch 22.500 Hektar, eine Verringerung um 80% in 4 Jahren. 2004 hatten 85% der Bt-Baumwolle anzubauenden Landwirte aufgegeben. Die Bauern hatten Schädlingsprobleme und keine Ertragssteigerung. Diejenigen Landwirte, die unter Verlust weiter machten, taten das nur, weil die südafrikanische Regierung das Projekt subventionierte und es einen garantierten Absatz für die Baumwolle gab. [71]

Eine Studie in der Zeitschrift *„Crop Protection“* kam zu dem Ergebnis, dass so wie der Anbau zur Zeit gemanagt würde *„der Anbau von Bt-Baumwolle in Makhathini nicht*

genügend Einkommen generieren würde, um zu einer spürbaren und nachhaltigen Verbesserung der sozioökonomischen Situation zu führen. Die Einführung einer Innovation wie der Bt-Baumwolle scheint sich aber nur bei ausreichend intensiver Landwirtschaft zu lohnen." [72]

Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf die Landwirtschaft?

Die industrielle Landwirtschaft trägt stark zur globalen Erwärmung bei, zumal sie für bis zu 20 Prozent der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich ist, und einige Methoden zur Ertragssteigerung können diese negativen Auswirkungen noch verschärfen. Zum Beispiel brauchen Pflanzen mit einem höheren artspezifischen Ertrag häufig mehr mit fossilen Brennstoffen erzeugten Stickstoff-Dünger, von denen einige durch Bodenmikroben in Lachgas umgewandelt werden, ein Treibhausgas, das fast 300-mal stärker ist als Kohlendioxid. Die Minimierung der zukünftigen Auswirkungen globaler Landwirtschaft auf das Klima werden Investitionen in landwirtschaftliche Systeme erfordern, die weniger abhängig sind von industriellen Düngemitteln und agroökologischen Methoden zur Verbesserung der Wasserspeicherkapazität und Widerstandsfähigkeit des Bodens.

GV-Saatgut wird von agrochemischen Unternehmen hergestellt und ist stark abhängig von teuren externen Betriebsmitteln wie synthetische Dünger, Herbizide und Pestizide. Es wäre riskant, diese Kulturen angesichts des Klimawandels zu fördern.

Globales Ölfördermaximum und Landwirtschaft

Nach Ansicht einiger Analysten ist Peak Oil, das globale Ölfördermaximum, bereits erreicht. Dies wird drastische Auswirkungen auf die Art von Landwirtschaft haben, die wir betreiben. GV-Pflanzen sind für die Verwendung mit synthetischer Pflanzenschutzmittel und Düngemittel konzipiert. Aber synthetische Pestizide werden aus Öl, und Kunstdünger aus Erdgas hergestellt. Beide dieser fossilen Brennstoffe gehen rasch zur Neige, ebenso die Phosphate, ein Hauptbestandteil von synthetischen Düngemitteln. Eine Landwirtschaft, die auf der gegenwärtigen US-Gen- und Chemotechnik beruht, die von diesen fossilen Brennstoffen abhängig ist, wird zunehmend teurer und weniger nachhaltig. Dazu sagt die Statistik:

- Im US-Lebensmittel-System sind 10 kcal fossiler Energie für jede kcal in konsumierter Nahrung erforderlich. [73]
- Etwa 7,2 Quads (= $7,2 \times 10^{15}$ BTU) fossiler Energie werden in den USA pro Jahr in der Landwirtschaft und Viehhaltung verbraucht. [74,75]
- Etwa 8 Millionen kcal/ha sind erforderlich für eine durchschnittliche Ernte von Mais oder ähnlichen Kulturpflanzen. [76]
- Zwei Drittel der Energie in der Landwirtschaft wird für Düngemittel und mechanische Bearbeitung aufgewendet. [77]

Bewährte Technologien können den Verbrauch an fossiler Energie in der Landwirtschaft reduzieren: verringerte Düngenanwendung, Auswahl von landwirtschaftlichen Maschinen passend für jede Aufgabe, nachhaltiges Bodenmanagement, Begrenzung der Bewässerung und ökologische Landbautechniken. [78]

Am Rodale Institute Farming Systems Trial (FST) kam Dr. David Pimentel von der

Universität von Cornell in einer vergleichenden Analyse des Energieaufwandes zu dem Ergebnis, dass biologische Landwirtschaftssysteme gerade mal 63 % der Energie von konventionellen Systemen benötigen, größtenteils wegen der enormen Energiemengen für die Synthetisierung von Stickstoffdünger sowie die Herbizid-Produktion. [79]

Studien zeigen, dass die wenig aufwändige Biolandwirtschaft gut in afrikanischen Ländern funktioniert. Im Tigray-Projekt in Äthiopien, das teilweise von den Vereinten Nationen (UN Food and Agriculture Organisation - FAO) gefördert wurde, verglich man die Ernteerträge unter Anwendung von Kompost einerseits und chemischen Düngern andererseits über mehr als sechs Jahre. Die Ergebnisse zeigten, dass Kompost chemische Dünger ersetzen kann, und dass er die Erträge um durchschnittlich über 30 Prozent steigerte. Als positiven Nebeneffekt der Verwendung von Komposts bemerkten die Bauern, dass die Kulturpflanzen eine bessere Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge und Krankheit hatten, und dass sich "schwieriges Unkraut" verringerte. [80]

GV-Kulturpflanzen und Klimaveränderung

Die Klimaveränderung bringt plötzliche, extreme und unvorhersehbare Wetteränderungen. Wenn wir überleben wollen, dann muss die Nahrungsbasis so flexibel, robust und vielfältig wie möglich sein. Grüne Gentechnik bietet genau das Gegenteil – eine Begrenzung der Kulturpflanzenvielfalt und eine unflexible Technologie, die Jahre und Millionen von Dollars an Investitionen für jede neue Sorte erfordert.

Jede GV-Kulturpflanze ist für eine besondere Nische maßgeschneidert. Angesichts der Klimaveränderung weiß niemand, welche Nischen wo bestehen. Der beste Weg, um sich gegen die zerstörenden Wirkungen der Klimaveränderung abzusichern, ist der Anbau eines breiten Spektrums von genetisch unterschiedlichen und ertragreichen Kulturpflanzen.

