

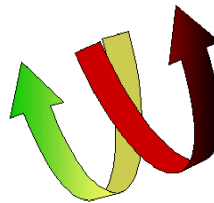
BMBF

BUNDESMINISTERIUM
FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG

CNPq

CONSELHO NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

**WASSERVERFÜGBARKEIT SOWIE ÖKOLOGISCHE, KLIMATISCHE UND
SOZIOÖKONOMISCHE WECHSELWIRKUNGEN IM SEMIARIDEN
NORDOSTEN BRASILIENS**



WAVES

**Verbundprojekt WAVES
Statusbericht der ersten Hauptphase**

**Fachbereich Sozioökonomische und soziokulturelle Analysen
Arbeitsgruppe Ökonomie, Universität Hohenheim**

Zuwendungsempfänger: Universität Hohenheim
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410 B)

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Zeddies

Förderkennzeichen: 01 LK 9710 / 6

Vorhabenbezeichnung: Definition und Analyse von standortgerechten landwirtschaftlichen Betriebssystemen in Nordostbrasilien zur Erarbeitung nachhaltig existenzsichernder einzelbetrieblicher Entwicklungsmöglichkeiten und der agrarischen Tragfähigkeit ausgewählter Regionen

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.1997 - 31.07.2000

Berichtszeitraum: 01.08.1997 - 31.12.1999

Bearbeitung: Dipl.-Ing. sc. agr. Bettina Bach

Stuttgart - Hohenheim, den 1. Februar 2000

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410 B),
Universität Hohenheim, Schloß Osthof Süd, 70593 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung	3
2 Stand des Vorhabens	4
2.1 Einleitung und Fragestellung der Arbeitsgruppe.....	4
2.2 Methodisches Vorgehen.....	5
<i>Grunddatenerfordernisse für die Modellbildung</i>	5
<i>Entwicklung einer Betriebsklassifizierung</i>	6
<i>Aufbau von Modellen für unterschiedliche Betriebstypen</i>	9
2.3 Erste Ergebnisse.....	11
<i>Probleme landwirtschaftlicher Betriebe in Picos – PI und Tauá - CE</i>	11
<i>Erste Ergebnisse für eine Betriebsklassifizierung</i>	13
<i>Aufbau von Modellen für unterschiedliche Betriebstypen</i>	16
2.4 Zusammenfassung und Diskussion.....	19
2.5 Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten und brasilianischen Wissenschaftlern.....	19
<i>Zusammenarbeit mit brasilianischen Wissenschaftlern</i>	19
<i>Zusammenarbeit mit deutschen Teilprojekten</i>	20
2.6 Bibliographie.....	21
2.6.1 Eigene Publikationen.....	21
2.6.2 Zitierte und verwendete Literatur.....	21
3 Vergleich des Standes des Vorhabens mit der ursprünglichen Planung und Ausblick	22
<i>Ausblick</i>	22
4 Ergebnisse Dritter, die für das Vorhaben von Bedeutung sind	22
5 Angaben zu Erfindungen und Schutzrechten	22

1 Zusammenfassung

Eines der Hauptziele des Verbundprojektes WAVES besteht in der Analyse möglicher Anpassungsreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen im Zusammenhang eines Globalen Wandels unter der Berücksichtigung eine langfristig ökologisch und ökonomisch nachhaltige Lebensqualität für die Menschen in den ländlichen Gebieten der Bundesstaaten Piauí und Ceará im Nordosten von Brasilien gewährleisten zu können. Ein wichtiges Instrument zur interdisziplinären Analyse solcher Zusammenhänge auf regionaler Ebene besteht dabei in der Entwicklung eines integrierten regionalen Modells, welches dazu beitragen kann Strategien für nachhaltige Entwicklungspfade für die beiden Bundesstaaten zu erarbeiten.

Die Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim leistet dabei einen wichtigen Beitrag auf der Mikroskala, d.h. auf der einzelbetrieblichen Ebene, um grundlegende Strukturen, Prozesse und Probleme im Landwirtschaftlichen Betrieb analysieren, verstehen und in Modellen simulieren zu können. Dabei steht im Vordergrund ökologisch und ökonomisch nachhaltige Strategien zu erarbeiten, die langfristig Perspektiven für die landwirtschaftlichen Betriebe aufzeigen und dabei das klimabedingte Produktionsrisiko sowie die schwierigen institutionellen Rahmenbedingungen in dieser Region mit berücksichtigen.

Hierfür müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein, wie zum Beispiel detaillierte Kenntnisse hinsichtlich der Produktionsprozesse und der Betriebsstrukturen der landwirtschaftlichen Betriebe in den Fokusregionen Picos und Tauá. Diese notwendigen Primärdaten sind in einem Feldforschungsaufenthalt in Brasilien im Jahr 1998 in insgesamt achtzig Betrieben erhoben worden.

Um auf ein höheres, in Modelle anderer Arbeitsgruppen des Verbundprojektes integrierbares Aggregationsniveau zu kommen, ist es notwendig eine Betriebsklassifizierung zu erarbeiten, die ein Zusammenfassen der von der Arbeitsgruppe Ökonomie erhobenen Primärdaten zu Betriebstypen ermöglicht. Hierfür ist gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Landschaftsökologie eine vorläufige Betriebsklassifizierung auf der Grundlage der erhobenen einzelbetrieblichen Daten und von statistischen Daten des IBGE erarbeitet worden, die in das landschaftsökologische Modell MOSDEL eingehen.

Für jeden Betriebstyp werden komparativ-statische lineare Planungsansätze erstellt, mit deren Hilfe Anpassungsreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen im Modell simuliert, sowie verschiedene Entwicklungsszenarien durchgerechnet werden können. Diese Modelle werden nach Abschluss der Aufbereitung der erhobenen Primärdaten bis zum Ablauf der Projektphase erstellt.

Summary

One main scientific goal of the research project WAVES is the analysis of possible reactions to changing frame conditions in the context of global change processes in semiarid rural areas in the north-east of Brazil considering long term ecological and economic sustainability of agricultural production systems. An important scientific contribution to the interdisciplinary work on the regional level consists in the development of an integrated regional model, which can contribute to the development of sustainable development paths for rural areas in the Brazilian states of Piauí and Ceará.

To this goal the economics working group at the University of Hohenheim contributes on the individual farm level (micro-level) with the description of basic farm structures in the investigated focus-regions and with an analysis of their production systems and main problems. Only

with a thorough understanding of these basic processes it is possible to construct linear programming models for different farming systems. The research emphasis of the mentioned farming systems analysis is on the investigation of sustainable ecological and economic development strategies considering the high production risks caused by uncertain precipitation and unfavourable infrastructural conditions in the investigated areas.

For this purpose it is necessary to obtain detailed knowledge about agricultural production processes and actual farm organisations in the focus-regions Picos and Tauá. Primary data collection was carried out during intensive field work in 1998 on 80 individual farms.

To obtain a higher level of aggregation for a simpler integration of individual farm data as sub-models in the regional models of other working-groups, a farming systems classification was elaborated that condenses the primary survey data to define different farm types. The classification scheme was elaborated in collaboration with the landscape ecology working group for integrating preliminary farm types into the Model for Sustainable Development of Land Use (MOSDEL).

For each farm type comparative-static linear programming models are elaborated with the aim to simulate possible reactions to changing frame conditions as well as different scenarios for economic development on individual farm level.

2 Stand des Vorhabens

2.1 Einleitung und Fragestellung der Arbeitsgruppe

Eines der Hauptziele des Verbundprojektes WAVES besteht in der Analyse möglicher Anpassungsreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen im Zusammenhang eines Globalen Wandels unter der Berücksichtigung eine langfristig ökologisch und ökonomisch nachhaltige Lebensqualität für die Menschen in den ländlichen Gebieten der Bundesstaaten Piauí und Ceará im Nordosten von Brasilien gewährleisten zu können. Ein wichtiges Instrument zur Analyse solcher Zusammenhänge auf regionaler Ebene besteht dabei in der Entwicklung eines integrierten regionalen Modells, welches dazu beitragen kann Strategien für nachhaltige Entwicklungspfade für die beiden Bundesstaaten zu erarbeiten.

