



Josef G. Knoll-Wissenschaftspreisträger 2000

Josef G. Knoll-Science Award Winner 2000

**Matin Qaim: "Potential Impacts of Crop Biotechnology in Developing Countries",
Universität Bonn, 2000**

Resümee

1. Problemstellung

Die konsequente Ausnutzung sowohl konventioneller als auch neuer Agrartechnologien ist bei kontinuierlich steigender Nachfrage nach Nahrungsmitteln zwar keine hinreichende, aber dennoch eine notwendige Bedingung für die langfristige Welternährungssicherung. In diesem Zusammenhang bietet die Biotechnologie vielversprechende Möglichkeiten. Mit Hilfe neuer biotechnologischer Methoden lassen sich die natürlichen Grenzen der Fortpflanzungsgenetik erweitern. Dadurch können erwünschte pflanzliche Eigenschaften - wie etwa die Resistenz gegen äußere Streßfaktoren, die Erhöhung des genetischen Ertragspotentials oder die Qualitätsverbesserung - systematischer und schneller als allein mit konventionellen Züchtungsmethoden erreicht werden. Insbesondere für die Entwicklungsländer könnten sich bedeutende Vorteile ergeben, da innovative und nachhaltige Agrartechnologien dort am nötigsten gebraucht werden.

Der kommerzielle biotechnologische Fortschritt hat sich in den letzten Jahren mit großer Geschwindigkeit vollzogen; bisher allerdings überwiegend in den Industrieländern. Nach wie vor herrscht Unklarheit darüber, wie ein angemessener Biotechnologiezugang für Entwicklungsländer geregelt werden kann. Auch gibt es bisher kaum konkrete Daten über die sozioökonomischen Implikationen für ärmere Bevölkerungsgruppen. Diese Wissenslücken führen zu einer kontroversen - häufig emotional geprägten - Diskussion unter politischen Entscheidungsträgern ebenso wie in der Öffentlichkeit. Damit die Biotechnologie tatsächlich zur Welternährungssicherung und Armutsbekämpfung beitragen kann, muß die Schwarzweißmalerei durch sachlich fundierte, politikorientierte Studien überwunden werden.

2. Forschungsfrage

Die vorliegende Arbeit gibt zunächst einen aktuellen Überblick über die Potentiale, die Risiken und den aktuellen Stand der pflanzenbiotechnologischen Forschung und Anwendung auf globaler Ebene. Darüber hinaus werden die veränderten Rahmenbedingungen der internationalen Agrarforschung diskutiert. Insbesondere die Stärkung geistiger Eigentumsrechte und die zunehmende Privatisierung der Forschung haben entscheidende Implikationen für den Zugang der Entwicklungsländer zur Biotechnologie.

Der empirische Teil der Arbeit untersucht im Rahmen von drei Fallstudien die erwarteten sozioökonomischen Auswirkungen konkreter pflanzenbiotechnologischer Anwendungen in Entwicklungsländern. Diese drei Fallstudien behandeln (i) Gewebekulturtechniken für

Bananen in Kenia, (ii) transgene Süßkartoffeln in Kenia und (iii) transgene Kartoffeln in Mexiko. Die zugrundeliegenden Technologien werden innerhalb von internationalen Projekten entwickelt und sollen in naher Zukunft weitere Verbreitung finden. Die speziellen Forschungsfragen, die in den Fallstudien beantwortet werden, lauten wie folgt:

- Welches sind die Nutzenpotentiale der einzelnen Biotechnologien für lokale Nahrungsmittelproduzenten und -konsumenten?
- Welches sind die erwarteten Verteilungswirkungen zwischen Klein- und Großbauern?
- Welches sind die Forschungs-, Entwicklungs- und Verbreitungskosten der Technologien, und kann mit einer effizienten Verzinsung der Projektressourcen gerechnet werden?
- Wie kann das institutionelle Gefüge im jeweiligen Projektumfeld verbessert werden, um die Technologiewirkungen nach entwicklungspolitischen Kriterien zu optimieren?

Die Erkenntnisse der einzelnen Fallstudien werden im letzten Kapitel der Arbeit zu einigen verallgemeinerten Schlußfolgerungen zusammengeführt. Dabei werden vor allem auch Herausforderungen für die Entwicklungskooperation und den internationalen Technologietransfer angesprochen.