Gentechnik-Konzerne haben Pflanzengene patentiert, die angeblich an der Toleranz hinsichtlich Wassermangels, Hitze, Überschwemmung, und Salzgehalt beteiligt sind – aber haben es nicht geschafft, mit diesen Genen auch nur eine einzige neue Kulturpflanze mit diesen Eigenschaften zu erzeugen. Der Grund dafür ist, dass diese Funktionen hoch komplex sind und viele verschiedene Gene daran beteiligt sind, die auf eine genau geregelte Weise zusammenarbeiten. Es liegt außerhalb der Möglichkeiten der gegenwärtigen Gentechnik, Kulturpflanzen mit einer solchen hoch entwickelten, fein ausbancierten geregelten Genstruktur und derart verbesserten Toleranzeigenschaften zu entwickeln.

Das herkömmliche, natürliche Kreuzen, das ganzheitlich arbeitet, ist für die Erreichung dieses Zieles viel besser geeignet, da es viele Varianten eigentlich jeder gebräuchlichen Kulturpflanze verwendet, die Wassermangel, Hitze, Überschwemmung, und Salzgehalt gut vertragen.

Außerdem sind Fortschritte in der Pflanzenzüchtung durch den Einsatz von Präzisionszucht (MAS) gemacht worden, ein größtenteils unumstrittener Zweig der Biotechnologie, der den natürlichen Zuchtvorgang durch die Identifikation wichtiger Gene beschleunigen kann. MAS hat nicht die Risiken und Unsicherheiten der Grünen Gentechnik.

Die Meinungsverschiedenheiten um MAS beziehen sich auf Genpatent-Probleme. Es ist für Entwicklungsländer wichtig, die Implikationen des Patentschutzes im Zusammenhang mit derartigen Kulturpflanzen zu bedenken.

Erfolge mit konventionellen Nischen-Kulturpflanzen

Wenn man davon ausgeht, dass Nischen-Kulturpflanzen nützlich bei der Anpassung an Klimaveränderungen sein können, dann gibt es bessere Züchtungsmethoden als Gentechnik.

Konventionelle und Präzisionszüchtung haben viele Fortschritte bei der Zucht von Spezial-Kulturpflanzen gebracht, auch wenn diese nur einen Bruchteil an öffentlicher Aufmerksamkeit im Vergleich zu den oft spekulativen Ansprüchen von Gentechnik-Wundern bekommen haben.

Ein Beispiel für einen derartigen Nicht-GMO-Erfolg ist der "Schnorchel-Reis", der sich Überschwemmungen durch längeres Stammwachstum anpasst und so dem Ertrinken entgeht. [81] Dabei wurde die Gentechnik nur als Forschungsinstrument benutzt, um wünschenswerte Gene zu identifizieren und für die Züchtung der Schnorchel-Reis-Gattung nur konventionelle bzw. Präzisionszüchtung angewandt. Schnorchel-Reis ist also völlig ohne Gentechnik entstanden. Dies ist ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie das gesamte Spektrum der Biotechnologie einschließlich der Gentechnik am wirksamsten eingesetzt werden kann, um den natürlichen Zuchtprozess für die Entwicklung neuer Kulturen einzusetzen, die den kritischen Anforderungen der heutigen Zeit gerecht werden.

Sind gentechnisch veränderte Kulturen umweltfreundlich?

Zwei Arten von GV-Pflanzen dominieren den Markt:

Pflanzen, die gegen ein breites Spektrum (kill-all) von Herbiziden wie Roundup resistent sind. Sie sollen den Landwirten die Möglichkeit geben, weniger häufig Herbizide zur Unkrautvernichtung zu sprühen, ohne die Kulturpflanze zu schädigen.

Pflanzen, die das Insektengift Bt-Toxin produzieren. Damit soll erreicht werden, dass der Landwirt weniger chemische Insektizide sprühen muss. – Beide Ansprüche bedürfen einer eingehenden Analyse.

Genpflanzen und Herbizide

Die am häufigsten angebauten herbizid-resistenten GV-Pflanzen wurden für eine Resistenz gegen Roundup konstruiert. Jedoch hat die zunehmende Verwendung von Roundup zum Entstehen zahlreicher Unkräuter geführt, die resistent gegen dieses Herbizid sind. [82] Gegen Roundup resistente Unkräuter sind heute alltäglich. Beispiele sind Schweinekraut [83], Roggengras [84] und Marestail [85]. In den USA sank nach Einführung der GV-Kulturen zunächst der durchschnittliche Einsatz von Herbiziden, gefolgt von einer starken Zunahme, da die Landwirte gezwungen waren, ihre landwirtschaftliche Praktiken zu ändern, um Unkraut zu vernichten, das eine Resistenz gegen Roundup entwickelt hatte. [86,87] Die Landwirte haben die Roundup-Mengen auf ihren Feldern drastisch gesteigert und wurden angewiesen, immer stärkere Mischungen aus mehreren Herbiziden und nicht nur Roundup allein einzusetzen. [88,89]

Alle diese Chemikalien sind toxisch und eine Gefahr sowohl für die anwendenden Landwirte als auch für Menschen und Vieh, die das Produkt essen. Dies gilt auch für Roundup, das erwiesenermaßen eine Reihe von schädlichen Zellgift-Wirkungen ähnlicher Art hat wie Pflanzen, die gentechnisch gegen Herbizide resistent gemacht wurden.

Eine Studie der kanadischen Regierung vom Jahr 2001 ergab, dass schon nach 4-5

Jahren kommerziellen Anbaus von herbizidresistentem GV-Raps (Canola) durch Kreuzung "Super-Unkräuter" entstanden sind, die gegen bis zu drei verschiedenen Breitband-Herbizide resistent sind. Diese Super-Unkräuter wurden zu einem ernstem Problem für die Landwirte sowohl auf ihren Feldern [91,92] als auch außerhalb [93].

Darüber hinaus hat man herausgefunden, dass GV-Raps sich mit verwandten Wildpflanzen kreuzt und seine herbizid-resistenten Gene auf diese überträgt, zum Beispiel auf Ackersenf und Hederich / Rübe. Daraus können weitere Super-Unkräuter entstehen, die für die Landwirte schwer zu halten sind. [94] Die Agrarkonzerne reagierten mit der Empfehlung, größere Mengen und komplexe Mischungen von Herbiziden zu verwenden [95,96] und begannen mit der Entwicklung von Pflanzen, die resistent gegen zusätzliche oder Mischungen von Herbiziden sein sollten. Diese Entwicklungen bedeuten die Schaffung eines chemischen Teufelskreises, der besonders verhängnisvoll für Landwirte in den Entwicklungsländern ist.

