

**Josef G. Knoll-Wissenschaftspreisträger 2002**

**Josef G. Knoll-Science Award Winner 2002**

**Elisabeth van den Akker: „Makroökonomische Bewertung der Auswirkungen von technischen und institutionellen Innovationen in der Landwirtschaft in Benin“, Universität Hohenheim, 2000**

Resümee

### 1. Problemstellung

Benin wird wie viele Länder in Westafrika gekennzeichnet durch ein hohes Bevölkerungswachstum, geringe Bodenschätze und wenig Industrie. Die einheimische Landwirtschaft verfügt aufgrund der naturräumlichen Gegebenheiten über ein Produktionspotenzial, das bisher noch nicht seine Grenzen erreicht hat. Die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Agrarsektor sind bislang jedoch einseitig auf den Baumwollanbau für den Export ausgerichtet trotz eines stetig steigenden Bedarfs an Grundnahrungsmitteln durch die schnell wachsende Bevölkerung. Dringend benötigt werden technische und institutionelle Innovationen, um die Produktivität der beninischen Landwirtschaft nachhaltig zu steigern und den Übergang zur Marktproduktion von Grundnahrungsmitteln voranzutreiben.

### 2. Forschungsfrage

Der vorliegenden Arbeit liegt die Frage zugrunde, wie sich die beninische Landwirtschaft und die Märkte für Grundnahrungsmittel unter der Annahme verschiedener Entwicklungsszenarien bis zum Jahre 2010 voraussichtlich entwickeln werden. Die Entwicklungsszenarien basieren auf den langfristigen Auswirkungen technischer und institutioneller Innovationen auf die Produktivität der Landwirtschaft unter Einbeziehung der Wechselwirkungen mit den Märkten vor dem Hintergrund der gegebenen politischen, wirtschaftlichen und strukturellen Rahmenbedingungen unter Annahme von drei unterschiedlichen Entwicklungspfaden.

### 3. Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist es, ex ante die Auswirkungen von technischen und institutionellen Innovationen auf die Produktion der Hauptanbaukulturen, die Ressourcenallokation und die Entwicklung der Märkte für landwirtschaftliche Hauptanbaukulturen unter den 1995 bis 1998 vorherrschenden politischen, wirtschaftlichen und strukturellen Rahmenbedingungen zu bewerten. Zur Erreichung dieser Zielsetzung sind folgende Unterziele erforderlich:

- eine Übersicht über die vorherrschenden landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, insbesondere der pflanzlichen Produktion und der Märkte für Hauptanbaukulturen,
- eine Übersicht über die in der Vergangenheit in die Landwirtschaft eingeführten und zur künftigen Einführung anstehenden Innovationen,

- eine Quantifizierung der Auswirkungen dieser Innovationen auf die Produktion,
- eine Erfassung wichtiger Vermarktungsparameter von landwirtschaftlichen Produkten,
- eine Abschätzung der Entwicklung politischer, wirtschaftlicher und struktureller Parameter.

Ferner stellt sich die Frage, inwieweit im Rahmen einer ex ante Evaluierung der Zusammenhang zwischen Marktzugang, Intensivierung und Spezialisierung belegt werden kann.

#### 4. Methodisches Vorgehen

Die der Arbeit zugrunde liegende Untersuchungsregion ist Benin. Das verwendete statistische Datenmaterial umfasst den Zeitraum 1987 bis 1998 mit Projektionen für die Jahre 2000, 2005 und 2010.

Die Datenbasis setzt sich zusammen aus den Ergebnissen von drei landesweit durchgeführten Befragungen, nämlich einer Delphi-Befragung von Landwirtschaftsexperten, einer auf repräsentativen Querschnittsgruppen basierenden Bauernbefragung sowie einer stochastischen Befragung von Marktagenten. Die Auswertung von umfangreichem Sekundärmaterial vervollständigt die Datenbasis.

