

Moderne Agrartechnologien für eine arme Landbevölkerung – ein Widerspruch?

Alexander J. Stein, Ira Matuschke und Matin Qaim*

In Entwicklungs- und Schwellenländern lebt die Mehrheit der Bevölkerung auf dem Land und ist dort zum Großteil von der Landwirtschaft abhängig. Ein in diesem Zusammenhang viel diskutiertes Thema ist der mögliche Beitrag moderner Agrartechnologien zur Hunger- und Armutsbekämpfung im ländlichen Raum, wo die Bevölkerung zumeist traditionell geprägt und wenig gebildet ist. Die „Grüne Revolution“ – die u.a. neues Hohertragssaatgut mit sich brachte – hat den Armen in Indien z.B. insofern genützt, dass akute Hungerkrisen vermieden werden konnten. Dennoch steht Indien weiterhin vor der Herausforderung, Millionen von Menschen aus der Armut zu führen. Mit der Grünen Gentechnik wird in Indien eine andere agrartechnologische Neuerung weiterentwickelt und genutzt, um die Einkommens- und Ernährungssituation der armen Landbevölkerung zu verbessern.

„In these sixty years [since India's independence] we have done much and we have achieved much. Yet, we have some distance to travel before we can say that we have fulfilled Gandhiji's dream of wiping the last tear of the poorest of the poor. [...] We should once again regain that position as a modern, knowledge-based culture where science and technology are used to overcome age-old problems of mass poverty, ignorance and disease. Our agriculture is urgently in need of a second green revolution.“ Manmohan Singh, Indiens Premierminister anlässlich des 60. Jahrestages der Unabhängigkeit Indiens

Seit seiner Unabhängigkeit vor 60 Jahren hat Indien beeindruckende Entwicklungsfortschritte erzielt. Dennoch leben noch knapp 30 Prozent der indischen Bevölkerung unterhalb der nationalen Armutsgrenze: im ländlichen Raum sind dies über 220 Mio. Menschen, in den Städten „nur“ 70 Mio. (vgl. *WB* 2006; *Registrar* 2001). Gleichzeitig ist über die Hälfte der Bevölkerung in der Landwirtschaft beschäftigt. Der Beitrag der Landwirtschaft zum Bruttoinlandsprodukt beträgt jedoch nur ca. 20 Prozent, was auf eine relativ geringe Produktivität in diesem Sektor hindeutet (vgl. *IMF* 2006).

Nichtsdestotrotz wurden in der indischen Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten bedeutende Fortschritte erzielt. Insbesondere die Erfolge der „Grünen Revolution“ – d.h. der Einführung von Hohertragsgetreidesorten sowie die begleitende, intensivere Nutzung von Bewässerung und Agrarchemikalien seit Ende der 1960er Jahre – sind bei der Vermeidung nationaler Hungersnöte und im Hinblick auf Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft allgemein anerkannt (z.B. *IFPRI* 2002; *Evenson* und *Gollin* 2003). Allerdings gibt es auch Kritikpunkte (z.B. *Kreutzmann* 2006; *Tab. 1*). Und obwohl Indien inzwischen ausreichend Nahrungsmittel produziert, um den Kalorienbedarf seiner Bevölkerung theoretisch decken zu können, ist ein Fünftel der Bevölkerung unterernährt, und fast die Hälfte aller Kinder hat Untergewicht oder ist kleinwüchsig (vgl. *WB* 2006). Darüber hinaus stellt der weniger offensichtliche aber schwerwiegende Vitamin- und Mineralstoffmangel in breiten Bevölkerungsschichten ein ernstzunehmendes Ernährungs- und Gesundheitsproblem dar. Alleine aufgrund von Eisen-, Zink- und Vitamin A-Mangel sterben in Indien jedes Jahr 175 000 Menschen, was aufaddiert einem Verlust von annähernd 5 Mio. gesunder Lebensjahre entspricht. Durch nicht tödliche aber dennoch gravierende Folgekrankheiten der Mangelernährung gehen – umgerechnet – über 4 Mio. weitere Lebensjahre verloren (vgl. *Stein* 2006).

Diese Zahlen verdeutlichen, dass weitere Fortschritte in der Landwirtschaft unerlässlich sind, um Armut und die damit einhergehende Mangelernährung wirkungsvoll bekämpfen zu können, insbesondere im ländlichen Raum. Denn Hunger ist nicht nur ein einfaches Verteilungsproblem, es geht vielmehr auch darum, die Einkommen der betroffenen Bevölkerungsgruppen zu erhöhen (vgl. *Sen* 1981). Nur mit höheren Einkommen können sich die Betroffenen die verfügbaren Nahrungsmittel überhaupt erst leisten.