Hierfür ist der Beitrag einzelner Fachbereiche und Arbeitsgruppen notwendig, um Sachverhalte und Analysen unterschiedlicher Disziplinen und Skalenbezüge in einem integrierten regionalen Modell abbilden zu können. Die Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim leistet dabei einen wichtigen Beitrag auf der Mikroskala, d.h. auf der einzelbetrieblichen Ebene, um grundlegende Strukturen, Prozesse und Probleme im Landwirtschaftlichen Betrieb analysieren, verstehen und in Modellen simulieren zu können. Dabei steht im Vordergrund ökologisch und ökonomisch nachhaltige Strategien zu erarbeiten, die langfristig Perspektiven für die landwirtschaftlichen Betriebe aufzeigen und dabei das klimabedingte Produktionsrisiko sowie die schwierigen institutionellen Rahmenbedingungen in dieser Region mit berücksichtigen.

Bei der Modellbildung leistet die Arbeitsgruppe an der Universität Hohenheim Beiträge zum landwirtschaftlichen Regionalmodell RASMO auf der Makroskala und zum landschaftsökologischen Modell MOSDEL auf der Mesoskala. Da die beiden Modelle auf einer höher aggregierten Ebene angesiedelt sind, um Prozesse auf bundesstaatlicher Ebene und der Focusregionen Picos und Tauá transparent zu machen, gehen zwangsläufig Detailinformationen verloren, da schon bei der Modellbildung mit höher aggregierten Informationen gearbeitet werden muss. Von daher liefern die einzelbetrieblichen Modelle für Betriebstypen der Focusregionen Picos

und Tauá wertvolle Informationen, die einerseits zur Validierung des landwirtschaftlichen Regionalmodells RASMO beitragen und andererseits in aggregierter Form direkt in das landschafts-ökologische Modell MOSDEL eingehen werden.

2.2 Methodisches Vorgehen

Um grundlegende Strukturen, Prozesse und Probleme im Landwirtschaftlichen Betrieb analysieren, verstehen und in Modellen simulieren zu können müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Hierzu gehören zunächst detaillierte Kenntnisse hinsichtlich der Produktionsprozesse und der Betriebsstrukturen der landwirtschaftlichen Betriebe in den Focusregionen Picos und Tauá. Um auf ein höheres, in anderen Arbeitsgruppen des Verbundprojektes verwendbares Aggregationsniveau zu kommen, ist es notwendig eine Betriebsklassifizierung zu erarbeiten, die ein Zusammenfassen der Primärdaten zu Betriebstypen ermöglicht. Für jeden Betriebstyp werden komparativ-statische lineare Planungsansätze erstellt, mit deren Hilfe Anpassungsreaktionen auf veränderte Rahmenbedingungen im Modell simuliert, sowie verschiedene Szenarien durchgerechnet werden können.

Grunddatenerfordernisse für die Modellbildung

Zur Erstellung von Betriebsmodellen mittels linearer Planungsansätze wird eine umfangreiche Anzahl von Daten zwingend gebraucht, um in sich schlüssige Modelle zu erstellen. Hierbei kann es sich um Daten aus betriebswirtschaftlichen Datensammlungen (z.B. KTBL Daten in Deutschland) handeln oder, wenn diese nicht vorhanden sind, wie zum Beispiel in den Fokusregionen Picos und Tauá, um Primärdaten, welche direkt über Erhebungen in landwirtschaftlichen Betrieben gewonnen werden. Hierzu gehören a) die Faktorausstattung mit fixen Produktionsfaktoren des landwirtschaftlichen Betriebes Fläche, Arbeit und Kapital, die im LP-Modell auch als Kapazitäten des Betriebes bezeichnet werden und b) Daten zu den Produktionsverfahren in der pflanzlichen Produktion und der Tierhaltung, um die Ansprüche der Produktionsverfahren an die Kapazitäten des Betriebes im Modell quantifizieren zu können.

Detaillierte Kenntnisse hinsichtlich der Produktionsprozesse und Betriebsstrukturen der landwirtschaftlichen Betriebe in den Focusregionen Picos und Tauá bilden somit die Grundlage für jeden Modellansatz. Um diese Datenbasis herzustellen war ein Aufenthalt in Brasilien zur Feldforschung im Jahr 1998 von ca. 11 Monaten notwendig, um die erforderlichen Sekundärdaten und Primärdaten vor Ort zu beschaffen.

Zu dem Bereich der Sekundärdaten gehören in erster Linie Daten zur bestehenden Agrarverfassung (Bodenrecht, Landbesitzverhältnisse, Pachtsysteme) mit Informationen:

- zu Bewässerungs- bzw. Kredit- und Förderprogrammen der Regierung, hauptsächlich von der Banco do Nordeste S.A. als größter Kreditgeber in der Region für den ländlichen Bereich und die daran geknüpften Bedingungen bei der Kreditvergabe,
- zu Modalitäten der Erbteilung und Überschreibung des Besitzes an die Erben, da der Besitztitel häufig als Bedingung an die Vergabe von Krediten geknüpft ist und
- zu Pachtsystemen landwirtschaftlicher Nutzflächen.

Ausführliche Kenntnisse bezüglich dieser Rahmenbedingungen sind für eine sinnvolle Modellbildung Voraussetzung. Kredit- und Förderprogramme sind in beiden Fokusregionen wichtige Komponenten hinsichtlich möglicher zukünftiger Anpassungsreaktionen und Entwicklungstendenzen landwirtschaftlicher Betriebe. Berücksichtigt man in den Betriebsmodellen Möglichkeiten zur Kreditaufnahme, können unterschiedliche Szenarien gerechnet werden, wie zukünftige Entwicklungen bestimmter Betriebstypen in den Fokusregionen aussehen könnten.

Für die Erhebung der Primärdaten wurden in jeder der beiden Fokusregionen Picos und Tauá jeweils vierzig landwirtschaftliche Betriebe ausführlich über deren Situation mittels standardisierter Fragebögen befragt. Hierzu zählten:

- a) Daten zur Familie und deren Lebensumfeld (Mitglieder, Alter, Geschlecht, Schulausbildung, Arbeit auf dem Betrieb oder zusätzlicher außerlandwirtschaftlicher Einkommenserwerb jeweils für Familienmitglieder auf dem Betrieb und evtl. migrierte Familienmitglieder, Wohnsituation auf dem Betrieb, Strom, Energiequelle zum Kochen).
- b) Informationen zu den potentiell vorhandenen Wasserressourcen auf den Betrieben (Trink- und Brauchwasser) in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Wassermanagement und Wasserressourcen.
- c) Daten zur allgemeinen Ist-Situation des landwirtschaftlichen Betriebes (Faktorausstattung mit Fläche, Arbeitskräften, Maschinen und Geräten, Brachesysteme, allg. Vermarktungssituation, landwirtschaftliche Beratung, Kredit).
- d) Produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Daten zu den angebauten Kulturen und Viehhaltungszweigen zur Definition von Produktionsverfahren (Marktleistung, proportionale Spezialkosten, Arbeitsgänge und benötigte Familien- und Fremdarbeitskräfte) in der landwirtschaftlichen Produktion.

Die Auswahl der Betriebe erfolgte in der Region Picos hauptsächlich mit Hilfe der Mitarbeiter des landwirtschaftlichen Beratungsdienstes EMATER - PI und in Tauá schwerpunktmäßig in Zusammenarbeit mit der Nichtregierungsorganisation ESPLAR, welche sich besonders mit alternativen Entwicklungskonzepten im Sertão von Tauá beschäftigt und dabei konkrete Problembereiche landwirtschaftlicher Betriebe zu berücksichtigen versucht. Die Zusammenarbeit mit Organisationen, welche in der ländlichen Beratung tätig sind ist besonders positiv im Hinblick auf die direkte praktische Umsetzung der Forschungsergebnisse der Arbeitsgruppe zu bewerten.