3. Zielsetzung

Jede neue Technologie kann sowohl positives als auch negatives bewirken, insbesondere dann, wenn es sich um eine weitreichende Innovation wie die Bio- und Gentechnologie handelt. Benötigt werden geeignete politische Entscheidungen, um den Nutzen der Biotechnologie für die Entwicklungsländer zu maximieren und gleichzeitig mögliche negative Begleiterscheinungen zu minimieren. Eine solche Politik verlangt ein hohes Maß an spezifischer Information, die allerdings bisher nicht verfügbar ist. Die vorliegende Arbeit will einen Beitrag dazu leisten, die emotional geprägte Biotechnologiedebatte schrittweise zu überwinden und die Informationsgrundlage für politische Entscheidungsträger zu verbessern. Da die biotechnologische Entwicklung erst ganz an ihrem Anfang steht, können nicht alle Fragen und Probleme abschließend geklärt werden. Weitergehende, politikorientierte Forschung in diesem Bereich muß durchgeführt werden. Auch hierzu versucht die Studie einige Anregungen zu geben.

4. Methodisches Vorgehen

Traditionelle Ansätze der Technikfolgenabschätzung verwenden überwiegend qualitative Methoden, so daß bei der politischen Umsetzung der Erkenntnisse das Werturteil des Entscheidungsträgers die wichtigste Determinante bleibt. Zudem wird häufig implizit ein Technologiedeterminismus zugrunde gelegt, das heißt, die wechselseitige Dynamik zwischen technologischer und gesellschaftlicher Entwicklung wird nicht ausreichend berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, einige der hieraus entstehenden Nachteile zu überwinden. Es wird ein analytischer Rahmen zur quantitativen ex ante Bewertung spezieller Biotechnologieprodukte entwickelt. Anhand von Szenariobetrachtungen können Politikalternativen unter verschiedenen Annahmen simuliert werden. Hierdurch werden sowohl mögliche technologische als auch institutionelle Engpässe rechtzeitig identifiziert und entsprechende Handlungserfordernisse aufgezeigt. Um technologie-induzierte

Wohlfahrtseffekte evaluieren zu können, wird ein partielles Gleichgewichtsmodell hergeleitet, mit dessen Hilfe sich gleichzeitig auch Verteilungsaspekte einschätzen lassen. Obwohl das methodische Konzept selbst nicht grundsätzlich neu ist, enthält es innovative Erweiterungen, die den speziellen Informationsbedürfnissen in Entwicklungsländern Rechnung tragen.

5. Empirische Grundlage und Ergebnisse

Für die quantitative Bewertung der Biotechnologien in den Fallstudienländern wurden umfangreiche Interviewsurveys mit Bauern und landwirtschaftlichen Beratern durchgeführt. Da aber viele der relevanten Daten im ex ante Rahmen noch nicht in der Praxis zu beobachten sind, wurde jeweils auch eine Reihe von nationalen und internationalen Wissenschaftlern über ihre Technologieeinschätzung befragt. Anhand dieser Daten werden die erwarteten Auswirkungen der Technologien zunächst auf einzelbetrieblicher Ebene analysiert, bevor jeweils eine aggregierte Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt wird.

5.1 Gewebekulturbananen in Kenia

Der Mangel an pathogen-freiem Pflanzmaterial stellt ein erhebliches Problem in der ostafrikanischen Bananenproduktion dar. Die Vermehrung beruht überwiegend auf selbst gezogenen Setzlingen, über die eine Vielzahl ertragsmindernder Krankheiten und Schädlinge übertragen wird. Vor diesem Hintergrund startete das Kenya Agricultural Research Institute (KARI) ein Projekt mit dem Ziel, den einheimischen Bauern sauberes Pflanzmaterial durch in vitro Vermehrungstechniken (Gewebekultur) zugänglich zu machen. Das Projekt wird institutionell vom International Service for the Acquisition of Agribiotech Applications (ISAAA) unterstützt und von der Rockefeller Stiftung und dem International Development Research Center (IDRC) finanziert. In vitro Bananen sind inzwischen mehijährig in Kenia getestet worden, und die kommerzielle Verbreitung hat kürzlich begonnen.

Die Analyse zeigt, daß die Technologie zu einem Ertragszuwachs von bis zu 150 Prozent führen kann. Allerdings ist das im Labor entstehende Pflanzmaterial teurer als konventionelle Setzlinge, und die erfolgreiche Verwendung setzt eine Intensivierung der bisherigen Anbaupraktiken voraus. Da in vitro Pflanzen in der frühen Wachstumsphase verhältnismäßig anfällig sind, benötigen sie eine gute Nährstoffversorgung und zusätzliche Pflegemaßnahmen. Obwohl die resultierende Kostensteigerung durch den erwarteten Einnahmезuwachs mehr als kompensiert wird, sind höhere monetäre Ausgaben mit einem erhöhten Risiko für die Bananenproduzenten verbunden. Die größte relative Kostensteigerung ergibt sich für die ressourcenschwachen Kleinbauern, so daß diese die Technologie vermutlich langsamer übernehmen werden als die größeren Produzenten. Die Modellkalkulationen führen zu signifikanten aggregierten Wohlfahrtsgewinnen und einer Verzinsung der Projektinvestitionen von 42 Prozent. Der auf die Kleinbauern entfallende Nutzenanteil wäre jedoch nur marginal, wenn der Technologiezugang nicht durch geeignete Maßnahmen erleichtert wird. Speziell sollte die Verbreitung des in vitro Pflanzmaterials mit einer partizipativen Beratung und einem gezielten Kleinkreditsystem verknüpft werden, um das Risiko der Technologieübernahme zu reduzieren. Wichtig ist hierbei die Einbeziehung des lokalen privaten Sektors, so daß der Technologiezugang längerfristig unabhängig von staatlichen Zuschüssen wird. Der Aufbau nachhaltiger Verbreitungschanäle wird auch den Weg für die Umsetzung zukünftiger Innovationen in Kenia ebnen.