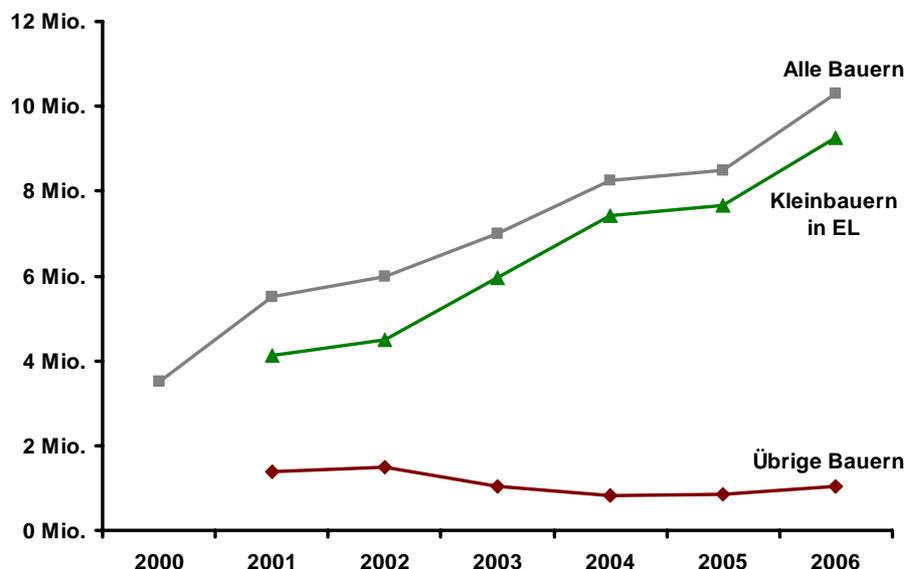
* Manuskript für: Stein A.J., I. Matuschke und M. Qaim (2008). 'Grüne Gentechnik' für eine arme Landbevölkerung: Erfahrungen aus Indien. *Geographische Rundschau* 4: 36-41. <http://www.geographischerundschau.de/>

Moderne Agrartechnologie im Brennpunkt: gentechnisch veränderte Pflanzen

Nach den oben bereits erwähnten allgemeinen Erfolgen der Grünen Revolution wird seit ein paar Jahren die Rolle der Grünen Gentechnik und hierbei insbesondere der Anbau von GV (gentechnisch veränderten) Pflanzen für die Bekämpfung von Hunger und Armut kontrovers diskutiert. Unter Grüner Gentechnik wird dabei der Einsatz moderner Biotechnologie in der Landwirtschaft verstanden; Rote Gentechnik bezieht sich hingegen auf den medizinisch-pharmazeutischen Bereich. Die Kritiker von GV Pflanzen heben im Allgemeinen hervor, dass Hunger und Armut in Entwicklungsländern vielschichtige und tiefsitzende Probleme darstellen, die sich nicht einfach durch technische Insel-Lösungen oder Technologie-Importe aus den Industrieländern beseitigen lassen. Dabei lehnen sie GV Pflanzen oftmals auch stellvertretend für eine intensive Landwirtschaft und für allgemeine Globalisierungstendenzen ab. Demgegenüber weisen die Befürworter von GV Pflanzen darauf hin, dass Gentechnik durchaus das Potential birgt, Pflanzen mit für Entwicklungsländern relevanten Eigenschaften zu züchten – selbst wenn diese Pflanzen für sich alleine genommen kein Allheilmittel gegen Hunger und Armut darstellen. Oft genannte Beispiele hierfür sind etwa angestrebte Dürre- oder Salztoleranzen, die Bauern an Marginalstandorten ermöglichen sollen, auch unter schwierigsten Anbaubedingungen stabile Erträge zu erwirtschaften.

In der Diskussion in Deutschland und den übrigen Industriestaaten Westeuropas haben sich die Fronten zwischen Kritikern und Befürwortern seit Jahren verhärtet; in diesen Ländern ist es weitestgehend zu einem Stillstand beim Anbau von GV Pflanzen gekommen. In einigen Entwicklungsländern – darunter Indien – findet hingegen ein rasantes Wachstum statt. Außer in Argentinien wurden Ende der 1990er Jahre in kaum einem Entwicklungsland GV Pflanzen angebaut. Doch bereits 2006 waren schon ungefähr 90 Prozent der über 10 Mio. Bauern, die weltweit GV Pflanzen anbauten, ressourcenarme Kleinproduzenten in Entwicklungsländern (vgl. *Abb. 1*). Dies ist insofern bemerkenswert, als dass die bisherigen GV Pflanzen (Sojabohnen, Mais, Baumwolle, Raps) in erster Linie für die nordamerikanische Landwirtschaft entwickelt wurden. Insbesondere die Insektenresistenz bei Baumwolle und Mais nutzt jedoch auch Bauern in den Tropen und Subtropen, weil der Schädlingsdruck dort höher ist als in den gemäßigten Breiten Nordamerikas oder Europas, bzw. weil die Bauern in Entwicklungsländern derzeit weniger chemische Pestizide ausbringen und daher höhere Ertragsverluste durch Schädlinge erleiden.

Abb. 1: Anzahl der Bauern weltweit, die GV Pflanzen anbauen

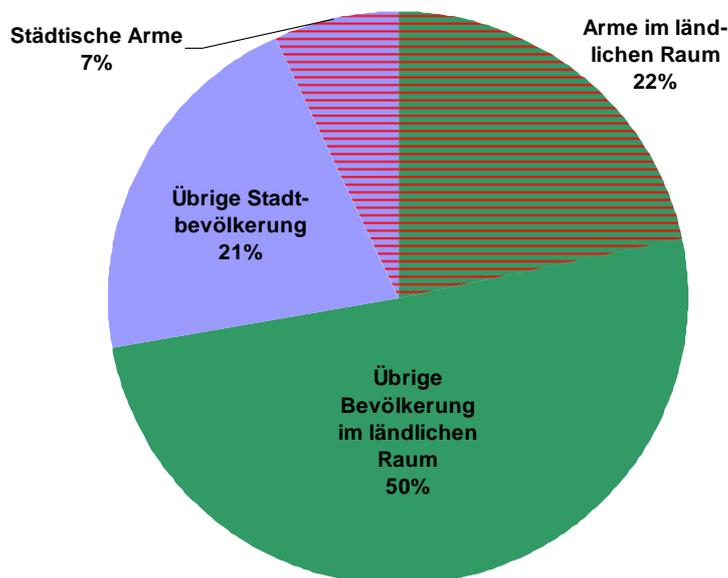


Quelle: James 2000-2006; Anmerkung: EL = Entwicklungsländer.