Entwicklung einer Betriebsklassifizierung

Aufbauend auf den Primärdaten aus den Erhebungen in den Fokusregionen Picos und Tauá besteht die Notwendigkeit diese Informationen auf einem höheren Niveau zu Betriebstypen zu aggregieren. Dies geschieht einerseits vor dem Hintergrund, dass es im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen im Verbundprojekt einfacher ist mit wenigen für die Fokusregionen typischen Betriebsmodellen zu arbeiten und darüber hinaus mittels diesen Abstraktionsgrades die Ergebnisse besser in die Modelle anderer Arbeitsgruppen wie z.B. das integrierte Landnutzungsmodell MOSDEL (Model for Sustainable Development of Land Use) zu integrieren sind.

Die bisherigen Arbeiten und Erfahrungen im Rahmen des Projektes haben verschiedene wichtige Grundparameter identifiziert, die berücksichtigt werden müssen, um eine sinnvolle Betriebsanalyse und Definition von Betriebstypen vornehmen zu können. Die Ausbildung von unterschiedlichen Betriebstypen hängt in den Untersuchungsregionen zum großen Teil von der natürlichen Ausstattung, insbesondere mit Wasserressourcen, ab. Die Landbesitzverhältnisse und die unterschiedlichen Zugangsmöglichkeiten zu landwirtschaftlich nutzbarer Fläche bestimmen im wesentlichen die Zusammensetzung der Betriebsfläche. In Abhängigkeit davon, an welchem natürlichen Standort der Betrieb in der Landschaft wirtschaften muss, ist die Ressourcenausstattung (Wasser, Bodegüte, natürliche Vegetation etc.) sehr unterschiedlich und führt folglich zur Ausbildung unterschiedlicher Betriebstypen. Abbildung 2.2.1 soll die Vorgehensweise und die Zusammenhänge verdeutlichen, die bei der Abgrenzung und Definition von Betriebstypen in den beiden Fokusregionen berücksichtigt werden sollten.

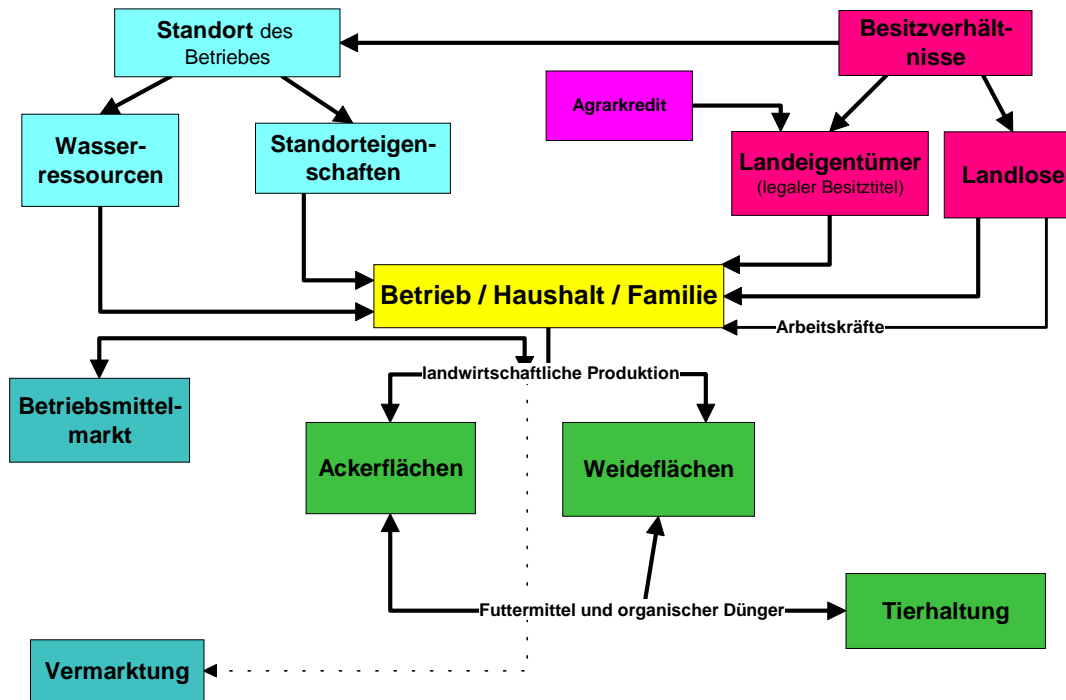


Abbildung 2.2.1: Vorgehensweise und wichtige Parameter zur Klassifizierung von Betriebstypen

Dabei müssen für die Abgrenzung von Betriebstypen den wichtigen Grundparametern zuordenbare Messparameter bestimmt werden, damit eine Klassifizierung überhaupt vorgenommen werden kann. Hierzu zählen zunächst die Eigenschaften des Betriebsstandortes wie die geographische Lage und die Standorteigenschaften bezüglich der verfügbaren und nutzbaren Wasserressourcen, der Bodengüte und der natürlichen Vegetation. Ein weiteres wichtiges Kriterium stellen die Eigentumsverhältnisse von Betriebsfläche und Wasserressourcen dar. Für die Entwicklungs- und Anpassungspotentiale als Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen ist es äußerst wichtig, ob und welche Betriebe Zugang zu landwirtschaftlichen Krediten haben und wie die Situation hinsichtlich der Verfügbarkeit von Wasser für den Verbrauch der Familie und den landwirtschaftlichen Betrieb aussieht. Messgrößen hierfür sind die Betriebsgröße und vor allen Dingen wie der rechtliche Status dieser Fläche ist, d.h. handelt es sich um Eigentümer, Pächter, Teilhaber, Landlose oder aber um gemischte Rechtsstati. Hinsichtlich der Wasserressourcen gilt es die Art der verwendeten Wasserquellen zu beschreiben und auch hier den Rechtsstatus festzustellen, ob es sich um kommunale oder private Einrichtungen handelt. Die Parameter Rechtsstatus von Fläche und Wasserressourcen sowie die Standorteigenschaften determinieren neben anderen infrastrukturellen und gesellschaftlichen Bedingungen (z.B. Zugang und Struktur von Input- und Outputmärkten) die aktuellen Charakteristika von landwirtschaftlichen Betrieben. Hierzu gehören:

- der Grad der Marktorientierung, d.h. Anteil der Marktbelieferung am Gesamtwert der betrieblichen Erzeugung
- die aktuell realisierten Produktionszweige der pflanzlichen Produktion, Fruchtfolgen, Anbau in Misch- oder Monokulturen, Art und Technik von Bewässerungsverfahren, Niveau des Einsatzes von Pflanzenschutz- und Düngemitteln
- die aktuell realisierten Produktionszweige in der Tierhaltung, Anzahl und Großvieheinheiten pro Hektar (GVE/ha), Futterwirtschaft, Einsatz von Veterinärprodukten und Viehsalz
- die Arbeitsverfassung auf dem Betrieb und seinem Umfeld wie verfügbare Familienarbeitskräfte, Einstellung von temporären und permanenten Fremdarbeitskräften, sowie Modalitäten der Entlohnung von Fremdarbeitskräften und Pachtverträgen (schriftlich oder mündlich)

- der Mechanisierungsgrad des Betriebes, Vorhandensein von eigenen Maschinen und Geräten auf dem Niveau der Handarbeit, der Zugtieranspannung oder der Vollmechanisierung