5.2 Transgene Süßkartoffeln in Kenia

Die Süßkartoffel ist eine wichtige Semisubsistenzfrucht in der kleinstrukturierten Landwirtschaft Ostafrikas. Generell sind Süßkartoffeln verhältnismäßig widerstandsfähig; trotzdem leiden die Bauern teilweise unter erheblichen Ertragsverlusten bedingt durch Krankheiten und Schädlinge. Herkömmliche Pflanzenschutzmaßnahmen waren bisher nur wenig erfolgreich. Vor diesem Hintergrund wurden in den 1990er Jahren verschiedene Forschungsprojekte initiiert, in denen auf Basis gentechnischer Verfahren virus- und insektenresistente Süßkartoffeln entwickelt werden. Neben KARI sind auch die private Firma Monsanto, die US Agency for International Development (USMD) und andere Organisationen in die Forschungsvorhaben involviert. Kenia ist das erste afrikanische Land, in dem transgene Süßkartoffeln ab 2000 getestet und vermutlich ab 2002 breitere Anwendung finden werden. Parallel dazu werden im Rahmen der Projekte geeignete nationale Mechanismen für die biologische Sicherheit etabliert.

Die erwarteten durchschnittlichen Ertragssteigerungen sind beträchtlich: 18 Prozent für virusresistente und 25 Prozent für insektenresistente Sorten. KARI wird die Technologie kostenfrei an die Süßkartoffelbauern abgeben, und die transgenen Sorten lassen sich einfach in die semisubsistenten Betriebssysteme integrieren, weil eine Umstellung der traditionellen Anbaumethoden nicht erforderlich ist. Die Modellrechnungen prognostizieren wesentliche Wohlfahrtsgewinne. Dabei werden die armen Haushalte die Hauptnutznießer sein, da die Süßkartoffel sowohl für die Produzenten als auch für die Konsumenten ein inferiores Gut darstellt. Je nach zugrundeliegenden Annahmen ergeben sich für die Entwicklungs- und Verbreitungsinvestitionen Verzinsungen von 60 bis 77 Prozent.

5.3 Transgene Kartoffeln in Mexiko

Neben einer Reihe anderer Krankheiten können Viren in der Kartoffelproduktion zu starken Ertragsverlusten führen. Dies gilt insbesondere in Entwicklungsländern, wo selten zertifizierte, virusfreie Saatkartoffeln verwendet werden. Anfang der 1990er Jahre wurde daher ein Technologietransferprojekt zwischen Monsanto und Mexiko gestartet, mit dem Ziel, mexikanischen Kartoffelbauern transgene, virusresistente Sorten zur Verfügung zu stellen. Ein lizenzgebührenfreies Transferabkommen wurde von ISAAA initiiert, und das Projekt wird von der Rockefeller Stiftung unterstützt. In Mexiko arbeitet ein öffentliches Forschungsinstitut an der entsprechenden Transformation lokal angepaßter Sorten. Virusresistente Kartoffeln werden bereits seit mehreren Jahren in Mexiko getestet. Die Sortenzulassung für den kommerziellen Anbau wird in 2000 erwartet.

Interessanterweise ist das Ertragssteigerungspotential der Technologie für die mexikanischen Kleinbauern am größten (46 Prozent, verglichen mit nur 15 Prozent für die Großbauern), da diese gegenwärtig am stärksten von Verlusten durch Viren betroffen sind. Die Nutzung der transgenen Sorten erfordert keine Umstellung der traditionellen Produktionssysteme.