Insektizid erzeugende GV-Pflanzen

Bt-Insektizid erzeugende genetisch veränderte Kulturen haben zu einer Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge geführt und damit zu einem verstärkten Einsatz von Chemie. [97, 98,99]

In China und Indien war Bt-Baumwolle zunächst wirksam bei der Unterdrückung des Baumwollkapselkäfers. Aber sekundäre Schädlinge, insbesondere Grashüpfer (mirids) und andere Insekten (mealy bugs), die sehr widerstandsfähig gegen Bt-Toxin sind, haben bald ihren Platz eingenommen. Die Landwirte erlitten massive Ernteverluste und mussten teure Pestizide einsetzen, die ihre Gewinnspanne zunichte machten. [100,101, 102, 103] Solche Entwicklungen sind wahrscheinlich noch schädlicher für die Landwirte in den Entwicklungsländern, die sich teure Betriebsmittel nicht leisten können.

Die Behauptung, dass Bt-GV-Kulturen den Verbrauch an Pestiziden verringern, ist unaufrichtig, da die Bt-Pflanzen an sich schon Pestizide sind. Prof. Gilles-Eric Seralini von der Universität Caen, Frankreich, sagt: *"Bt-Pflanzen sind in der Tat dazu bestimmt sind, Toxine zu produzieren, um Schädlinge abzuwehren. Bt Brinjal (Auberginen) erzeugen eine sehr hohe Menge von 16-17mg Toxin pro kg. Tiere leiden darunter. Leider wurden ihre Auswirkungen auf Menschen nicht getestet."* [104]

GV-Pflanzen und Natur

Landwirtschaftliche Versuche, die von der britischen Regierung gesponsert wurden, haben nachgewiesen, dass der Anbau von herbizid-resistenten GV-Pflanzen (Zuckerrüben, Raps) wildlebende Pflanzen- und Tierpopulationen dezimieren kann. [105, 106]

Der Fall Argentinien

In Argentinien hatte die massive Umstellung der Landwirtschaft auf die GV-Soja-Produktion katastrophale Auswirkungen auf die ländlichen sozialen und wirtschaftlichen Strukturen. Sie hat die Ernährungssicherheit geschädigt und eine Reihe von Umweltproblemen verursacht wie die Verbreitung von herbizid-resistenten Unkräutern, Auslaugung der Böden und Zunahme von Schädlingen und Krankheiten. [107, 108]

GV-Pflanzen und Organismen und Insekten, die nicht Ziel der gentechnischen Veränderung sind

Bt-Insektizid erzeugende genetisch veränderte Kulturen schaden anderen Insektenpopulationen wie Butterfliegen [109, 110, 111] und Nützlingen [112]. Bt-Insektizid, das von GV-Pflanzen freigesetzt wird, kann auch giftig für Wasserlebewesen [113] und Bodenorganismen [114] sein. Eine Studie zeigt mehr negative als positive Auswirkungen auf nützliche Insekten durch genetisch veränderte Bt-Insektizid erzeugende Kulturpflanzen. [115]

Können gentechnisch veränderte und nicht veränderte Kulturen koexistieren?

Die Biotech-Industrie argumentiert, dass die Landwirte in der Lage sein sollten, zu entscheiden, ob sie gentechnisch veränderte Kulturen anbauen wollen. Sie behauptet, dass gentechnisch veränderte und nicht veränderte Kulturen friedlich "koexistieren" können. Die Erfahrung in Nordamerika hat aber gezeigt, dass die "Koexistenz" von gentechnisch veränderten und nicht veränderten Kulturen schnell zu einer großflächigen Kontamination von nicht gentechnisch veränderten Kulturpflanzen führt.

Dies hat nicht nur erhebliche agroökologische Auswirkungen, sondern auch schwerwiegende wirtschaftliche Folgen, da die Fähigkeit der Biobauern beeinträchtigt wird, Hochqualitätspreise zu erzielen, und die Märkte jener Exportländer verschlossen sind, die strenge Vorschriften hinsichtlich GVO-Kontaminationen haben.

Die Kontamination erfolgt durch Auskreuzung von gentechnisch verändertem Saatgut, das von landwirtschaftlichen Maschinen verstreut wird und durch unbeabsichtigte Vermischung während der Lagerung. Die Verbreitung von GV-Kulturen in einem Land beseitigt die Wahlmöglichkeit – jeder wird allmählich gezwungen, GV-Kulturen anbauen oder die Kontamination seiner Nicht-GV-Pflanzen hinzunehmen.

Hier sind ein paar Beispiele von GMO-Kontaminationsfällen:

- 2006 stellte man fest, dass gentechnisch veränderter Reis, der nur für ein Jahr in Feldversuchen angebaut wurde, weitgehend die US-Reis-Vorräte und das Saatgut verunreinigt hatte. [116] Kontaminierter Reis wurde sogar so weit entfernt wie in Afrika, Europa und Mittelamerika gefunden. Im März 2007 berichtete Reuters, dass der US-Reis-Exportumsatz als ein Ergebnis der GVO-Kontamination um rund 20 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen war. [117]
- In Kanada hat es die Verunreinigung durch GV-Raps praktisch unmöglich gemacht, biologischen Nicht-GV-Raps anzubauen. [118]
- US-Gerichte nahmen die Zulassung von gentechnisch veränderter Luzerne zurück, weil dieser die Existenz von Nicht-GV-Luzerne durch Auskreuzung bedrohte. [119]
- Der Anbau von Bio-Mais in Spanien hat infolge Fremdbestäubungsproblemen in dem Maße stark abgenommen wie die Anbaufläche von GV-Mais zunahm. [120]
- 2009 brach der kanadische Leinsamen-Exportmarkt nach Europa ein, nachdem man eine großflächige Kontamination mit einer nicht zugelassenen GMO-Sorte entdeckt hatte. [121]
- Allein im Jahr 2007 gab es 39 neue Fälle von Kontamination durch GVOs in 23 Ländern und seit 2005 wurden 216 Fälle gemeldet. [122]

Alternativen zu Grüner Gentechnik

Viele maßgebliche Quellen darunter der IAASTD-Bericht über die Zukunft der Landwirtschaft [123] haben festgestellt, dass GV-Kulturen der globalen Landwirtschaft und den Herausforderungen von Armut, Hunger und Klimawandel wenig zu bieten haben, weil bessere Alternativen verfügbar sind. Diese haben viele Namen: integrierte Schädlingsbekämpfung (IPM), biologisches, nachhaltiges, wenig aufwändiges, nicht-chemisches Pflanzenschutzmanagement (NPM) und ökologischer Anbau, und erstrecken sich aber über die Grenzen bestimmter Kategorien. Projekte, bei denen diese nachhaltige Strategien in der Dritten Welt eingesetzt wurden, haben eine dramatische Steigerung der Erträge und der Lebensmittelsicherheit erreicht. [124,125, 126,127,128,129]