Bei der Klassifizierung von unterschiedlichen Betriebstypen gibt es in der Literatur unterschiedliche Ansätze. Der Ansatz nach RUTHENBERG (1980) zur Klassifizierung von Bodennutzungssystemen in den Tropen und Subtropen ist dabei mehr beschreibend orientiert und stellt in der Hierarchie der zu berücksichtigenden Kriterien den Produktionsschwerpunkt an erste Stelle. Es wird dabei zunächst zwischen Sammelwirtschaften, Ackerbau- und Weidewirtschaftssystemen unterschieden. In einem weiteren Schritt werden die Ackerbausysteme nach weiteren Kriterien wie Umtrieb der Kulturarten, Intensität des Umtriebes, der Wasserversorgung und der Art der Bodennutzung in folgende Gruppen eingeteilt: Urwechselwirtschaften, Feldgrasssysteme, Systeme mit permanentem Ackerbau und Dauerkultursysteme, die nach den zuvor genannten Kriterien in weitere Untergruppen unterteilt werden (BLANCKENBURG, 1982). Bei den Weidewirtschaftssystemen wird nach wandernder und stationärer Tierhaltung unterschieden (Nomadismus, Halbnomadismus, Transhumanz, stationäre Tierhaltung mit Möglichkeit der kommunalen Weidewirtschaft).

Im Gegensatz hierzu schlägt DOPPLER (1991) eine mehr entscheidungsorientierte Klassifizierung vor. Die erste Differenzierung wird nach dem Grad der Marktorientierung vorgenommen, da diese einen starken Einfluss auf das Entscheidungsverhalten der Betriebsleiter in den Tropen und Subtropen hat. Anders als in den gemäßigten Breiten kann der Anteil der Produktion, welcher für den Bedarf der Familie verwendet wird eine bedeutende Rolle in der Haushaltsplanung der Bauernfamilie spielen. Besonders in Regionen wo das Produktionsrisiko durch äußere Einflüsse wie z.B. unsichere Niederschlagsverhältnisse und regelmäßig auftretender Dürreperioden verhältnismäßig hoch ist. Dabei wird bei der Klassifizierung nach DOPPLER (1991) in einer ersten Unterscheidung zwischen subsistenzorientierten, subsistenz- und marktorientierten und marktorientierten Betriebssystemen unterschieden. Kriterium ist hierbei der Anteil des Verkaufs am Produktionswert des Betriebes über mehrere Jahre (s. Tab. 2.2.1).

Tabelle 2.2.1: Anteil des Verkaufs am Produktionswert des Betriebes in Abhängigkeit vom Betriebssystem

Betriebssystem	Anteil des Verkaufs am Produktionswert des Betriebes
Subsistenzorientiert	< 10%
Subsistenz- und marktorientiert	10% - 90%
Marktorientiert	> 90%

Quelle: DOPPLER (1991)

Kriterien zur weiteren Aufgliederung in Untergruppen sind in einer zweiten Differenzierungsebene die Knappheit an Fläche kombiniert mit der schwerpunktmäßigen Nutzung bestimmter Betriebsressourcen. Danach teilen sich die subsistenzorientierten Betriebssysteme in eine Gruppe mit unbegrenzter Flächenverfügbarkeit und Wanderungsaktivitäten sowie in eine Gruppe mit begrenzter Flächenverfügbarkeit mit stationären Betriebsaktivitäten. Die subsistenz- und marktorientierten Betriebssysteme sind alle durch die Knappheit an verfügbarer Fläche charakterisiert und werden nach der Nutzung bestimmter Ressourcen in Systeme mit besonderer Nutzung der Ressource Tier, Systeme mit besonderer Nutzung der Ressource Arbeit und Sys-

teme mit besonderer Nutzung der Ressource Wasser weiter unterteilt. Zu den marktorientierten Betriebssystemen gehören nach DOPPLER (1991) Intensivbetriebe mit niedriger und mittlerer Flächenausstattung sowie Großbetriebe mit Lohnarbeitsverfassung.

Für die Regionen Picos und Tauá wird die Klassifizierung in unterschiedliche Betriebstypen in Anlehnung an DOPPLER (1991) erfolgen, allerdings mit Anpassungen an die spezifischen Charakteristika und standörtlichen Gegebenheiten der beiden Fokusregionen. Obwohl die Klassifizierung für die Analyse auf einzelbetrieblicher Ebene differenzierter in der Berücksichtigung der Betriebsmerkmale sein muss, wird gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Landschaftsökologie für das integrierte Landnutzungsmodell MOSDEL eine vereinfachte und etwas gröbere Klassifizierung entwickelt, um der höheren Auflösung des Modells auf der Mesoskala gerecht zu werden.

Aufbau von Modellen für unterschiedliche Betriebstypen

Um die Darstellung oder Umsetzung der Vorgänge auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in einem Modell verstehen zu können, sollte man die Zusammenhänge und die Komponenten eines Betriebes kennen.

Zentraler Punkt des Betriebes ist die Familie, die mit Hilfe der realisierten Aktivitäten in der Landwirtschaft die ökonomische Basis und Versorgung der Familie sicherstellen möchte (Lebensunterhalt, Ausbildung, Gesundheit etc.). Die Familie verfügt über ein bestimmtes Arbeitskräftepotential, welches sie zur Ausführung der Arbeiten im Betrieb verwenden kann. Ebenso spielt der Faktor Kapital eine wichtige Rolle, hinsichtlich der Verfügbarkeit von Seiten der Familie (Eigenkapital) oder von außen (Fremdkapital), der für betriebliche Aktivitäten oder Innovationen verwendet werden kann.

Ein weiterer zentraler Punkt des landwirtschaftlichen Betriebes ist der Produktionsfaktor Boden, d.h. die Ausstattung mit Fläche. In Abhängigkeit von den Standorteigenschaften gibt es unterschiedliche Eignungen dieser Flächen für die Primärproduktion (= pflanzliche Produktion), d.h. es kann auf einem Betrieb Ackerflächen (Regen- oder Bewässerungsfeldbau), Weideflächen (z. B. caatinga, capoeira, extraktive Nutzung von nativen Futterpflanzen, Feldfutterbau oder auch Ackerflächen nach der Ernte) oder nicht nutzbare Flächen geben. Auf diesen Flächen können nicht nur die Produktionsverfahren der pflanzlichen Produktion realisiert werden, sondern in Verflechtung mit den Weideflächen oder den Flächen mit Kulturpflanzenresten auch die Produktionsverfahren der tierischen Produktion. Das heißt wir haben es bei einem landwirtschaftlichen Betrieb mit einem sehr komplexen System zu tun, deren Komplexität sich aus der Integration von Produktionszweigen der Tierhaltung und der Pflanzenproduktion ergibt. Bei den Produktionszweigen der Pflanzenproduktion gilt es im Modell z. B. unterschiedliche Brachensysteme, die Form des Ackerbaus als Mischkultur, Regenfeldbau (1 Ernte/Jahr) und Bewässerungsfeldbau (2 Ernten/Jahr) zu berücksichtigen. Die engen Verflechtungen zwischen den Bereichen Pflanzenproduktion und Tierhaltung ergeben sich aus Transferleistungen in der Futterwirtschaft oder der Düngewirtschaft, sowie aus den Wechselbeziehungen in der Arbeitswirtschaft.

Diese engen Wechselbeziehungen müssen im Modell berücksichtigt werden und darstellbar sein. Die Lineare Programmierung stellt eine Möglichkeit dar, diese Wechselbeziehungen oder die Konkurrenz der Produktionsverfahren um die Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital abzubilden und in Optimierungsrechnungen für die Erstellung von Szenarien zu verwenden.

In der Regel kann ein landwirtschaftlicher Betrieb zwischen mehreren Produktionsverfahren für die Realisierung auf dem Betrieb wählen. Dabei stellt die lineare Programmierung eine mathematische Methode dar, welche alle Produktionsverfahren bei der Suche nach einer optimalen Lösung berücksichtigt und die optimale Organisation von Bodennutzung, Viehhaltung und Ar-

beitwirtschaft in einem landwirtschaftlichen Betrieb simultan berechnet (WEINSCHENCK, 1964).