Dennoch: Aufgrund institutioneller Engpässe bei der Saatgutverbreitung steht zu befürchten, daß vor allem die Kleinbauern in den Höhenlagen benachteiligt werden, wodurch sich die Einkommensdisparitäten verschärfen würden. Szenariosimulationen zeigen, welche Maßnahmen Abhilfe schaffen könnten. Ein gezieltes Verbreitungsprogramm für die von den Kleinbauern bevorzugten transgenen Kartoffelsorten könnte nicht nur die Verteilungswirkungen der Technologie entscheidend verbessern, sondern würde gleichzeitig die Effizienz des Gesamtprojekts erhöhen: Die Projektverzinsung würde von 52 auf 56 Prozent steigen.

5.4 Diskussion

Die Rolle der Biotechnologie in der Hunger- und Armutsbekämpfung sollte nicht überbewertet werden. Viele der Probleme in Entwicklungsländern sind nicht durch technologische Lösungsansätze zu beheben. Trotzdem hat die Biotechnologie ein großes Potential zur nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Zum einen könnte sie helfen, die globale Nahrungsmittelverfügbarkeit in umweltgerechter Weise zu verbessern. Zum anderen könnten geeignete Biotechnologieprodukte zu landwirtschaftlichem Wachstum führen. Nach wie vor ist der Agrarsektor die wichtigste Einkommens- und Beschäftigungsquelle für die ärmsten Menschen dieser Welt. Natürlich bringt die Biotechnologie auch gewisse Risiken mit sich, die für den Einzelfall abgeschätzt und verantwortungsvoll gehandhabt werden müssen. Verantwortungsvoller Technologieumgang darf sich aber nicht auf die Risikoseite beschränken, sondern muß die Nutzenseite ebenso mit berücksichtigen.

Die Fallstudien aus Kenia und Mexiko unterstreichen, daß die Biotechnologie effiziente Lösungsansätze für eine Reihe agronomischer Probleme in Entwicklungsländern anbietet, von denen sowohl die landwirtschaftlichen Produzenten als auch die Konsumenten profitieren könnten. Technologien, die helfen, den biotischen Streß für die Pflanze zu reduzieren, sind für Klein- und Großbauern gleichermaßen geeignet. Die Nutzenpotentiale für ressourcenschwache Bauern sind sogar größer, da diese oftmals am stärksten von Ertragsverlusten durch Krankheiten und Schädlinge betroffen sind. Vor allem transgene Pflanzen lassen sich einfach in traditionelle Betriebssysteme integrieren, da die Technologie im Saatgut verpackt ist und von den Bauern selbst weitervermehrt werden kann. Außer von der Technologie selbst hängen die sozioökonomischen Auswirkungen aber auch von den institutionellen Rahmenbedingungen ab. Politikorientierte ex ante Studien sind hilfreich, um mögliche Engpässe in der Technologieverbreitung zu identifizieren.

Allgemein muß freilich auch kritisch hinterfragt werden, wer im größeren Kontext geeignete Biotechnologieprodukte für arme Bevölkerungsschichten bereitstellen wird. Die biotechnologische Forschung wird überwiegend von transnationalen Unternehmen dominiert. Es wird geschätzt, daß der private Sektor zwischen 75 und 80 Prozent der weltweiten Investitionen in Agrarbiotechnologie tätigt. Aufgrund von Marktversagen und fehlender Infrastruktur ist das privatwirtschaftliche Interesse an Entwicklungsländern jedoch zur Zeit begrenzt. Die öffentliche, internationale Agrarforschung im Bereich der Biotechnologie sollte deutlich ausgedehnt werden, um private "Forschungslücken" zum Nutzen marginalisierter Gruppen auszufüllen. Doch für öffentliche Forschungsinstitute wird es immer schwieriger, unabhängige biotechnologische Forschung zu betreiben, da der private Sektor die Patente über viele wichtige Basistechnologien hält. Die Armen an der Biotechnologieentwicklung teilhaben zu lassen, erfordert deswegen auch neue partnerschaftliche Modelle zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor.

Die analysierten Projekte stellen in dieser Hinsicht gute Beispiele dar: Durch Nord-Süd Transfers und regionale Zusammenarbeit werden nicht nur angepaßte Biotechnologieprodukte entwickelt und bereitgestellt, sondern auch lokale Forschungs- und Regulierungskapazitäten gestärkt. Bisher sind solche Initiativen allerdings eher die Ausnahme als die Regel. Eine strategische Neuorientierung aller relevanten Organisationen - insbesondere in Hinblick auf Fragen des geistigen Eigentums - ist wichtig, um innovative Kooperationen auf breiterer Ebene zu ermöglichen. Die Ausgestaltung geeigneter institutioneller Regelungen ist eine Herausforderung für die Zukunft, der auch von Seiten der politökonomischen Forschung mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Matin Qaim: Potential Impacts of Crop Biotechnology in Developing Countries, Peter Lang GmbH - Europäischer Verlag der Wissenschaften, 2000. Development economics and policy, Vol. 17 ISBN 3-631-36920-4