Mögliche Strategien sind:

- Nachhaltige, wenig aufwändige, energie- und zeitsparende Methoden, die den Boden erhalten und pflegen, Wasser sparen und die natürliche Widerstandsfähigkeit der Nutzpflanzen gegen Schädlinge verbessern.
- Innovative landwirtschaftliche Methoden, die den Verbrauch an kostspieligen chemischen Pestiziden und Düngemittel minimieren oder überflüssig machen.
- Verwendung von Tausenden traditioneller Sorten jeder bedeutenden Nahrungspflanze, die auf natürliche Weise widerstandsfähig sind gegen Stress wie Trockenheit, Hitze, raue Witterung, Überschwemmungen, Versalzung, schlechte Böden, Schädlinge und Krankheiten. [130]
- Nutzung vorhandener Pflanzen und ihrer wilden Verwandten in der traditionellen Züchtung zur Entwicklung weiterer Sorten mit nützlichen Eigenschaften.
- Programme, die es den Landwirten ermöglichen, herkömmliches Saatgut kooperativ zu erhalten und zu verbessern.
- Anwendung der nützlichen und ganzheitlichen Aspekte der modernen Biotechnologie, wie Präzisionszüchtung (Marker Assisted Selection (MAS)), die das neueste genetische Wissen zur Beschleunigung der traditionellen Züchtung einsetzt. [131] Im Gegensatz zur Gentechnik kann MAS auf sichere Weise neue Pflanzensorten mit wertvollen, genetisch komplexen Eigenschaften wie besserer Nährstoffgehalt, Geschmack, Ertragspotenzial, Widerstandsfähigkeit gegen Schädlinge und Krankheiten sowie Toleranz gegenüber Trockenheit, Hitze, hohe Versalzung und Überschwemmung züchten. [132]

Biologische und wenig aufwändige Methoden zur Verbesserung der Erträge in Afrika

Es gibt kaum einen Grund, den Lebensunterhalt armer Bauern aufs Spiel zu setzen, indem man sie dazu verleitet, experimentelle GV-Pflanzen anzubauen, wenn bewährte und getestete, kostengünstige Methoden zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Mehrere neuere Studien haben gezeigt, dass wenig aufwändige Methoden wie Biolandbau die Erträge zusammen mit anderen Vorteilen in den afrikanischen Ländern dramatisch verbessern. Solche Methoden haben den Vorteil, dass sie auf Wissen beruhen anstatt auf hohen Betriebskosten. Dadurch sind sie für arme Bauern geeigneter als die teureren Technologien (die in der Vergangenheit oft nichts gebracht haben).

Ein Bericht der Vereinten Nationen, *"Bio-Landwirtschaft und Ernährungssicherung in*

Afrika" (2008) untersuchte 114 landwirtschaftliche Projekte in 24 afrikanischen Ländern und stellte fest, dass biologische oder nahezu biologische Praktiken zu einer Ertragssteigerung von mehr als 100 Prozent geführt haben. In Ostafrika fand man eine Ertragssteigerung von 128 Prozent. [133] Im Vorwort zu der Studie heißt es: *"Die Erkenntnisse, die in dieser Studie präsentiert werden, unterstützen das Argument, dass der Biolandbau förderlicher für die Ernährungssicherheit in Afrika sein kann als die meisten herkömmlichen Produktionssysteme, und dass er auf lange Sicht wahrscheinlich nachhaltiger ist."* [134]

Bio- und wenig aufwändige Methoden verbessern das Einkommen von Landwirten in den Entwicklungsländern

Armut ist ein wesentlicher Faktor, für mangelnde Ernährungssicherheit. Nach dem Bericht der Vereinten Nationen 2008, *"Bio-Landwirtschaft und Ernährungssicherheit in Afrika"*, hat der ökologische Landbau auf verschiedene Weise eine positive Auswirkung auf die Armut.

Vorteile für die Landwirte:

- Finanzielle Einsparungen, da die ökologische Landwirtschaft keine kostspieligen Pestizide und Düngemittel erfordert;
- zusätzliches Einkommen durch den Verkauf größerer Erträge (infolge der Umstellung auf Bio);
- Premium-Preise für zertifizierte Bio-Produkte, in Afrika vor allem beim Export, aber auch in den inländischen Märkten;
- Mehrwert durch die Verarbeitung ökologischer Erzeugnisse.

Diese Erkenntnisse werden durch Untersuchungen aus Asien und Lateinamerika gestützt, die feststellen, dass der ökologische Landbau die Armut auf umweltfreundliche Weise reduzieren kann. [135]

Eine kürzlich durchgeführte Studie ergab, dass Bio-Bauernhöfe, die auch für den Export produzieren, deutlich profitabler sind als konventionelle (in Bezug auf das Netto-Einkommen des Bauerhofs). [136] Von diesen Fällen zeigten 87 Prozent Steigerungen des bäuerlichen und privaten Einkommens als Ergebnis der Umstellung auf Biolandbau, der somit dazu beiträgt, die Armut zu verringern und die regionale Ernährungssicherheit zu steigern.

Wem gehört die Technologie?

Bei der Prüfung, welche landwirtschaftlichen Technologien der Dritten Welt am meisten nützen, ist die Frage entscheidend: Wem gehören die Technologien? Die "Gen-Revolution", die für Afrika vorgeschlagen wird, läuft über öffentlich-private Partnerschaften. Die öffentliche Seite derartiger Partnerschaften ist in Afrika, während die private Seite Biotechnologie-Unternehmen in den Vereinigten Staaten und in Europa sind.

Die Transgene in GV-Pflanzen sind patentiert und gehören Biotech-Unternehmen. In den Vereinigten Staaten und Kanada haben Unternehmen Landwirte verklagt, deren Kulturen patentierte GV-Gene enthalten.

Die Behauptungen von Landwirten, dass sie nicht absichtlich GV-Kulturen angepflanzt hätten, schützt sie nicht vor hohen Geldstrafen.