Der wechselseitigen Abhängigkeit der variablen Größen der Betriebsorganisation wird durch Formulierung und Lösung eines simultanen Gleichungssystems Rechnung getragen. Mit Hilfe der linearen Programmierung wird für ein lineares Gleichungssystem, welches bestimmten Nebenbedingungen unterworfen ist, eine Extremwertlösung (Maximum oder Minimum) ermittelt.

"Das mathematische Modell hat folgende Grundstruktur:

Gesucht sind die Größen $x_1, x_2 \dots x_n$ für den linearen Ausdruck

$$p_j = p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n$$

Dabei sind die Werte der Variablen $x_1 \dots x_n$ bestimmten Nebenbedingungen (s) unterworfen:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq s_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq s_2$$

$$\cdot \quad \quad \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \quad \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \quad \quad \cdot$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq s_m$$

Als weitere Nebenbedingung gilt, dass keine der Variablen einen negativen Wert annehmen darf:

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots n)$$

Als Kriterium für die optimale Lösung gilt die Forderung, dass Gleichung p_j einen maximalen bzw. einen minimalen Wert annehmen muss.

$$p_j = \sum_{i=1}^n p_i x_i = \max \quad (i = 1, 2, \dots n)$$

oder

$$p_j = \sum_{i=1}^n p_i x_i = \min \quad (i = 1, 2, \dots n)" \text{ (WEINSCHENCK, 1964)}$$

Dabei stellt p_j die Zielfunktion dar, die zu maximieren oder zu minimieren ist. Der Deckungsbeitrag je Planungseinheit im Verfahren i wird in der Formel durch die Variable p_i symbolisiert und die Anzahl der realisierten Planungseinheiten im Verfahren i durch die Variable x_i .

Dabei werden im linearen Modell lineare Beziehungen unterstellt zwischen

- a) der Ausnutzung der fixen Faktorkapazitäten und der Ausdehnung der Produktionsverfahren,
- b) der variablen Aufwendungen (Kosten) und der Ausdehnung der Produktionsverfahren
- c) der Ausdehnung der Produktionsverfahren und den Erlösen.

Um für einen gegebenen Betrieb ein Gleichungssystem zur Bestimmung des maximalen Gesamtdeckungsbeitrages und der damit verbundenen optimalen Organisation des Betriebes aufstellen zu können, müssen vorher folgende Parameter ermittelt werden:

- a) eine endliche Zahl fixer Produktionsfaktoren und die sich daraus ergebenden Betriebskapazitäten,
- b) eine endliche Zahl von Produktionsverfahren,
- c) die technischen Beziehungen zwischen der Ausdehnung der Produktionsverfahren und der Inanspruchnahme der Faktorkapazitäten
- d) die Deckungsbeiträge der Produktionsverfahren (Marktleistung und proportionale Spezialkosten).

Im Rechenlauf (simplex-Algorithmus) erfolgt die Optimierung des landwirtschaftlichen Betriebes, d.h. es erfolgt die Maximierung des ökonomischen Ergebnisses (Gesamtdeckungsbeitrag als Zielfunktion) unter simultaner Berücksichtigung der Ansprüche der Produktionsverfahren an die Produktionsfaktoren (technische Koeffizienten). Dabei ist die Einbeziehung ökologischer Parameter in das Modell oder die Formulierung anderer Restriktionen im Modell möglich, sofern man diese quantifizieren kann. Zum Beispiel kann man die Produktionsverfahren der pflanzlichen Produktion mit einem bestimmten Wasserverbrauch oder Bodenabtrag koppeln und im Modell über eine Betriebswasser- oder Betriebserosionsquote integrieren. Unterschiedliche Standorteigenschaften oder die Möglichkeit von zwei Ernten im Jahr können über die Differenzierung in unterschiedliche Flächenressourcen im Modell Berücksichtigung finden.

Auch wenn es sich bei der Optimierung der Zielfunktion in erster Linie um eine ökonomische Optimierung unter optimaler Ausnutzung der Produktionsfaktoren (z.B. Fläche oder Arbeit) handelt, so können doch über die Nebenbedingungen ökologische Parameter, sofern sie quantifizierbar sind, im Modell für jeden Betriebstypen Berücksichtigung finden. Ähnlich können auch soziologische Parameter Eingang in die Modelle finden, wenn z.B. bestimmte Verhaltensmuster in einer konkreten Auswirkung auf die Entscheidung des Betriebsleiters resultieren.

2.3 Erste Ergebnisse

Probleme landwirtschaftlicher Betriebe in Picos – PI und Tauá - CE

Die landwirtschaftliche Produktion in der Fokusregion von Picos ist im wesentlichen durch den Ackerbau geprägt. Fossile Grundwasservorkommen ermöglichen in den Tälern die Bewässerung von Reis, Gemüse und anderen Kulturen. Auf den Chapada - Hochflächen werden Cashew - Nüsse in Mischkultur mit Maniok und Cowpea als Hauptanbauprodukte angebaut. Dabei dienen die Cashew - Bäume der Marktfruchtproduktion (Nüsse, frische und getrocknete Cashew - Äpfel). Maniok wird in großen Mengen zu grobem und feinem Maniokmehl ('farinha' und 'goma') weiterverarbeitet, wobei ein Teil der Deckung des Eigenbedarfs der Familien dient, der weitaus größere Teil aber in Picos und Umgebung vermarktet wird. Cowpea wird in Kleinstbetrieben hauptsächlich für den Eigenbedarf produziert. In größeren Betrieben und guten Jahren wird die Überschussproduktion verkauft. Die Viehhaltung spielt im Vergleich zum Ackerbau eine geringere Rolle. Der Anbau spezieller Futterpflanzen, wie z.B. Andropogongras, zur Überbrückung der futterknappen Zeit während der Trockenzeit nahm erst langsam in den letzten Jahren zu und war bisher wenig verbreitet.

Im Gegensatz hierzu ist das Munizip Tauá hauptsächlich durch extensive Viehhaltung gekennzeichnet. Es werden Rinder, Schafe, und Ziegen gehalten, sowie Schweine und Geflügel zur Deckung des Eigenbedarfes der Familien. Rinder dienen sowohl der Fleisch- wie der Milchproduktion. Die Milch wird auf Grund fehlender Molkereien nur in geringem Umfang frisch vermarktet und nicht zu frischen Molkereiprodukten weiterverarbeitet. Aus dem größten Teil der

verfügbaren Milch wird Käse hergestellt und bis nach Fortaleza verkauft. Schafe und Ziegen werden nur zur Fleischproduktion gehalten und werden sehr selten ausschließlich für den Eigenbedarf gemolken. Neben der Tierhaltung werden Cowpea, Mais, Fava - Bohnen und Rizinus angebaut. Bedingt durch den hohen Stellenwert der Rinderhaltung werden in Tauá im Gegensatz zu Picos verschiedene Methoden der Futtermittelhaltung und des Futteranbaus während der Trockenzeit angewendet.