Die Analyse und Bewertung der Daten erfolgt in mehreren Schritten. Die Experten der Delphi-Studie quantifizierten die zu erwartenden Auswirkungen der Innovationen in der Landwirtschaft auf die landwirtschaftliche Produktion in Form von Ertragsabschätzungen für die wichtigsten Hauptanbaukulturen für die Jahre 2000, 2005 und 2010 unter der Annahme unterschiedlicher Szenarien zur Entwicklung der Rahmenbedingungen, in der vorliegenden Arbeit werden die qualitativen Daten über Innovationen kategorisiert und deskriptiv dargestellt. Die Ertragsprognosen gehen in ein interregionales und intertemporales Gleichgewichtsmodell ein, um die Auswirkungen der Innovationen abzuschätzen. Die Entwicklung der Märkte für Grundnahrungsmittel und die Allokation von Anbauflächen unter Berücksichtigung der komplexen Marktinteraktionen zwischen Angebot und Nachfrage substituierbarer Produkte stehen dabei im Mittelpunkt.

Die überwiegend qualitativen Ergebnisse der Bauernbefragung bilden eine aggregierte, landesweite Übersicht über die eingeführten Innovationen in die Landwirtschaft, deren Übernahme und Bewertung sowie eine Einschätzung der künftigen Entwicklung der Landwirtschaft aus Sicht der Bauern. Sie dienen als Vergleichsbasis zu den Ergebnissen der Expertenbefragung unter Berücksichtigung der subjektiven Sicht der Landwirte.

Die Befragung von Marktagenten liefert sowohl qualitative als auch quantitative Ergebnisse zu den jahreszeitlich bedingten unterschiedlichen Transportvolumen und -richtungen der einzelnen Produkte sowie zu deren Transaktionskosten.

Die Sekundärdaten zu Erträgen, Anbauflächen, Preisen und Bevölkerungswachstum werden mittels Zeitreihenanalysen und beschreibender Statistik aufbereitet. Sie liefern mit den Durchschnittswerten von 1994 bis 1996 die Ausgangswerte zur Kalibrierung des Modells sowie Vergleichswerte zu den Modellergebnissen. Als Hauptanbauprodukte werden Mais, Hirse, Reis, Maniok, Yam, Bohnen, Erdnuss und Baumwolle berücksichtigt.

Die Bewertung der Ergebnisse der verschiedenen Befragungen sowie der Sekundärdaten erfolgt über ein interregionales und intertemporales Gleichgewichtsmodell, mit dessen Hilfe Zeitpunktszenarien zur möglichen Entwicklung der Produktion und Märkte landwirtschaftlicher Hauptanbauprodukte erstellt werden. Dieses Modell erlaubt es, simultan die räumlich und zeitlich bedingten Unterschiede der Produktion, des Handels und der Nachfrage innerhalb eines Wirtschaftsjahres zu berücksichtigen sowie die komplexen Interaktionen, die zwischen Angebot, Nachfrage und dem Markt stattfinden, abzubilden. Über drei Zeitpunktszenarien (2000, 2005 und 2010) hinweg wird die künftige Entwicklung ceteris paribus abgeschätzt.

Das interregionale und intertemporale Gleichgewichtsmodell basiert auf iso-elastischen Angebots- und Nachfragefunktionen mit der Optimierung der Gesamtwohlfahrt als Zielfunktion. Vom Typ her entspricht das verwendete Modell einem normativen Optimierungsmodell, das als Prognosemodell eingesetzt wird mit der positiven Fragestellung nach der Flächenallokation und der Marktentwicklung bei unterschiedlichen Annahmen über einen Zeitraum von 15 Jahren hinweg. Es entspricht einem partialen Sektormodell auf nationaler Ebene, das die Hauptanbauprodukte des beninischen Agrarsektors berücksichtigt. Hinsichtlich der zeitlichen Dimension ist es, bezogen auf den einjährigen Beobachtungszeitraum, ein dynamisches Modell aufgrund der vier Perioden, in die das Modell untergliedert ist. Im Vergleich zwischen Basismodell und Szenarien ist es statisch-komparativ, da jeweils die Situationen zu bestimmten Zeitpunkten optimiert und anschließend vergleichend ausgewertet werden.