Wenn Landwirte GV-Saatgut kaufen, unterzeichnen sie eine Vereinbarung mit dem Versprechen, Saatgut nicht zu speichern und neu auszusähen. Sie müssen jedes Jahr neues Saatgut bei dem Biotech-Unternehmen kaufen und übertragen so die Kontrolle der Lebensmittelproduktion auf das Saatgut-Unternehmen. Wenn das Schule macht, werden die Landwirte allmählich kaum eine andere Wahl haben als GV-Saatgut zu kaufen. Jahrhundertaltes landwirtschaftliches Wissen, das die Schaffung lokal angepasster und vielfältiger Saatgutvorräte ermöglicht hat, wird ausgelöscht. Im Gegensatz dazu erfordern wenig aufwändige und ökologische Methoden keine patentgeschützten Technologien. Die Kontrolle der Lebensmittelproduktion bleibt in den Händen der Landwirte, aber auch die Fähigkeiten der Bauern bleiben lebendig und begünstigen die Ernährungssicherheit.

Literatur

1. The Mutational Consequences of Plant Transformation. Latham J.R. et al. *J Biomed Biotech.* 2006, Article ID 25376, 1-7, 2006.
2. Transformation-induced mutations in transgenic plants: Analysis and biosafety implications. Wilson A.K. et al. *Biotechnol Genet Eng Rev.*, 23: 209-234, 2006.
3. Safety testing and regulation of genetically engineered foods. Freese W and Schubert D. *Biotechnol Genet Eng Rev.*, 21: 299-324, 2004.
4. GMO in animal nutrition: potential benefits and risks. Pusztai A. and Bardocz S. In: *Biology of Nutrition in Growing Animals*, eds. R. Mosenthin, J. Zentek and T. Zebrowska, Elsevier Limited, pp. 513- 540, 2006.
5. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. Netherwood T. et al. *Nat Biotech.*, 22: 204- 209, 2004.
6. Experts Weigh In: Will Trans Fat Bans Affect Obesity Trends? Meir Stampfer. *DOC News*, Volume 4 (Number 5): p. 1, 1 May 2007.
7. Food related illness and death in the United States. Mead P.S. et al. *Emerging Infectious Diseases*, 5: 607-625, 1999.
8. Food Safety - Contaminants and Toxins. Unpublished study reviewed in J.P.F. D'Mello, CABI Publishing, 2003.
9. Fine structural analysis of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean. Malatesta M. et al. *Eur J Histochem.*, 47: 385- 388, 2003.
10. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. Malatesta M et al. *Cell Struct Funct.*, 27: 173-180, 2002.
11. Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean. Vecchio L. et al. *Eur J Histochem.*, 48: 448-454, 2004.
12. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. Prescott V.E. et al. *J Agric Food Chem.*, 53: 9023-9030, 2005.
13. Biotechnology Consultation Note to the File BNF No 00077. Office of Food Additive Safety, Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration, 4 September 2002.
14. GMO in animal nutrition: potential benefits and risks. Pusztai A. and Bardocz S. In: *Biology of Nutrition in Growing Animals*, eds. R. Mosenthin, J. Zentek and T. Zebrowska, Elsevier Limited, pp. 513-540, 2006.
15. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. Ewen S.W. and Pusztai A. *The Lancet*, 354: 1353-1354, 1999.
16. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of

- hepatorenal toxicity. Séralini, G.-E. et al. *Arch. Environ Contam Toxicol.*, 52: 596-602, 2007.
17. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation. Kilic A and Akay MT. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 1164-1170, 2008.
18. Intestinal and Peripheral Immune Response to MON810 Maize Ingestion in Weaning and Old Mice. Finamore A et al. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 11533-11539, 2008.
19. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice. Velimirov A et al. Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend Report, Forschungsberichte der Sektion IV Band 3/2008, Austria, 2008.
http://bmgfj.cms.apa.at/cms/site/attachments/3/2/9/CH0810/CMS1226492832306/forschungsbericht_3-2008_letztfassung.pdf
20. A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing. Malatesta M. et al. *Histochem Cell Biol.*, 130: 967-977, 2008.
21. Genetically modified soya bean in rabbit feeding: detection of DNA fragments and evaluation of metabolic effects by enzymatic analysis. R. Tudisco et al. *Animal Science*, 82: 193-199, 2006.
22. A three-year longitudinal study on the effects of a diet containing genetically modified Bt176 maize on the health status and performance of sheep. Trabalza-Marinucci M. et al. *Livestock Science*, 113: 178-190, 2008.
23. Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep. Duggan P.S. et al. *Br J Nutr.*, 89: 159-166, 2003.
24. Detection of genetically modified DNA sequences in milk from the Italian market. Agodi A. et al. *Int J Hyg Environ Health*, 209: 81- 88, 2006.
25. Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues. Mazza R. et al. *Transgenic Res.*, 14: 775-784, 2005.
26. Detection of Transgenic and Endogenous Plant DNA in Digesta and Tissues of Sheep and Pigs Fed Roundup Ready Canola Meal. Mazza R. et al. *J Agric Food Chem.* 54: 1699-1709, 2006.
27. How Subchronic and Chronic Health Effects can be Neglected for GMOs, Pesticides or Chemicals. Séralini, G-E, et al. *International Journal of Biological Sciences*, 2009; 5(5):438-443.
28. How Subchronic and Chronic Health Effects can be Neglected for GMOs, Pesticides or Chemicals. Séralini, G-E, et al. *International Journal of Biological Sciences*, 2009; 5(5):438-443.
29. Under wraps – Are the crop industry’s strong-arm tactics and close-fisted attitude to sharing seeds holding back independent research and undermining public acceptance of transgenic crops? Waltz, E., *Nature Biotechnology*, Vol. 27, No. 10, October 2009.
30. Crop Scientists Say Biotechnology Seed Companies Are Thwarting Research. Pollack, A., *New York Times*, 20 February 2009.
31. The Genetic Engineering of Food and the Failure of Science – Part 1: The Development of a Flawed Enterprise. Lotter, D., *Int. Jrnl. of Soc. of Agr. & Food*, Vol. 16, No. 1, 2007, pp. 31-49.
32. The Genetic Engineering of Food and the Failure of Science – Part 2: Academic Capitalism and the Loss of Scientific Integrity. Lotter, D., *Int. Jrnl. of Soc. of Agr. & Food*, Vol. 16, No. 1, 2008, pp. 50-68.
33. Biotech proponents aggressively attack independent research papers: GM crops: Battlefield. Waltz, E., *Nature* 461, 2009, 27-32.
34. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. Lappe M.A. et al. *J Med Food*, 1: 241-245, 1999.