In beiden Fokusregionen wurden einige zentrale Probleme der landwirtschaftlichen Betriebe identifiziert, welche die potentiellen Betriebsentwicklungsmöglichkeiten bei zukünftigen möglichen Änderungen der Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit einem globalen Wandel maßgeblich beeinflussen können:

a) Variabilität der Niederschläge

Hohe Variabilität der Niederschläge und deren Verteilung führt zu extremen Schwankungen der Erträge in der pflanzlichen Produktion, sowie der Aufwuchsmenge der natürlichen Vegetation als Futtergrundlage für die Tierhaltung. Die daraus resultierenden extremen Unsicherheiten bezüglich der Ertragsstabilität und der erzielbaren Erzeugerpreise über längere Zeiträume bewirken ein hohes Risiko der aus der Landwirtschaft langfristig erzielbaren Einkommen.

b) Abnahme der Bodenfruchtbarkeit

Durch kontinuierlichen Nährstoffexport von den Feldern kommt es zu einer erheblichen Verringerung der Bodenfruchtbarkeit und in Folge dessen zu Ertragsdepressionen. Ursache hierfür ist die Verwendung der Ernterückstände als Viehfutter. Die während der Vegetationsperiode gebildete organische Masse wird nahezu komplett dem natürlichen Feldkreislauf durch die Ernteprodukte und die Ernterückstände entzogen. Die Nährstoff- und Humusbilanz wird so gut wie nicht ergänzt, da kaum organischer Dünger (z.B. Rindermist oder Ernterückstände) im Ackerbau eingesetzt wird.

c) Degradierung von Weideflächen

Zu hohe Bestockungszahlen führen zu Degradierung von Weideflächen. Die Futtergrundlage für intensive Milchviehhaltung ist nach ersten Analysen insbesondere während der Trockenzeit nicht ausreichend, um die Milchleistung auf dem Niveau der Regenzeit aufrecht erhalten und die gesamte Herde auf einem Betrieb ausreichend, ohne gravierenden Gewichtsverlust über diesen Zeitraum ernähren zu können. Eine Intensivierung der Vorratshaltung bezüglich Rohfuttermitteln für die Fütterung von Wiederkäuern während der Trockenzeit ist dringend geboten sowie eine Anpassung der Bestockungszahlen an die Tragfähigkeit der verfügbaren Weideflächen.

d) Geringer Kapitalisierungsgrad der landwirtschaftlichen Betriebe

Während der letzten 15 Jahre ließ sich in Folge eines Strukturwandels im Bereich der pflanzlichen Produktion eine kontinuierliche Dekapitalisierung der landwirtschaftlichen Betriebe beobachten, da der Anbau von Baumwolle als Cashcrop zum Erwirtschaften von Bareinkommen zur Bildung von finanziellen Rücklagen und zur Bestreitung des Lebensunterhaltes der Bauernfamilien nicht mehr wirtschaftlich war. Das Auftreten des Baumwollkapselkäfers '*Anthonomus grandis*' im Nordosten von Brasilien hat praktisch zum Verschwinden des Anbaus dieser Dauerkultur¹ geführt, der im Zeitraum davor schon durch Ertragsdepres-

¹ Es handelt sich bei dieser Baumwollart um eine besondere, ausdauernde Art, welche als Dauerkultur angebaut wird (portugiesisch: algodão mocó/arbóreo/preto, botanische Art: *Gossypium hirsutum* var. *marie-galante* (Watt) Hutschins (Rehm, S.; 1989)), deren Fasern länger und von besserer Qualität sind als diejenigen der herkömmlichen einjährigen Baumwolle. Der Anbau der Mocó-Baumwolle erfolgt als Dauerkultur für ca. 10 Jahre.

von Wasserressourcen, die auf der 'Chapada' schlecht und im 'Tal' vergleichsweise gut ist. Die Verfügbarkeit der Wasserressourcen ist ein wichtiger bestimmender Faktor für die Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes. In Picos gibt es im Gegensatz zu Tauá fossile Grundwasservorkommen in unterschiedlichen geologischen Formationen und Tiefen (Serra Grande, Cabeças, Pimenteiras). Diese können über Tiefbrunnen und spezielle Pumpen für den landwirtschaftlichen Betrieb nutzbar gemacht werden. Während in Tauá die Bewässerung größtenteils von der Zugangsmöglichkeit zu einem der großen Stauseen, von privaten Ziehbrunnen oder Açudes und vom Besitztitel der Betriebsfläche charakterisiert wird, hängt dies in Picos auch von der Reliefposition des Betriebes in der Landschaft ab und führt weit ausgeprägter zu unterschiedlichen Betriebstypen in der ackerbaulichen Nutzung. Auf den 'Chapada' - Hochflächen steht das Grundwasser sehr tief an, so dass die Brunnenbohrungen aufgrund der notwendigen Tiefe extrem teuer werden. Deshalb können sich hier nur wenige Betriebe oder Bauerngemeinschaften einen Brunnen leisten. Die Dichte der Brunnenbohrungen ist in den Tälern, und besonders im Tal des Guaribas sehr hoch. Bedingt durch diesen Sachverhalt haben sich unterschiedliche Spezialisierungen in der Pflanzenproduktion und der Tierhaltung herausgebildet.

Wichtige Kriterien zur weiteren Unterteilung sind die Besitzverhältnisse und die Betriebsgröße. Man kann in den Fokusregionen Picos und Tauá zwischen verschiedenen Rechtsstadi landwirtschaftlicher Betriebe unterscheiden: Eigentümer, Pächter, Landbesetzer und Agregados. Eigentümer verfügen über einen legalen Besitztitel, d.h. über eine amtliche Registrierung im dafür zuständigen Notariat. Pächter haben die Betriebsfläche von Landeigentümern zu unterschiedlichen Konditionen gepachtet. Dabei wird selten ein fester Pachtpreis in monetären Einheiten vereinbart. In der Regel wird als Pachtzahlung ein prozentualer Anteil des Ertrages mündlich ausgehandelt. Die Höhe hängt dabei davon ab, ob der Landeigentümer einerseits Wohnraum, Wasser oder Strom kostenlos zur Verfügung stellt und andererseits im Regenfeldbau das Saatgut stellt und die Bodenbearbeitung vor der Saat durchführen lässt. Bei intensiver Bewässerungslandwirtschaft stellt der Landeigentümer häufig neben dem Saat- oder Pflanzgut, dem aussaat- oder pflanzfertigem Feld auch noch Betriebsmittel wie Dünger und Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Je höher dabei die Vorleistungen des Landeigentümers sind, desto niedriger wird dabei der Anteil des Pächters am Ertrag. Bei Agregados handelt es sich in den Fokusregionen um Familienmitglieder, die mit Einverständnis von Verwandten mit eigenem legalem Besitz auf deren Besitz einen landwirtschaftlichen Betrieb führen. Zum Beispiel tritt dies einerseits dann auf, wenn die Söhne und Töchter heiraten und einen eigenen Betrieb unabhängig von den Eltern gründen möchten oder aber andererseits die Eltern die reale Teilung des Betriebes noch zu Lebzeiten regeln möchten. Dabei kommt es aber zu keiner Änderung der Registrierung des legalen Besitztittels im Notariat, der Besitztittel wird weiterhin auf den Namen der Eltern geführt. Das kann im Rahmen der Möglichkeiten Kredite zur Verbesserung der Betriebssituation aufzunehmen zu Problemen führen, da dabei in der Regel ein Nachweis des Besitztittels von der kreditgebenden Institution als Sicherheit gefordert wird. Dies impliziert immer, dass das Elternteil auf den der Besitztittel ausgestellt ist für die Kredite der Kinder haften muss. Wird versäumt den Besitztittel noch vor dem Tod der Eltern auf die Erben zu überschreiben, was häufig aus Kostengründen nicht gemacht wird, kompliziert sich die Situation derart, dass die Klärung des Sachverhaltes über ordentliche Gerichte und Anwälte aus Kostengründen erst gar nicht gemacht oder über Jahre hinweg verschleppt wird.

Weitere Kriterien zur Abgrenzung von Betriebstypen bestehen in einer dritten und vierten Ebene in der Realisierung bestimmter Produktionszweige und Produktionsverfahren von Seiten der landwirtschaftlichen Betriebe.

In dieser ersten, vorläufigen Fassung konnte das wichtige Unterscheidungskriterium 'Grad der Marktorientierung' noch keine Berücksichtigung finden, da dies erst mit der vollständigen Aus-

wertung der einzelbetrieblichen Daten aus beiden Fokusregionen und der vollständigen Berechnung der Betriebseinkommen möglich ist.