In Indien, wie auch in anderen Entwicklungsländern, lebt die Mehrheit der Menschen auf dem Land und ist dort zumeist direkt oder indirekt von der Landwirtschaft abhängig (vgl. *Abb. 2*). Daher ist der Nutzen verbesserten Saatgutes dort auch deutlicher und unmittelbarer erkennbar als in den reichen Industrienationen, wo nur ein kleiner Teil der Bevölkerung in der Landwirtschaft arbeitet, und wo die Lebensmittelpreise aufgrund der Agrarpolitik sowie der Wertschöpfung in der Nahrungsmittelindustrie nur noch mittelbar von den landwirtschaftlichen Erträgen abhängig sind. In Deutschland sind z.B. nur 3 Prozent aller Erwerbspersonen

in der Landwirtschaft tätig, auf Vollzeitbasis sind es sogar nur 0,8 Prozent (vgl. *Destatis* 2005-2007). Diese Relevanz der Landwirtschaft für das tägliche Leben und Überleben mag daher auch die größere Akzeptanz der Grünen Gentechnik in einigen Entwicklungsländern erklären helfen. Ähnlich groß ist in Westeuropa hingegen die Akzeptanz der Roten Gentechnik, bei der die Betroffenen den Nutzen klarer erkennen und direkt davon profitieren.

Abb. 2: Aufteilung der Bevölkerung in Indien nach Stadt und Land, sowie Anteil der Armen (2000/01)



Quelle: Registrar 2001; WB 2006.

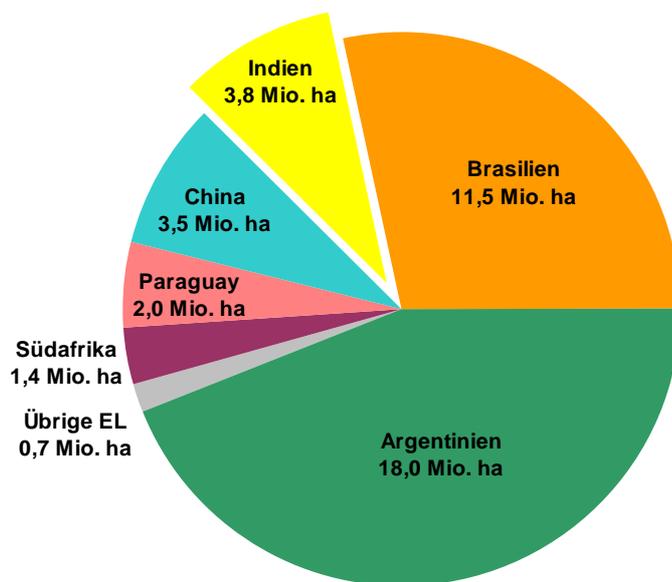
Indien kommt bei der Nutzung der Grünen Gentechnik eine Vorreiterrolle zu. Trotz ihres Potentials und trotz der oben beschriebenen Zuwachsraten werden GV Pflanzen in vielen Entwicklungsländern noch nicht angebaut. In Indien betreibt hingegen sowohl der öffentliche als auch der private Sektor entsprechende Forschung. In anderen, zumeist kleineren Entwicklungsländern hängt die Zurückhaltung in Bezug auf GV Pflanzen zum Einen mit der ablehnenden Haltung wichtiger Abnehmerländer von Agrarprodukten in den Industriestaaten zusammen. Zum Anderen spielen auch fehlende Ressourcen eine Rolle, denn die Entwicklung, Regulierung und Zulassung von GV Pflanzen bedarf eines nicht unerheblichen fachlichen Wissens und entsprechender Finanzmittel. Dieses Zurückbleiben gegenüber den Industrieländern wird von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) als „molekulare Kluft“ bezeichnet, die es zu überwinden gilt, damit mehr arme Kleinbauern von der Grünen Gentechnik profitieren können. Wobei aber auch die FAO unterstreicht, dass die Technologie für sich genommen die Probleme der Armen nicht lösen, sondern nur Teil eines umfassenderen Entwicklungsprogramms sein kann (vgl. *FAO* 2004). Neben Indien ist es bisher jedoch nur einigen anderen großen und fortschrittlichen Entwicklungs- und Schwellenländern gelungen, diese Kluft zu überwinden (vgl. *Abb. 3*). Und selbst wenn in Indien weitere GV Pflanzen entwickelt werden, wie z.B. insektenresistente Auberginen oder Goldener Reis (siehe unten), so wird derzeit nur insektenresistente Baumwolle auf kommerzieller Basis angebaut, das aber mit stark steigender Tendenz (vgl. *Abb. 4*). Dieses Beispiel wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

Ertrags- und Einkommenssteigerungen durch neues Saatgut: insektenresistente Baumwolle

Insektenresistente Baumwolle wurde in Indien erstmals 2002 offiziell zugelassen und ist, wie bereits oben erwähnt, derzeit die einzige GV Pflanze, die in Indien regulär vermarktet wird. Seit dem Beginn ihrer Vermarktung ist der Anteil dieser Baumwolle an der Gesamtbaumwollfläche stetig gestiegen und beträgt heute über 50 Prozent. Die meisten Produzenten sind Kleinbauern mit Betriebsflächen von weniger als fünf Hektar. Insektenresistente Baumwolle enthält ein Gen des Bakteriums *Bacillus thuringiensis* (Bt), das die Pflanze gegen den Baumwollkapselbohrer resistent macht, der zu den bedeutendsten Pflanzenschädlingen Indiens gehört. Diese sogenannte „Bt Baumwolle“ stellt daher für viele Bauern eine Alternative zum Ausbringen von chemischen Pestiziden dar. In Anbauperioden mit hohem Schädlingsdruck sind die Pestizideinspar-