35. Seed-specific overexpression of phytoene synthase: increase in carotenoids and other metabolic effects. Shewmaker CK et al. *Plant J*, 20: 401-412, 1999.
36. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. Netherwood T. et al. *Nat Biotech.*, 22: 204- 209, 2004.
37. The fate of transgenes in the human gut. Heritage J. *Nat Biotech.*, 22: 170-172, 2004.
38. *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac Protoxin is a Potent Systemic and Mucosal Adjuvant. Vázquez RI et al. *Scand J Immunol.*, 49: 578-584, 1999.
39. Intragastric and intraperitoneal administration of Cry1Ac protoxin from *Bacillus thuringiensis* induces systemic and mucosal antibody responses in mice. Vázquez-Padrón, RI et al. *Life Sci.*, 64: 1897-1912, 1999.
40. Cry1Ac Protoxin from *Bacillus thuringiensis* sp. kurstaki HD73 Binds to Surface Proteins in the Mouse Small Intestine. Vázquez- Padrón, RI et al. *Biochem Biophys Res Comm.*, 271: 54-58, 2000.
41. Eosinophilia-myalgia syndrome and tryptophan production: a cautionary tale. Mayeno A.N and Gleich G.J. *Tibtech*, 12: 346-352, 1994.
42. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. Nordlee J.E. et al. *N England J Med.*, 334: 688-692, 1996.
43. GMO in animal nutrition: potential benefits and risks. Puzstai A. and Bardocz S. In: *Biology of Nutrition in Growing Animals*, eds. R. Mosenthin, J. Zentek and T. Zebrowska, Elsevier Limited, pp. 513- 540, 2006.
44. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. Ewen S.W. and Puzstai A. *The Lancet*, 354: 1353-1354, 1999.
45. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. Prescott V.E. et al. *J Agric Food Chem.*, 53: 9023-9030, 2005.
46. A Note on Rising Food Prices. Donald Mitchell. World Bank report, 2008.
<http://image.guardian.co.uk/sys-fles/Environment/documents/2008/07/10/Biofuels.PDF>
47. Soaring Food Prices: Facts, Perspectives, Impacts and Actions Required. United Nations Food and Agriculture Organisation conference and report, Rome, 3-5 June 2008.
http://www.fao.org/fleadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/HLC08-inf-1-E.pdf
48. Small Is Beautiful: Evidence of Inverse Size Yield Relationship in Rural Turkey. Ünal, FG. The Levy Economics Institute of Bard College, October 2006, updated December 2008.
http://www.levy.org/pubs/wp_551.pdf.
49. Farm Size, Land Yields and the Agricultural Production function: An Analysis for Fifteen Developing Countries. Cornia, G. *World Development*, 13: 513-34, 1985.
50. Rural market imperfections and the farm size-productivity relationship: Evidence from Pakistan. Heltberg, R. *World Development* 26: 1807-1826, 1998.
51. Is there a future for small farms? Hazell, P. *Agricultural Economics*, 32: 93-101, 2005.
52. Is Small Beautiful? Farm Size, Productivity and Poverty in Asian Agriculture. Fan S and Chan-Kang C. *Agricultural Economics*, 32: 135-146, 2005.
53. Hope for Africa lies in political reforms. Daniel Howden, Africa correspondent, *The Independent* (London), 8 September 2008,
<http://www.independent.co.uk/opinion/commentators/daniel-howden-hope-for-africa-lies-in-political-reforms-922487.html>
54. Evidence of the Magnitude and Consequences of the Roundup Ready Soybean Yield Drag from University-Based Varietal Trials in 1998. Benbrook C. Benbrook Consulting Services Sandpoint, Idaho. *Ag BioTech InfoNet Technical Paper*, Number 1, 13 Jul 1999. <http://www.mindfully.org/GE/RRS-Yield-Drag.htm>
55. Glyphosate-resistant soybean cultivar yields compared with sister lines. Elmore R.W. et

- al. *Agronomy Journal*, 93: 408-412, 2001.
56. Development, yield, grain moisture and nitrogen uptake of Bt corn hybrids and their conventional near-isolines. Ma B.L. and Subedi K.D. *Field Crops Research*, 93: 199-211, 2005.
57. The Adoption of Bioengineered Crops. US Department of Agriculture Report, May 2002, www.ers.usda.gov/publications/aer810/aer810.pdf.
58. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Global Summary for Decision Makers (IAASTD); Beintema, N. et al., 2008. <http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=IAASTD%20Reports&ItemID=2713>
59. Failure to Yield: Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops. Doug Gurian-Sherman. Union of Concerned Scientists, April 2009, p. 13
60. Roundup ready Soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. Qaim, M. and G. Traxler. 2005. *Agricultural Economics* 32: 73–86.
61. Doug Gurian-Sherman, quoted on Union of Concerned Scientists website, http://www.ucsusa.org/food_and_agriculture/science_and_impacts/science/failure-to-yield.html.
62. Millions served. Lynn J. Cook. *Forbes magazine*, 23 December 2002.
63. GM technology fails local potatoes. Gatonye Gathura. *The Daily Nation (Kenya)*, 29 January 2004.
64. Monsanto's showcase project in Africa fails. *New Scientist*, Vol. 181, No. 2433, 7 February 2004.
65. Genetically modified crops and sustainable poverty alleviation in sub-Saharan Africa: An assessment of current evidence. Aaron deGrassi. *Third World Network-Africa*, June 2003.
66. Plant Researchers Offer Bumper Crop of Humanity. Martha Groves. *LA Times*, 26 December 1997.
67. Danforth Center cassava viral resistance update. Donald Danforth Plant Science Center, 30 June 2006.
68. Can biotech from St. Louis solve hunger in Africa? Kurt Greenbaum. *St. Louis Post-Dispatch*, 9 December 2006.
69. St. Louis team fights crop killer in Africa. Eric Hand. *St. Louis Post-Dispatch*, 10 December 2006.
70. Farmers get better yields from new drought-tolerant cassava. IITA, 3 November 2008; Cassava's comeback. United Nations Food and Agriculture Organisation, 13 November 2008.
71. A Disaster in Search of Success: Bt Cotton in Global South. Film by Community Media Trust, Pastapur, and Deccan Development Society, Hyderabad, India, February 2007.
72. Impact of Bt cotton adoption on pesticide use by smallholders: A 2-year survey in Makhatini Flats (South Africa). Hofs, J-L, et al. *Crop Protection*, Volume 25, Issue 9, September 2006, pp. 984–988.
73. Food, energy and society. Pimentel, D., and M. Pimentel. Niwot: Colorado University Press, 1996. Cited in Energy efficiency and conservation for individual Americans. D. Pimentel, *Environ Dev Sustain*, 1996.
74. Energy and economic inputs in crop production: Comparison of developed, developing countries. Pimentel, D., Dougherty, R., Carothers, C., Lamberson, S., Bora, N., & Lee, K. In L. Lal, D. Hansen, N. Uphoff, & S. Slack (Eds.), *Food security & environmental quality in the developing world* (pp. 129–151). Boca Raton: CRC Press, 2002.
75. U.S. energy conservation and efficiency: Benefits and costs. Pimentel, D., Pleasant, A., Barron, J., Gaudioso, J., Pollock, N., Chae, E., Kim, Y., Lassiter, A., Schiavoni, C., Jackson, A., Lee, M., & Eaton, A. *Environment Development and Sustainability*, 6, 279–305, 2004.

76. Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; and biodiesel production using soybean and sunflower. Pimentel, D., & Patzek, T. *Natural Resources Research*, 14(1), 65–76, 2005.
77. Energy and economic inputs in crop production: Comparison of developed, developing countries. Pimentel, D., Doughty, R., Carothers, C., Lamberson, S., Bora, N., & Lee, K. In L. Lal, D. Hansen, N. Uphoff, & S. Slack (Eds.), *Food security & environmental quality in the developing world* (pp. 129–151). Boca Raton: CRC Press, 2002.
78. Energy efficiency and conservation for individual Americans. D. Pimentel et al. *Environ Dev Sustain.*, Vol. 11, No. 3, June 2009.
79. Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. Pimentel, D. et al. *Bioscience*, Vol. 55, No. 7, July 2005, pp. 573–582, [http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568\(2005\)055%5B0573%3AEEAECO%5D2.0.CO%3B2#references](http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568(2005)055%5B0573%3AEEAECO%5D2.0.CO%3B2#references)
80. The impact of compost use on crop yields in Tigray, Ethiopia. Institute for Sustainable Development (ISD). Edwards, S. *Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security*. FAO, Rom, 2007, <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/02-Edwards.pdf>.
81. The ethylene response factors SNORKEL1 and SNORKEL2 allow rice to adapt to deep water. Hattori, Y. et al. *Nature*, Vol 460, 20 August 2009: 1026–1030.
82. Glyphosate-Resistant Weeds: Current Status and Future Outlook. Nandula V.K. et al. *Outlooks on Pest Management*, August 2005: 183–187.
83. Syngenta module helps manage glyphosate-resistant weeds. Delta Farm Press, 30 May 2008, http://deltafarmpress.com/mag/farming_syngenta_module_helps/index.html.
84. Resistant ryegrass populations rise in Mississippi. Robinson R. Delta Farm Press, Oct 30, 2008. <http://deltafarmpress.com/wheat/resistant-ryegrass-1030/>
85. Glyphosate Resistant Horseweed (Marestail) Found in 9 More Indiana Counties. Johnson B and Vince Davis V. *Pest & Crop*, 13 May 2005. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2005/issue8/index.html>
86. Genetically Engineered Crops and Pesticide Use in the United States: The First Nine Years. Benbrook CM. *BioTech InfoNet Technical Paper Number 7*, October 2004. http://www.biotech-info.net/Full_version_frst_nine.pdf
87. Agricultural Pesticide Use in US Agriculture. Center for Food Safety, May 2008, www.centerforfoodsafety.org/pubs/USDA%20NASS%20Backgrounder-FINAL.pdf.
88. A Little Burndown Madness. Nice G et al. *Pest & Crop*, 7 Mar 2008. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2008/issue1/index.html>
89. To slow the spread of glyphosate resistant marestail, always apply with 2,4-D. *Pest & Crop*, issue 23, 2006. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2006/issue23/table1.html>
90. Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. Benachour, N. and Gilles-Eric Séralini. *Chem. Res. Toxicol.*, 2009, 22 (1), pp 97–105.
91. Genetically-modified superweeds “not uncommon”. Randerson J. *New Scientist*, 05 February 2002. <http://www.newscientist.com/article/dn1882-geneticallymodified-superweeds-not-uncommon.html>
92. Elements of Precaution: Recommendations for the Regulation of Food Biotechnology in Canada. An Expert Panel Report on the Future of Food Biotechnology prepared by The Royal Society of Canada at the request of Health Canada Canadian Food Inspection Agency and Environment Canada, 2001. http://www.rsc.ca/fles/publications/expert_panels/foodbiotechnology/GMreportEN.pdf
93. Gene Flow and Multiple Herbicide Resistance in Escaped Canola Populations. Knispel AL et