Für die Fokusregion Tauá ist eine ähnliche Klassifizierung geplant. Im Unterschied zu Picos sind die naturräumlichen Gegebenheiten anders. Die Landschaft im Munizip Tauá gehört nicht mehr zum großen Sedimentationsbecken des Parnaíba, sondern liegt östlich der 'Serra Grande' im kristallinen Grundgebirge. Von daher gibt es kaum fossiles Grundwasser in ausreichender Menge und Qualität. Die Tiefbrunnen, welche in dieser Region bisher gebohrt wurden haben in der Regel sehr schlechte Schüttungen und das geförderte Wasser ist so salzhaltig, dass es von der Bevölkerung weder als Trink- noch als Kochwasser gerne verwendet wird. Von der Regierung Cearás sind aus diesem Grund mehrere Grundwasserentsalzungsanlagen installiert worden, um die Wasserqualität für den menschlichen Verbrauch zu verbessern. Die Tabellen 2.3.1 und 2.3.2 stellen eine Übersicht über die Verfügbaren Wasserreserven im Munizip von Tauá dar.

Tabelle 2.3.1: Übersicht über die Grundwasserreserven im Munizip Tauá - CE, Stand 1992

Aquifer	registrierte Brunnen (Anzahl)	aktuell verfügbare Wassermenge (m ³ /Jahr)	potentiell nutzbare Wasserreserven (m ³ /Jahr)		Charakterisierung der Brunnen	
			Gesamt	mit Qualitätseinschränkung	ø Tiefe (m)	Schüttung (m ³ /h)
Sand	3	22.776	0	0	60	1,73
Alluvium	4	113.004	0	0	58,75	6,45
kristallines Grundgestein	54	866.802	4.260.410	2.982.287	54,48	3,66

Quelle: SRH (1992)

Aus der Tabelle 2.3.1 wird ersichtlich wie gering die aktuelle verfügbare und die potentiell nutzbaren Grundwasserreserven in der Region Tauá sind. Die Schüttung der Brunnen ist im Vergleich zu Picos (in Tallagen werden dort bis zu 45 m³/h gefördert) sehr gering und auch die Qualitätseinschränkungen sind vergleichsweise hoch. In der Region werden für den menschlichen Bedarf und die Viehtränke bevorzugt Wasser aus kleinen, mittleren und großen Stauseen verwendet sowie Trinkwasser aus Zisternen, da dieses als gesammeltes Regenwasser wesentlich geringere Salzgehalte aufweist. Eine zusammenfassende Übersicht der Wasserreserven aus Stauseen gibt Tabelle 2.3.2.

Tabelle 2.3.2: Übersicht über Flächenausdehnung, Anzahl und Speichervolumen von Stauseen im Munizip Tauá - CE, Stand 1992

Flächenausmaß der Stauseen (1000 m ²)	Anzahl der Stauseen	Speichervolumen der Stauseen (1000 m ³)	Anteil des gespeicherten Oberflächenwassers am Speichervolumen aller Stauseen (%)
0 - 100	56	3.880	1,6
100 - 500	107	22.770	9,4
500 - 1.000	12	8.940	3,7
1.000 - 3.000	19	36.530	15,1
3.000 - 10.000	8	43.500	17,9
> 10.000	5	126.820	52,3
Summe	207	242.440	100

Quelle: SRH (1992)

Von daher liegt es Nahe in Tauá in einem ersten Schritt drei Standorte voneinander abzugrenzen:

1. 'Beira Rio' = Flussnahe Standorte, mit relativ guten Wasserressourcen, da die Felder in Flussnähe in der Regel Alluvialböden mit hoher Fruchtbarkeit und relativ guter Grundwasseranbindung an das Flussbett sind. In den ausgetrockneten Flussbetten können während der Trockenzeit, wenn andere Wasserquellen versiegen, immer noch Wasserlöcher gegraben werden, um Menschen und Tiere mit Trinkwasser oder kleinere Gärten mit Bewässerungswasser zu versorgen.
2. 'Depressão Sertaneja' = Standorte, die keine Felder in Flussnähe besitzen und bei der Wasserversorgung nur auf oberflächennahes Grundwasser (Ziehbrunnen) oder Oberflächenwasser in Stauseen (Açudes) angewiesen sind.
3. 'Serra' = Standorte in der Serra de São Domingos oder Serra de Marruás, die durch ein etwas feuchteres Niederschlagsregime im Vergleich zum ca. 500 m tiefergelegenen Umland charakterisiert sind.

Die Klassifizierungskriterien Besitzverhältnisse, Produktionszweig und realisierte Produktionsverfahren werden analog zur Fokusregion Picos verwendet, allerdings mit entsprechenden Anpassungen an die Charakteristika des Munizips Tauá.

Aufbau von Modellen für unterschiedliche Betriebstypen

Der Aufbau von Modellen für unterschiedliche Betriebstypen der beiden Fokusregionen Picos und Tauá wird bis zum Abschluss der laufenden Projektphase erfolgen. Die Arbeiten der Dateneingabe und die dazu parallel erfolgenden Analysen sind auf Grund unvorhergesehener Arbeiten noch nicht vollständig abgeschlossen. Da allerdings die Erstellung von Tableaus für lineare Planungsansätze ein Mindestmaß an quantifizierbaren Daten und Zusammenhängen erfordert, können die entsprechenden Modelle erst nach vollständiger Primärdatenaufbereitung erstellt werden.

Da in diesen Modellen auch die Wirkung alternativer Produktionsverfahren auf die Organisation landwirtschaftlicher Betriebe und ihre Umsetzbarkeit in die Praxis getestet werden soll, ist im folgenden ein Beispiel aus der Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Pflanzenernährung vorgestellt.

Die AG Pflanzenernährung hat auf dem Standort der 'Chapada do Fio' in der Fokusregion Picos Versuche zur Düngung mit verschiedenen Nährstoffkombinationen in den Jahren 1998 und 1999 durchgeführt. Das Jahr 1998 war durch unterdurchschnittliche Niederschläge gekennzeichnet, wodurch in der gesamten Region die Erträge im Regenfeldbau sehr niedrig ausfielen. Im Gegensatz hierzu war das Jahr 1999 ein relativ normales Jahr mit üblichen Erträgen für dieses Niederschlagsregime.

Betrachtet wird die Innovation eine Volldüngung mit Kalkausgleichsdüngung zum Anbau der Mischkultur Cowpea x Mais auszubringen. Das Verfahren der Düngung ist auf den Standorten der 'Chapada' in der Region von Picos so gut wie unbekannt. Chemische Düngemittel finden hauptsächlich im intensiven Gemüseanbau auf den Standorten im Tal Anwendung. Die Standorte auf der 'Chapada' sind durch ein bestimmtes Brachesystem gekennzeichnet. In der Regel wird vor dem ersten Anbau ein Feld mit Sekundärvegetation manuell gerodet, abgebrannt und eingezäunt. Im ersten Jahr werden Cowpeas mit Maniok in Mischkultur angebaut und nur auf besonderen, feuchteren Gunststandorten Cowpeas mit Mais ausgesät. In Gebieten mit Anbau von Cashew werden im ersten Jahr die Cashew - Bäume mit gepflanzt und bis zum vollständigen Bestandesschluss während ca. acht Jahren mit anuellen Kulturen zusammen angebaut. Dort wo keine Cashew angebaut werden, wird das Feld nach vier bis sechs Jahren wieder

brach fallen gelassen, um ein neues Feld für den Anbau anueller Kulturen zu roden. Der Zeitraum dieser Naturbrache ist in der Region zeitlich nicht in Jahren festgelegt, sondern hängt von der individuellen Flächenverfügbarkeit der landwirtschaftlichen Betriebe ab.