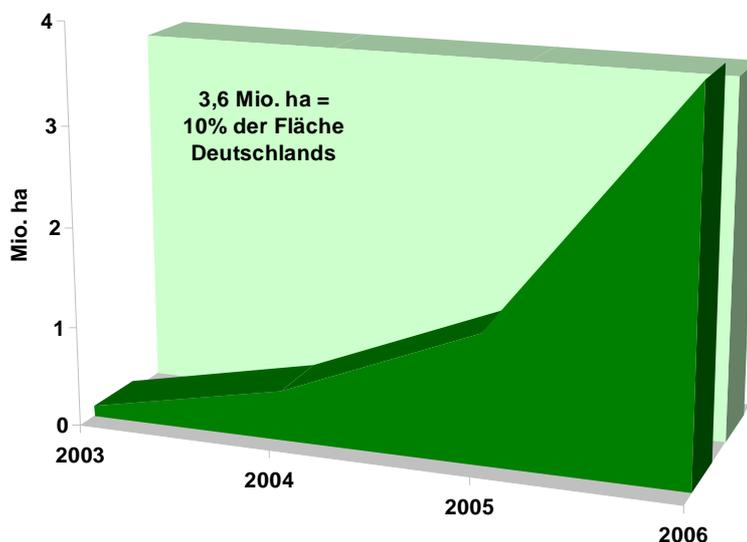
ungen von Bauern die Bt Baumwolle anbauen im Vergleich zu Bauern die konventionelle Baumwolle anbauen beachtlich. *Abb. 5* zeigt, dass in Indien die Pestizideinsparungen im Durchschnitt bei 41 Prozent liegen. In China sind die Einsparungen mit 65 Prozent sogar noch höher. Bedenkt man, dass Baumwolle diejenige Anbaupflanze ist, bei der weltweit die größte Menge an Insektiziden eingesetzt wird, so sind auch die absoluten Einsparungen enorm. Abgesehen von den positiven Auswirkungen auf die Umwelt, kann ein reduzierter Giftmitteleinsatz auch einen positiven Einfluss auf die Gesundheit der Bauern haben, da Pestizide im Kleinbauernsektor oft ohne besondere Schutzmaßnahmen für die Haut oder Atemwege ausgebracht werden (vgl. *Bennet et al. 2006*).

Abb. 3: Anbaufläche von GV Pflanzen in Entwicklungsländern (2006)



Quelle: James 2006; Anmerkung: Übrige EL sind Uruguay, die Philippinen, Mexiko, Iran, Kolumbien und Honduras.

Abb. 4: Anbaufläche von Bt Baumwolle in Indien

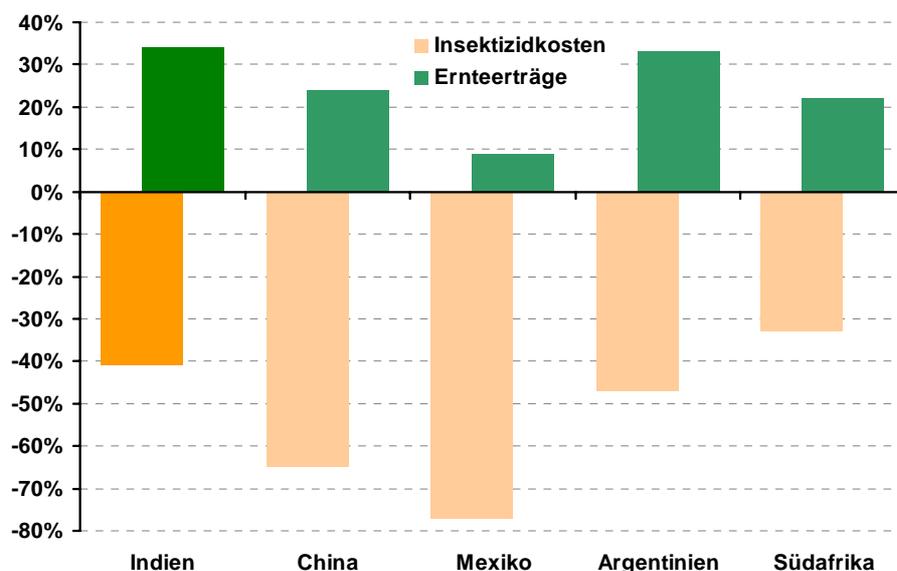


Quelle: James 2003-2006.

Mit dem Anbau von Bt Baumwolle gehen oft auch höhere Ernteerträge einher; in Indien liegen diese im Durchschnitt bei 34 Prozent (vgl. *Abb. 5*). Insektenresistenz an sich steigert Erträge allerdings nicht direkt, sie verringert vielmehr schädlingsbedingte Ernteverluste. Dabei sind diese Ertragseffekte oft gerade für ressourcenschwache Bauern höher, da diese tendenziell weniger Pestizide ausbringen und ihre Ernteverluste ohne Bt daher größer sind (vgl. *Qaim und Zilberman 2003, Morse et al. 2004*). Der Anbau von Bt Baumwolle führt somit über zwei Wege – Einsparungen bei Pestiziden und höhere effektive Ernteerträge – zu steigenden Einkommen, und trägt dabei letztlich zur Reduzierung der Armut im ländlichen Raum bei. Von

höheren Ernteerträgen können auch Landarbeiter profitieren, die für die Ernte eingesetzt und meist nach der Menge der gepflückten Baumwolle bezahlt werden (vgl. Roy et al. 2007).