- al. *Weed Science*, 56: 72-80, 2008.
94. Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy *Brassica rapa* population. Warwick SI et al. *Molecular Ecology*, 17: 1387-1395, 2008.
95. A Little Burndown Madness. Nice G et al. *Pest & Crop*, 7 Mar 2008.
<http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2008/issue1/index.html>
96. To slow the spread of glyphosate resistant marestail, always apply with 2,4-D. *Pest & Crop*, issue 23, 2006. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2006/issue23/table1.html>
97. First report of field resistance by the stem borer, *Busseola fusca* (Fuller) to Bt-transgenic maize. Rensburg J.B.J. *S. Afr J Plant Soil.*, 24: 147-151, 2007.
98. Resistance of sugarcane borer to *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin. Huang F et al. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124: 117-123, 2007.
99. Insect resistance to Bt crops: evidence versus theory. Tabashnik BE et al. *Nat Biotech.*, 26: 199-202, 2008.
100. Transgenic cotton drives insect boom. Pearson H. *NatureNews*. Published online 25 July 2006. <http://www.nature.com/news/2006/060724/full/news060724-5.html>
101. Bt-cotton and secondary pests. Wang S et al. *Int. J. Biotechnology*, 10: 113-121, 2008.
102. India: Bt cotton devastated by secondary pests. Bhaskar Goswami. *Grain*, 01 Sept 2007. <http://www.grain.org/btcotton/?id=398>
103. Bt cotton not pest resistant. Gur Kirpal Singh Ashk. *The Times of India*, 24 Aug 2007, http://timesofindia.indiatimes.com/Chandigarh/Bt_cotton_not_pest_resistant/articleshow/2305806.cms GM CROPS – JUST THE SCIENCE Page 12
104. Prof Gilles-Eric Séralini, in an interview with Savvy Soumya Misra, *Down to Earth*, 15 April 2009, http://downtoearth.org.in/full6.asp?foldername=20091031&filename=inv&sec_id=14&sid=1
105. Transgenic crops take another knock. Giles J. *NatureNews*, published online: 21 March 2005. <http://www.nature.com/news/2005/050321/full/050321-2.html>
106. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. Bohan DA et al. *Proc R Soc B*, 272: 463- 474, 2005.
107. Argentina's bitter harvest. Branford S. *New Scientist*, 17 April 2004.
108. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. Benbrook C.M. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, Jan 2005.
109. Transgenic pollen harms monarch larvae. Losey J.E. et al. *Nature*, 399: 214, 1999.
110. Field deposition of Bt transgenic corn pollen: lethal effects on the monarch butterfly. Hansen L. C. and J. Obrycki J. *Oecologia*, 125: 241-245, 2000.
111. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). Lang A and Vojtech E. *Basic and Applied Ecology*, 7: 296-306, 2006.
112. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. Marvier M. et al. *Science*, 316: 1475-1477, 2007.
113. Toxins in transgenic crop byproducts may affect headwater stream ecosystems. Rosi-Marshall E.J. et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 104: 16204-16208, 2007.
114. Impact of Bt Corn on Rhizospheric and Soil Eubacterial Communities and on Beneficial Mycorrhizal Symbiosis in Experimental Microcosms. M. Castaldini M. et al. *Appl Environ Microbiol.*, 71: 6719-6729, 2005.
115. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. Lövei, G.L. and S. Arpaia, 2004. *Entomologia Experimentalis et Applicata* vol. 114: 1–

14.

116. Risky business: Economic and regulatory impacts from the unintended release of genetically engineered rice varieties into the rice merchandising system of the US. Report for Greenpeace, 2007.
117. Mexico Halts US Rice Over GMO Certification. Reuters, 16 March 2007.
118. Organic farmers seek Supreme Court hearing. Press release, Organic Agriculture Protection Fund Committee, Saskatoon, Canada, 1 August 2007.
119. The United States District Court for the Northern District of California. Case 3:06-cv-01075-CRB Document 199 Filed 05/03/2007: Memorandum and Order Re: Permanent Injunction.
120. Coexistence of plants and coexistence of farmers: Is an individual choice possible? Binimelis, R., *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21: 437-457, 2008.
121. CDC Triffid Flax Scare Threatens Access To No. 1 EU Market. Allan Dawson. Manitoba Co-operator, 17 September 2009; Changes Likely For Flax Industry. Allan Dawson. Manitoba Cooperator, 24 September 2009.
122. Biotech companies fuel GM contamination spread. Greenpeace International, 29 February 2008. <http://www.greenpeace.org/international/news/gm-ge-contamination-report290208>
123. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Global Summary for Decision Makers (IAASTD); Beintema, N. et al., 2008. <http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=IAASTD%20Reports&ItemID=2713>
124. Applying Agroecology to Enhance the Productivity of Peasant Farming Systems in Latin America. Altieri M.A. *Environment, Development and Sustainability*, 1: 197-217, 1999.
125. More Productivity with Fewer External Inputs: Central American Case Studies of Agroecological Development and their Broader Implications. Bunch R. *Environment, Development and Sustainability*, 1: 219-233, 1999.
126. Can Sustainable Agriculture Feed Africa? New Evidence on Progress, Processes and Impacts. Pretty J. *Environment, Development and Sustainability*, 1: 253-274, 1999.
127. Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations Conference on Trade and Development, United Nations Environment Programme, 2008. http://www.unep-unctad.org/cbtf/publications/UNCTAD_DITC_TED_2007_15.pdf
128. Ecologising rice-based systems in Bangladesh. Barzman M. & Das L. *ILEIA Newsletter*, 2: 16-17, 2000. [http://www.leisa.info/index.php?url=magazine-details.tpl&p\[_id\]=12434](http://www.leisa.info/index.php?url=magazine-details.tpl&p[_id]=12434)
129. Genetic diversity and disease control in rice. Zhu Y et al. *Nature*, 406: 718-722, 2000.
130. Lost Crops of Africa, Vol.1: Grains. National Research Council (Washington DC, USA) Report, 1996. http://www7.nationalacademies.org/dsc/LostCropsGrains_Brief.pdf
131. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. Collard BCY and Mackill DJ. *Phil Trans R Soc B*, 363: 557-572, 2008.
132. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. Witcombe J.R. et al. *Phil Trans R Soc B*, 363: 703-716, 2008.
133. "Organic Agriculture and Food Security in Africa". Foreword by Supachai Panitchpakdi, Secretary-General of UNCTAD, and Achim Steiner, Executive Director of UNEP. United Nations Environment Programme (UNEP) and United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2008, p. 16, http://www.unep-unctad.org/cbtf/publications/UNCTAD_DITC_TED_2007_15.pdf
134. "Organic Agriculture and Food Security in Africa". Foreword by Supachai Panitchpakdi, Secretary-General of UNCTAD, and Achim Steiner, Executive Director of UNEP. United Nations Environment Programme (UNEP) and United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2008, http://www.unep-unctad.org/cbtf/publications/UNCTAD_DITC_TED_2007_15.pdf

135. Certified organic export production. Implications for economic welfare and gender equity among smallholder farmers in tropical Africa. UNCTAD. 2008, http://www.unctad.org/trade_env/test1/publications/UNCTAD_DITC_TED_2007_7.pdf; The economics of certified organic farming in tropical Africa: A preliminary analysis. Gibbon P and Bolwig S. 2007. SIDA DIIS Working Paper no 2007/3, Subseries on Standards and Agro-Food-Exports (SAFE) No. 7; Organic Agriculture: A Trade and Sustainable Development Opportunity for Developing Countries. Twarog. 2006. In UNCTAD. 2006. Trade and Environment Review, UN, 2006, http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200512_en.pdf.

136. The economics of certified organic farming in tropical Africa: A preliminary analysis. Gibbon P and Bolwig S. 2007. SIDA DIIS Working Paper no 2007/3, Subseries on Standards and Agro-Food-Exports (SAFE) No. 7; Certified organic export production. Implications for economic welfare and gender equity among smallholder farmers in tropical Africa. UNCTAD. 2008, http://www.unctad.org/trade_env/test1/publications/UNCTAD_DITC_TED_2007_7.pdf.