Das Modell besteht aus 14 Angebotsregionen (acht agrar-ökologische Zonen in Benin, fünf Außenhandelsregionen und 1 virtuelle Lagerhaltungsregion) sowie 15 Nachfrageregionen (Angebotsregionen und Cotonou als städtische Nachfrageregion), zehn Rohprodukten und acht Handelsprodukten. Der modellierte Zeitraum beträgt jeweils ein Jahr unterteilt in vier Perioden, um die saisonalen und regionalen Unterschiede von Angebot und Nachfrage zu berücksichtigen. Die im Modell verwendeten Transaktionskosten, die bei jedem Produktaustausch zum Ansatz kommen, setzen sich aus den Kostenstellen Transportkosten, Handelsmargen, Zölle und evtl. Lagerhaltungskosten zusammen. Als Restriktionen sind auf der Angebotsseite die maximal je Zone zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Anbaufläche und auf der Nachfrageseite die Deckung eines Mindestbedarfs an Nährwerten eingebaut.

Mit den Durchschnittsdatensätzen der Jahre 1994 bis 1996 wird ein Basismodell zur Kalibrierung erstellt. Basierend auf diesem Modell werden die drei Zeitpunktszenarien gerechnet. In diesen Szenarien erfolgt sowohl eine Verschiebung der Angebotsfunktionen aufgrund der prognostizierten Erträge als auch eine Verschiebung der Nachfragefunktionen aufgrund des zu erwartenden Bevölkerungswachstums. Hierbei basieren die Ausgangsfunktionen jeweils auf den Werten des Basismodells für 1994 bis 1996, während die zu bestimmenden Variablen des Angebots und der Nachfrage sich von den Erwartungswerten der Szenarienjahre ableiten.

## 5. Empirische Grundlage und Ergebnisse

Das mögliche Produktionspotenzial der Landwirtschaft in Benin wird durch die gegebenen Rahmenbedingungen, die natürlichen, demographischen, administrativen und ökonomischen Grundlagen, bedingt.

Benin liegt geographisch zwischen 06°00' und 12°00' nördliche Breite sowie 01°30' bis 03°00'

östliche Länge im Süden und 01°00' bis 03°40' östliche Länge im Norden. Das Land erstreckt sich von Süden nach Norden hin über 650 km Länge und misst in der südlichen Hälfte von Ost nach West nur etwa 120 km, während dieses Maß in der nördlichen Hälfte über 300 km beträgt. Benin verfügt über eine Gesamtfläche von knapp 115.000 km<sup>2</sup>. Das Land grenzt im Süden an den Golf von Guinea (Atlantik), im Westen an Togo, im Norden an Burkina Faso und Niger sowie im Osten an Nigeria.

Das Klima wird in Benin durch die Verschiebung der Innertropischen Konvergenzzone bestimmt. In der südlichen Hälfte ergibt sich hierdurch eine bimodale Niederschlagsverteilung mit einer großen (März bis Juli) und einer kleinen (September bis November) Regenzeit, während im nördlichen Teil eine unimodale Verteilung mit einer Regenzeit (Mai bis Oktober) vorherrscht. Entsprechend den Regenzeiten verfügt der Süden und das Zentrum über zwei, der Norden über eine Anbausaison. Aufgrund der geographischen Lage und den edaphischen und klimatischen Gegebenheiten lassen sich vier Hauptvegetationszonen unterscheiden. Um den unterschiedlichen naturräumlichen Gegebenheiten bei der landwirtschaftlichen Produktion und der Nachfrage nach Hauptanbauprodukten auf einem aggregierten Niveau Rechnung tragen zu können, werden acht agrar-ökologische Zonen untergliedert.

Die Gesamtbevölkerung Benins belief sich 1997 auf knapp 5,8 Mio. Einwohner mit einer jährlichen Wachstumsrate von 3,2 % und mit einer Bevölkerungsdichte von durchschnittlich 50 Einwohner km<sup>2</sup>, die regional jedoch stark differiert. Sie nimmt vom Süden mit bis zu 416 Einwohner km<sup>2</sup> nach Norden hin bis auf 12 Einwohner km<sup>2</sup> ab, die städtische Bevölkerung jeweils Inbegriffen. Von allen Erwerbstätigen sind 51 % in der Landwirtschaft tätig, die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche pro landwirtschaftlichem Erwerbstätigen beträgt 1,46 ha. Das durchschnittliche jährliche Einkommen liegt bei 122.000 FCFA (186 Euro) je Haushaltsmitglied in ländlichen Haushalten.