Abb. 5: Agronomische Auswirkungen von Bt-Baumwolle



Quelle: Matuschke und Qaim 2006.

Im Rahmen der allgemeinen Debatte um GV Pflanzen wird auch der Anbau von Bt Baumwolle und seine möglichen Folgen in Indien kontrovers diskutiert. Bt Baumwolle wird hauptsächlich von privaten Firmen angeboten, die das GV Saatgut zu einem höheren Preis verkaufen als herkömmliches Saatgut, alleine schon um die Entwicklungskosten zu amortisieren. Im Vergleich zu Bauern, die konventionelle Baumwolle anbauen, entstehen Bauern die Bt Baumwolle anbauen durchschnittliche Mehrkosten von 56 U.S. Dollar pro Hektar (vgl. Matuschke und Qaim 2006). Allerdings steigt die Anzahl der Saatgutproduzenten im indischen Baumwollmarkt, was einen steigenden Wettbewerb und sinkende Saatgutpreise verspricht (vgl. Murugkar et al. 2005). Und trotz der derzeit noch relativ hohen Saatgutpreise hat eine Studie gezeigt, dass indische Bauern die Bt Baumwolle anbauen einen Netto-Zusatzgewinn von 111 U.S. Dollar pro Hektar erzielen (vgl. Naik et al. 2005). Mit diesem Zusatzgewinn liegt Indien im Mittelfeld der Entwicklungsländer; in China wurde z.B. ein Netto-Zusatzgewinn durch den Anbau von Bt Baumwolle von 470 U.S. Dollar pro Hektar errechnet, während für Bauern in Südafrika ein positiver Einkommenseffekt von 18 U.S. Dollar pro Hektar ermittelt wurde (vgl. Matuschke und Qaim 2006).

Diese Zahlen beziehen sich jedoch auf den indischen Durchschnitt. Indien ist schon aufgrund seiner Größe ein Land mit vielen unterschiedlichen agro-ökologischen Standortbedingungen und der Anbau von Bt Baumwolle ist daher nicht überall gleich profitabel. Eine Studie in vier Bundesstaaten Indiens hat gezeigt, dass Bt Baumwolle nicht an allen Standorten finanziell vorteilhaft ist (vgl. Qaim et al. 2006). Das hängt zum einen vom lokalen Schädlingsdruck während der Anbausaison ab, aber auch von der Eignung der vorhandenen Bt Sorten für den jeweiligen agro-ökologischen Standort. Hinzu kommt, dass in Indien Bt Baumwollsorten im Vergleich zu konventionellen Sorten einen langwierigen Zulassungsprozess durchlaufen, was zur Folge hat, dass einige Bt Sorten bei Markteinführung bereits veraltet sind (vgl. Roy et al. 2007).

Ein derzeit vieldiskutiertes Thema bei Bt Baumwolle ist das möglicherweise verstärkte Auftreten von Sekundärschädlingen (vgl. Wang et al. 2006). Bt wirkt sehr spezifisch nur gegen bestimmte Schadinsekten, insbesondere den Kapselbohrer. Die im konventionellen Baumwollanbau verwendeten Breitbandpestizide vernichten hingegen alle Insekten gleichermaßen. Die Reduktion von undifferenziert wirkenden Breitbandpestiziden durch die Bt Technologie ist natürlich sehr erwünscht, allerdings können dadurch Sekundärschädlinge an Bedeutung gewinnen. Eine wissenschaftliche Studie in China hat gezeigt, dass die Höhe der Pestizideinsparungen an einigen Standorten im Zeitablauf abnahm, und das obwohl Bt Resistenzen bei Kapselbohrern im Feld bisher nicht beobachtet wurden. Das könnte z.B. darauf hinweisen, dass Sekundärschädlinge in die Nische eindringen, die von den durch Bt dezimierten Kapselbohrern hinterlassen wird (vgl. Wang et al. 2006). Dies zeigt, dass indirekte Effekte von Bt Pflanzen auf komplexe Ökosysteme bisher

noch nicht vollständig verstanden sind, so dass weiterer Forschungsbedarf besteht. Für Indien gibt es derzeit keine klaren Anhaltspunkte für eine steigende Bedeutung von Sekundärschädlingen. Für zukünftige Technologiefolgenabschätzungen müssen solche Effekte jedoch sicher bedacht werden.

Verbesserte Ernährung und Gesundheit durch neues Saatgut: Goldener Reis

Wie oben dargelegt nimmt Indien beim Anbau von GV Pflanzen eine Vorreiterrolle unter den Entwicklungsländern ein. Dies trifft auch auf die Forschung und Entwicklung im Bereich der Grünen Gentechnik zu, sowohl im öffentlichen als auch im privaten Sektor. Eine GV Pflanze, deren Entwicklung bereits weiter fortgeschritten ist und die derzeit in Indien an die lokalen agronomischen Gegebenheiten angepasst wird, ist der so genannte „Goldene Reis“. In diesen Reis wurde u.a. ein Maisgen eingebracht, das die Anreicherung von Beta-Karotin im Reiskorn ermöglicht; Beta-Karotin ist ein Provitamin A, das vom menschlichen Körper in lebenswichtiges Vitamin A umgewandelt werden kann. Durch die Anreicherung von Beta-Karotin, welches in industriell verarbeiteten Lebensmitteln als Farbstoff eingesetzt wird, erhält auch der Goldene Reis seine gelbliche Färbung – und damit seinen Namen (vgl. Abb. 6). Goldener Reis könnte nach weiteren Tests in etwa 3-4 Jahren auf den Markt kommen.

Abb. 6: Goldener Reis auf dem Feld und im Vergleich mit herkömmlichem Reis



Quelle: Golden Rice Humanitarian Board 2007 (www.goldenrice.org).

Im Gegensatz zu Bt Baumwolle, die keine Nahrungspflanze ist, verspricht der Anbau bzw. der Konsum von Goldenem Reis zukünftig einen direkten Beitrag zur Kontrolle einer besonderen Form von Mangelernährung (VAM – Vitamin A-Mangel) zu leisten. VAM macht sich vor allem durch Augenprobleme bemerkbar und kann bis zur Erblindung führen. Bei Kindern erhöht VAM auch die Anfälligkeit für Masern und die Sterblichkeit durch geschwächte Immunsystemfunktionen. In diesem Zusammenhang gibt es in Indien seit über 30 Jahren ein „Nationales Vorbeugeprogramm gegen ernährungsbedingte Blindheit“. Mit den im Rahmen dieses Programms zwei Mal jährlich verteilten pharmazeutischen Vitamin A-Präparaten wird im Schnitt jedoch nur ein Drittel der Kinder erreicht. Kinder, die in städtischen, gebildeteren und reicheren Familien leben, werden hierbei am ehesten abgedeckt (vgl. Stein 2006). Trotz dieses Programms gehen in Indien durch VAM daher jedes Jahr 2,3 Mio. „gesunde Lebensjahre“ verloren (vgl. Stein, Sachdev und Qaim 2006). Dieser Verlust gesunder Lebensjahre errechnet sich aus den Jahren zwischen vorzeitigem Tod und der verbleibenden durchschnittlichen Lebenserwartung einerseits und der gewichteten Dauer einer Krankheit andererseits. Entsprechend verschiedener Szenarien die den zukünftigen Konsum simulieren, kann Goldener Reis diese Krankheitslast um 9 bis 59 Prozent reduzieren und dabei jedes Jahr 5 500 bis 39 700 Kinderleben retten. Diese Ergebnisse widerlegen insbesondere frühere Behauptungen, wonach Menschen jeden Tag kiloweise Goldenen Reis essen müssten, um VAM vorzubeugen. Und während es 134-599 US\$ kosten kann, ein gesundes Lebensjahr durch die Verteilung von Vitamin A-Präparaten zu retten, liegen die entsprechenden Kosten für Goldenen Reis in den Simulationen mit 3-19 US\$ deutlich niedriger (vgl. Stein, Sachdev und Qaim 2006). Dabei sind insbesondere die Ausgaben bereits berücksichtigt, die anfallen um den Menschen in umfangreichen Aufklärungsprogrammen den Nutzen dieses etwas anders gefärbten Reis

zu erklären. Dass Inder gewohnt sind gelblichen Reis zu essen, auch wenn diese Färbung bisher durch Gewürze hervorgerufen wird, mag in diesem Zusammenhang hilfreich sein.

Dieses Beispiel zeigt, wie auch die Nutzung von GV Pflanzen der zweiten Generation – also derjenigen Pflanzen, die nicht primär agronomische, sondern Konsumentenvorteile bieten – Indien bei der Bekämpfung von Hunger und Armut helfen könnte. Und während insektenresistente Baumwolle von privaten Firmen entwickelt und vertrieben wird, stellt die Entwicklung von Goldenem Reis ein Beispiel dar, wie Indien – wieder als ein Vorreiter unter den Entwicklungs- und Schwellenländern – öffentlich-private Partnerschaften im Bereich der internationalen Entwicklungszusammenarbeit nutzt. Denn Goldener Reis wurde zunächst in Europa entwickelt, mit finanzieller Unterstützung der Rockefeller Stiftung, der Europäischen Union sowie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Aufgrund der komplizierten rechtlichen Situation (u.a. wurden bei der Entwicklung von Goldenem Reis geistige Eigentumsrechte anderer genutzt), entschieden sich die Entwickler, ihre Rechte einer privaten Firmen zu übertragen, die mehr Erfahrung und mehr Ressourcen hatte, um die rechtliche Lage zu klären. Im Gegenzug erhielten die Entwickler die Lizenz, Goldenen Reis interessierten Entwicklungsländern unter gewissen Auflagen zur humanitären Nutzung zu überlassen (vgl. *Potrykus 2001; Golden Rice Project 2007*).