Administrativ ist Benin in sechs Provinzen mit 77 Distrikten aufgeteilt. Die geplante Dezentralisierung sieht eine Aufteilung in zwölf Provinzen unter Beibehaltung der Distrikte vor.

Die vorliegende Arbeit beruht auf den Ergebnissen der verschiedenen Befragungen sowie deren Bewertung über das interregionale und intertemporale Gleichgewichtsmodell. An der Delphi-Studie beteiligten sich über drei Runden hinweg insgesamt 61 nationale und internationale Landwirtschaftsexperten aus Beratung, Forschung, Politik und Entwicklungszusammenarbeit. Die Bauernbefragung wurde landesweit in 32 Dörfern mit jeweils zwei geschlechtsspezifischen, repräsentativen Querschnittsgruppen durchgeführt, während die Befragung von Marktagenten landesweit auf 16 repräsentativen Märkten erfolgte. Je Markt wurden zehn Transporteure und zehn Händler interviewt.

Bei der Nennung von Innovationen kommen die Experten der Delphi-Befragung und die Bauern zu übereinstimmenden Resultaten. Unterschiede ergeben sich bei der Häufigkeit der Nennung einzelner Kategorien sowie bei der Wertung der Innovationen. Während die Experten vor allem die Steigerung der Flächenproduktivität durch den verstärkten Einsatz von organisatorisch-technischen (verbesserte Anbautechniken) und biologisch-technischen Innovationen (Nutzung verbesserter Sorten) als möglich und notwendig erachten, werten die Bauern eine Steigerung der Arbeitsproduktivität durch den Einsatz mechanisch-technischer Innovationen (Mechanisierung) als vorrangig. Sie sehen das Potenzial zu einer Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion überwiegend in einer Flächenausdehnung, da dies die regionalen Gegebenheiten vielerorts noch erlauben.

Bei den institutionellen Innovationen werten die Experten den Zugang zu Ausbildung, die Restrukturierung der landwirtschaftlichen Dienste und den Marktzugang als am wichtigsten, um die landwirtschaftliche Produktivität nachhaltig steigern zu können. Für die Landwirte steht dagegen der Kreditzugang an oberster Stelle, um die Mechanisierung zu ermöglichen, gefolgt von Marktzugang.

Die von den Teilnehmern der Expertenbefragung mittels Delphi-Methode vorhergesagten Erträge auf bäuerlichen Feldern liegen unterhalb der Versuchsergebnisse von landwirtschaftlichen Forschungsinstitutionen wie INRAB (Institut National de la Recherche Agronomique du Benin), IITA (International Institut for Tropical Agriculture) oder der Sonderforschungsbereich 308 der Universität Hohenheim (Deutsche Forschungsgemeinschaft), wodurch die Erträge und darüber hinaus ein vorhandenes Steigerungspotenzial wahrscheinlich werden.

Der Umfang der geografischen Anbauflächen für Hauptanbaukulturen wird von den Experten bis zum Jahr 2010 auf 2,27 Mio. ha geschätzt, während eine Trendfortschreibung der Statistik 2,20 Mio. ha ergibt gegenüber 1,27 Mio. ha in 1994/96. Legt man dagegen die von den Experten geschätzten Erträge und die Wechselwirkungen eines vollkommenen Marktes zugrunde, so beläuft sich die benötigte agronomische Fläche auf 1,64 Mio. ha. Dabei verändert sich die regionale Anbauflächenzusammensetzung. Im Norden und Zentrum Benins wird der Anteil von Mais und Hirse auf Kosten des Baumwollanteils zunehmen, während im Süden insbesondere der Anteil von Bohnen, Mais und Maniok steigen und die Erdnuss- und Baumwollanteile abnehmen werden. Bei der Versorgung mit Grundnahrungsmitteln wird der Süden Benins im Zeitablauf zunehmend defizitär, da kaum noch zusätzliche Anbaufläche zur Verfügung steht, während der Norden und das Zentrum vermehrt zur Marktproduktion für die Versorgung des Südens übergehen.