Moderne Agrartechnologien für eine arme Landbevölkerung: kein Widerspruch

Dieser Beitrag zeigt, wie in Indien, 40 Jahre nach Beginn der Grünen Revolution, der Einsatz moderner Agrartechnologien erneut einen Beitrag zur Verminderung von Hunger und Armut leisten kann. Die Grundlage hierfür bilden Entwicklungen aus der Privatwirtschaft wie aus öffentlichen Forschungsprojekten. Wie schon bei der Grünen Revolution sind neue Technologien auch in diesem Fall kein Allheilmittel gegen Armut. Infrastruktur, Absatzkanäle, Zugang zu Kleinkrediten, Schul- und Weiterbildung, öffentliche Gesundheitsvorsorge, rechtliche Sicherheit, politische und soziale Teilhabe und vieles mehr sind weitere Punkte, die in einem umfassenden Armutsbekämpfungsprogramm zu berücksichtigen sind. Während bei der Grünen Revolution jedoch manche Bauern z.T. ausgeschlossen waren, weil sie z.B. ihre Felder nicht bewässern konnten, oder es sich für sie im Falle anderer technischer Neuerungen nicht rentierte, für ihre kleinen Felder neue Großgeräte anzuschaffen, kann jeder Bauer neues Saatgut nutzen. Eine aktuelle Studie zu den Auswirkungen innovativer Saatguttechnologien in Nahrungspflanzen wie Weizen und Hirse an einem Marginalstandort in Indien hat zum Beispiel gezeigt, dass selbst subsistenzorientierte Kleinbauern von neuem, kommerziellem Saatgut profitieren können. Um das zu ermöglichen, müssen aber unterstützende Maßnahmen ergriffen werden. Insbesondere müssen Informationen über solche Innovationen zeitnah und über Kanäle vermittelt werden, denen die Bauern trauen (vgl. *Matuschke 2007*). Insofern dies gewährleistet ist, besteht das Problem „lediglich“ darin, Saatgut zu entwickeln, das den Bedürfnissen der Bauern entspricht und für den Anbau an ihren jeweiligen agro-ökologischen Standorten geeignet ist.

Als eines unter nur wenigen Entwicklungsländern ist Indien derzeit dabei, die Möglichkeiten, die die Grüne Gentechnik bietet, auszuloten. Dies gilt nicht nur im Hinblick auf „Cash Crops“ der ersten Generation von GV Pflanzen (z.B. Baumwolle), die weitgehend außerhalb Indiens entwickelt wurden. Dies gilt auch im Hinblick auf GV Pflanzen der zweiten Generation (z.B. Goldener Reis), oder aber auch im Hinblick auf GV Pflanzen, die bereits innerhalb des Landes entwickelt wurden (wie Bt Auberginen). Mit einem Umsatz von 130 Mio. US\$ in 2006, was einem Wachstum von 81 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht, ist die Grüne Gentechnik denn auch der am schnellsten wachsende Bereich innerhalb des indischen Gentechniksektors (vgl. *Dhankhar 2006*). Es wird spannend sein über die nächsten Jahre zu beobachten, wie die Nutzung der Gentechnik – als ein Hilfsmittel unter vielen – Indien bei der Bewältigung seiner dringendsten Herausforderungen helfen kann: Seine wachsende Bevölkerung zu ernähren und die Armut, insbesondere auf dem Land, schrittweise zu lindern.

Literatur

- Bennett, R., S. Morse und Y. Ismael*: The economic Impact of genetically modified Cotton on South African Smallholders: Yield, Profit and Health Effects. *Journal of Development Studies* 42 (2006) H. 4, S. 662-667
- Destatis, Statistisches Bundesamt: Rund 15% der Bevölkerung Deutschlands leben auf dem Land, Pressemitteilung. Wiesbaden 2005
- Ders.: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Arbeitskräfte in landwirtschaftlichen Betrieben nach Beschäftigtenkategorien und Rechtsformen. Wiesbaden 2006
- Ders.: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Einwohner und Erwerbsbeteiligung, Inländerkonzept. Wiesbaden 2007
- Dhankhar, D.*: India Biotechnology Annual 2006. GAIN Report Nr. IN6060. Washington, DC 2006
- Evenson, R.E. und D. Gollin*: Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science* 300 (2003) H. 5620, S. 758-762
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations: Bridging the molecular divide, Newsroom. Rom 2004
- Golden Rice Project: Public-Private Partnership and Humanitarian Licences. Freiburg 2007
- IFPRI, International Food Policy Research Institute: Green Revolution: Curse or Blessing? Washington, DC 2002
- IMF, International Monetary Fund: World Economic Outlook – Financial Systems and Economic Cycles. Washington, DC 2006
- James, C.*: Global Review of commercialized transgenic Crops. ISAAA Brief Nr. 21 und 24. Ithaca, NY 2000-2001
- Ders.: Global Status of commercialized transgenic Crops. ISAAA Brief Nr. 27 und 30. Ithaca, NY 2002-2003
- Ders.: Global Status of commercialized biotech/GM Crops. ISAAA Brief Nr. 32, 34 und 35. Ithaca, NY 2004-2006
- Kreutzmann, H.*: Agrarreformen im Verlauf der Geschichte. *Geographische Rundschau* 58 (2006). H. 12, S. 4-11
- Matuschke, I.*: Adoption and Impact of proprietary Seed Technologies in Staple Food Crops: The Case of Hybrid Wheat and Hybrid Pearl Millet in India. Göttingen 2007
- Matuschke, I. und M. Qaim*: Auswirkungen der Grünen Gentechnik in Entwicklungsländern: Ein Überblick. In: Bahrs, E. et al. (Hrsg.): Unternehmen im Agrarbereich vor neuen Herausforderungen. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V. Band 41, S. 403-410. Münster-Hiltrup 2006
- Morse, S., R. Bennett und Y. Ismael*: Why Bt Cotton pays for Smallholder Producers in South Africa. *Nature Biotechnology* 22 (2004). H. 4, S. 379-380
- Murugkar, M., B. Ramaswami und M. Shelar*: Market Structure and Competition in Seed Markets: The Case of Cotton in India. Unveröffentlichtes Manuskript 2005
- Naik, G., M. Qaim, A. Subramanian und D. Zilberman*: Bt Cotton Controversy: Some Paradoxes explained. *Economic and Political Weekly* (2005), S. 1514-1517
- Potrykus, I.*: Golden Rice and beyond. *Plant Physiology* 125 (2001). H. 3, S. 1157-1161
- Qaim, M., A. Subramanian, G. Naik und D. Zilberman*: Adoption of Bt Cotton and Impact Variability: Insights from India. *Review of Agricultural Economics* 28 (2006). H 1, S. 48-58
- Qaim, M. und D. Zilberman*: Yield Effects of genetically modified Crops in developing Countries. *Science* 299 (2003), S. 900-902
- Registrar, Office of the Registrar General: Census of India 2001. New Delhi 2001
- Roy, D., R.J. Herring und C.C. Geisler*: Naturalising Transgenics: Official Seeds, loose Seeds and Risk in the Decision Matrix of Gujarati Cotton Farmers. *Journal of Development Studies* 43 (2007). H. 1, S. 158-176
- Sen, A.*: Poverty and Famines: an Essay on Entitlement and Deprivation. Oxford 1981
- Singh, M.: Prime Minister's Speech on the Occasion of 60th Anniversary of India's Independence. Press Information Bureau, Government of India. New Delhi 2007.
- Stein, A.J.*: Micronutrient Malnutrition and the Impact of modern Plant Breeding on public Health in India: How cost-effective is Biofortification? Göttingen 2006
- Stein, A.J., H.P.S. Sachdev und M. Qaim*: Potential Impact and Cost-Effectiveness of Golden Rice. *Nature Biotechnology* 24 (2006). H. 10, S. 1200-1201
- WB, The World Bank: 06 World Development Indicators. Washington, D.C. 2006
- Wang, S., D.R. Just und P. Pinstrip-Andersen*: Tarnishing silver Bullets: Bt Technology Adoption, bounded Rationality and the Outbreak of secondary Pest Infestations in China. Manuskript präsentiert auf der Jahrestagung der "Americian Agricultural Economics Association", Long Beach 2006

Autoren

Dr. ALEXANDER J. STEIN, geb. 1971

Institut für Agrar- und Sozialökonomie in den Tropen und Subtropen (490b), Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart; E-Mail: academic@ajstein.de

Arbeitsgebiete/Forschungsschwerpunkte: Entwicklungs-, Agrar- und Gesundheitsökonomie, Ernährungssicherung, wirtschaftliche Technologiefolgenabschätzung, Biotechnologie

Dr. IRA MATUSCHKE, geb. 1977

Institut für Agrar- und Sozialökonomie in den Tropen und Subtropen (490b), Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart; E-Mail: ira.matuschke@uni-hohenheim.de

Prof. Dr. MATIN QAIM, geb. 1969

Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, 37073 Göttingen; E-Mail: mqaim@uni-goettingen.de

Summary

The majority of the population in developing countries and emerging economies lives in rural areas where people largely depend on agriculture for their livelihoods. In this context, an often discussed question is whether modern technologies can help ridding these – often traditional – societies from hunger and poverty. In the past, the technology-driven Green Revolution already helped prevent famines in India. Yet, the country still faces the challenge of reducing widespread poverty. This article discusses the potential role of a new agricultural technology – genetically modified (GM) crops, which emerged in what is sometimes called the “gene revolution” – in helping address this challenge. The first example described is the development and cultivation of insect-resistant GM cotton (Bt cotton) in India; it is explained how resource-poor farmers can benefit financially from cultivating this crop through reducing pesticide use and obtaining higher effective yields. The second example shows how the introduction of another GM crop, nutritionally enhanced rice (Golden Rice), can contribute more directly and in a cost-effective way to reducing malnutrition in at-risk populations in the medium term. Thus, this article illustrates how India has crossed the “molecular divide” and has actively embraced biotechnology.

Antwort auf den Leserbrief von Herrn Konietzny (November 2008)

In Internet-Foren sind zahlreiche Negativmeldungen zu insektenresistenter Baumwolle (Bt-BW) zu finden. Solche Beiträge unterliegen jedoch keiner Begutachtung und beruhen oft auf unzulänglichen Informationen, subjektiven Einschätzungen und bereits widerlegten Behauptungen. Unsere Aussagen hingegen stützen sich auf wissenschaftliche Arbeiten, die vor ihrer Veröffentlichung in internationalen Fachzeitschriften kritisch begutachtet wurden, darunter auch unsere eigenen, mehrjährigen Studien zu Indien. Der kontroversen Gentechnik-Diskussion haben wir einen ganzen Abschnitt gewidmet ("Moderne Agrartechnologie im Brennpunkt"), und wir haben die wichtigsten Argumente gegen Bt-BW den Erkenntnissen wissenschaftlicher Forschung gegenübergestellt. Erst dann sind wir zum Schluss gekommen, dass Bt-BW einen Beitrag zur Verminderung der Armut in Indien leisten "kann" – ein Ergebnis das konsistent ist mit den Ergebnissen anderer unabhängiger Wissenschaftler. Trotzdem differenzieren wir unsere Aussage und weisen darauf hin, dass die Gentechnik "kein Allheilmittel" ist. Den Hinweis, dass das "Projekt" der Bt-BW in Indien missglückt sei, können wir übrigens nicht nachvollziehen. Aufgrund der Zufriedenheit der Bauern nimmt die mit Bt-BW angebaute Fläche weiter rapide zu, und die indische Regierung setzt stark auf moderne Agrartechnologien; kürzlich hat sie eine mit öffentlichen Mitteln entwickelte Bt-Sorte zugelassen, die von den Bauern selbst nachgebaut und vermehrt werden kann. Das ist eine gute Entwicklung.

A.J. Stein, I. Matuschke und M. Qaim