Die ressourcenmobilisierende Wirkung des Handels (über Intensivierung und Spezialisierung) wird durch die ex ante Evaluierung dokumentiert; so wird der zusätzliche Flächenbedarf unter offenen Marktbedingungen weit geringer sein als dies von den Experten unter gegenwärtig restriktiven Marktbedingungen eingeschätzt werden konnte.

Aus den Ergebnissen der verschiedenen Befragungen und der Modellläufe lassen sich mehrere Schlussfolgerungen ziehen, die für politische Entscheidungsträger im Hinblick auf Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes in Benin von hohem Interesse sind.

**Ernährungssicherung:** Der Eigenbedarf Benins an Grundnahrungsmitteln kann mittelfristig durch die einheimische Landwirtschaft gedeckt werden, sobald der Zugang zu liberalisierten Märkten für Betriebsmittel und die freie Vermarktung von Anbaukulturen gegeben sind.

**Ressourcenallokation:** Die Anbauflächenausdehnung wird in zwei der vier nördlichen agrar-ökologischen Zonen am höchsten sein, gefolgt von der im Zentrum gelegenen agrar-ökologischen Zone. Die drei genannten Zonen werden insbesondere bei Mais das zunehmende Defizit im Süden decken. Vermutlich wird die künftige Flächenausdehnung zwischen den Projektionen des Modells und den Angaben der Teilnehmer der Expertenbefragung liegen. Da ein unvollkommener Markt vorliegt und eine Ausdehnung des Außenhandels möglich ist, werden in Zukunft mehr Flächen unter Bewirtschaftung sein als im Modell errechnet. Die Projektionen der Experten sind wiederum zu hoch gegriffen, da von ihnen die komplexen Marktinteraktionen nicht umfassend berücksichtigt werden konnten.

Infrastruktur: Der Ausbau des Markt-, Straßen- und Transportsystems wird insbesondere in den nördlichen Regionen zunehmend wichtig, da eine Verdoppelung des Vermarktungs- und Transportvolumens von landwirtschaftlichen Hauptanbaukulturen von derzeit ca. 500.000 t auf knapp 1.000.000 t bis zum Jahr 2010 zu erwarten sein wird, wobei der Hauptanteil von Norden nach Süden fließt. Für die Gegenrichtung von Süden nach Norden ist mit einer starken Zunahme des Transportvolumens für landwirtschaftliche Betriebsmittel zu rechnen, sobald die politischen Rahmenbedingungen entsprechend angepasst werden, um eine langfristig nachhaltige Produktion zu ermöglichen.

Forschung und Beratung: Die Entwicklung nachhaltiger Produktionssysteme für den Anbau und für die Vermarktung von Grundnahrungsmitteln im Norden und Zentrum Benins gewinnt an Bedeutung, da die Marktproduktion aufgrund der wachsenden Nachfrage aus dem Süden steigen wird. Hierbei wird der zunehmende Einsatz von Mineral- und Gründünger unumgänglich sein. Intensiver Forschungsbedarf besteht darin, mögliche Düngearten und -kombinationen in die traditionellen Anbausysteme möglichst risikoarm einzupassen.

Wirtschaft: Die Förderung von außerlandwirtschaftlichen Arbeitsplätzen, z.B. im Bereich der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, wird im Süden zunehmend wichtiger, um die wachsende Überschussnachfrage mit der nötigen Kaufkraft zu versehen.

Weiterführender methodischer Forschungsbedarf: Das interregionale und intertemporale Gleichgewichtsmodell erweist sich als ein geeignetes Instrument, die komplexen Abläufe des landwirtschaftlichen Sektors in ihren Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Agenten nachzubilden und zu grundlegenden Aussagen zu gelangen. Eine Erweiterung des Modells zur Berücksichtigung von preisabhängigen Produktionsoptima, von weiteren Produktionsfaktoren wie Arbeit und Betriebsmittel und von Kaufkraft wäre wünschenswert, um die Aussagen zu vertiefen.

Elisabeth van den Akker: Makroökonomische Bewertung der Auswirkungen von technischen und institutionellen Innovationen in der Landwirtschaft in Benin, Verlag Grauer, Beuren und Stuttgart, Stuttgart, 2000, ISBN: 3-86186-338-3