Tabelle 2.3.3 zeigt die Ergebnisse der Deckungsbeitragsrechnung für ein Produktionsverfahren mit Ausbringung einer NPK-Volldüngung mit Kalkausgleichsdüngung für den Standort 'Chapada do Fio' für das Dürrejahr 1998, sowie für die Kontrolle ohne Düngung.

Tab. 2.3.3: Wirtschaftlichkeit einer Volldüngung mit Kalkausgleichskalkung, Standort: 'Chapada do Fio', Picos – Piauí, Mischkultur: Cowpea x Mais in der Regenzeit 1998

ökonomische Kenngrößen	Düngebehandlung NPK + Ca		Kontrolle ohne Düngung		
	Einsatz von FamAkh	Einsatz von FamAkh und FremdAkh	Einsatz von FamAkh	Einsatz von FamAkh und FremdAkh	
Marktbestimmter Hauptertrag (kg/ha)	Cowpea	685,88	685,88	147,41	147,41
	Mais	352,91	352,91	18,47	18,47
Marktleistung (R\$/ha)	Cowpea	1143,14	1143,14	245,69	245,69
	Mais	82,34	82,34	4,31	4,31
proportionale Spezialkosten (R\$/ha)		458,49	645,53	146,83	302,44
Anteil der Düngemittel an den proportionalen Spezialkosten (%)		63,34	44,99	0,00	0,00
Deckungsbeitrag (R\$/ha)		766,99	579,95	103,16	-52,45
Arbeitszeitbedarf der Gesamt-Familienarbeitskraft		53,43	27,72	44,46	23,23
Deckungsbeitrag je AK-Familie (R\$/Manntag)		14,35	20,93	2,32	-2,26
gedüngte Mengen/ha					
Amoniumsulfat		150 kg/ha			
Superphosphat		182 kg/ha			
Kaliumchlorit		69 kg/ha			
Dolomitkalk (alle 5 Jahre)		3 t/ha			

Quelle: Berechnungen der AG Ökonomie
Versuche der AG Pflanzenernährung

Beachtlich ist die Ertragssteigerung durch die Volldüngung mit Kalkausgleichsdüngung trotz der schlechten Niederschlagsverhältnisse im Dürrejahr 1998. Der Standort auf der Chapada hat von den Steigungsregen profitiert und im Verhältnis zu anderen Standorten etwas mehr Wasser zum Wachstum zur Verfügung gehabt, was durch die Düngung in einen Mehrertrag im Vergleich zur Kontrolle umgesetzt werden konnte. Auf Grund der außergewöhnlich hohen Marktpreise für Cowpea resultierend aus der schlechten Versorgungslage im Jahr 1998 konnten erhebliche Deckungsbeitragszuwächse durch Düngung erzielt werden.

Neben den Kosten für Düngemittel entstehen den Betrieben jedes Jahr vergleichsweise hohe Kosten für Fremdarbeitskräfte, die hauptsächlich in Arbeitsspitzen und in Betrieben mit nicht ausreichend vorhandener Familienarbeitskraft eingesetzt werden. Aus diesem Grund wurde für das Produktionsverfahren mit Düngung und für die Kontrolle ohne Düngung jeweils zwei Varianten gerechnet: eine, bei der nur Familienarbeitskräfte eingesetzt werden und eine zweite, bei der die Hälfte der Familienarbeitskräfte durch zu entlohnende Fremdarbeitskräfte ersetzt wurden. Das Ergebnis für das Jahr 1998 zeigt, dass für den Einsatz von Fremdarbeitskräften erhebliche Kosten entstehen, die beim Fall der Kontrolle ohne Einsatz von Düngemitteln zu negativen Deckungsbeiträgen, d.h. zu Verlusten für den landwirtschaftlichen Betrieb führen.

Die gleichen vier Varianten sind ebenfalls für das Jahr 1999 berechnet worden, deren Ergebnisse in Tabelle 2.3.4 dargestellt sind. Bei den beiden Varianten des Produktionsverfahrens mit Ausbringung von Dünger und Dolomitkalk sind die Erträge wesentlich höher und weit über dem von der Bank für Kredite zugrunde gelegten Ertrag von 600 kg/ha für Cowpea. Allerdings war das Preisniveau auf Grund der überdurchschnittlich hohen Menge von Cowpea auf dem Markt so niedrig, dass bei gleichbleibenden Kosten der Deckungsbeitrag wesentlich schlechter ausfiel als im Jahr 1998. Dieselbe Situation trat auch bei beiden Varianten ohne Düngung auf. Trotz der etwas höheren Erträge sind die Deckungsbeiträge mit und ohne Einsatz von Fremdarbeitskräften negativ und bedeuten einen monetären Verlust für den Betrieb.

Tab. 2.3.4: Wirtschaftlichkeit einer Volldüngung mit Kalkausgleichskalkung, Standort: 'Chapada do Fio', Picos – Piauí, Mischkultur: Cowpea x Mais in der Regenzeit 1999

ökonomische Kenngrößen	Düngebehandlung NPK + Ca		Kontrolle ohne Düngung		
	Einsatz von FamAkh	Einsatz von FamAkh und FremdAkh	Einsatz von FamAkh	Einsatz von FamAkh und FremdAkh	
Marktbestimmter Hauptertrag (kg/ha)	Cowpea	1880,41	1880,41	341,13	341,13
	Mais	255,56	255,56	0,00	0,00
Marktleistung (R\$/ha)	Cowpea	626,80	626,80	113,71	113,71
	Mais	38,33	38,33	0,00	0,00
proportionale Spezialkosten (R\$/ha)		454,02	655,90	136,98	301,02
Anteil der Düngemittel an den proportionalen Spezialkosten (%)		63,96	44,27	0,00	0,00
Deckungsbeitrag (R\$/ha)		211,12	9,24	-23,27	-187,31
Arbeitszeitbedarf der Gesamt-Familienarbeitskraft		57,67	29,84	47,69	24,84
Deckungsbeitrag je AK-Familie (R\$/Manntag)		3,66	0,31	-0,49	-7,54
gedüngte Mengen/ha	Quelle: Berechnungen der AG Ökonomie Versuche der AG Pflanzenernährung				
Amoniumsulfat	150 kg/ha				
Superphosphat	182 kg/ha				
Kaliumchlorit	69 kg/ha				
Dolomitkalk (alle 5 Jahre)	3 t/ha				

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Überprüfung, ob alternative Produktionsverfahren in bestehende Betriebssysteme integrierbar sind, ist die Tatsache, dass zum Beispiel der Einsatz von Düngemitteln wie im zuvor beschriebenen Produktionsverfahren zwar in bestimmten Situationen einen erheblichen Deckungsbeitragszuwachs erwirtschaften kann, aber dafür ein nicht zu vernachlässigender Einsatz von Kapital im Zeitraum zwischen Bodenbearbeitung und Ernte notwendig ist, den viele Betriebe in anbetracht ihrer schlechten finanziellen Situation ohne zusätzlichen kurzfristigen Kredit zur Verbesserung der Liquidität während der Produktionsperiode nicht aufbringen könnten.

2.4 Zusammenfassung und Diskussion

Die Arbeitsgruppe Ökonomie leistet im Verbundprojekt WAVES einen wichtigen Beitrag auf der Mikroskala, d.h. auf der einzelbetrieblichen Ebene, um grundlegende Strukturen, Prozesse und Probleme im landwirtschaftlichen Betrieb analysieren und verstehen sowie darauf aufbauend in Modellen simulieren zu können. Dabei steht im Vordergrund ökologisch und ökonomisch nachhaltige Strategien zu erarbeiten, die langfristig Perspektiven für die landwirtschaftlichen Betriebe aufzeigen und dabei das klimabedingte Produktionsrisiko sowie die schwierigen institutionellen Rahmenbedingungen in dieser Region mit berücksichtigen.

Die für das Vorhaben notwendigen Primärdatenerhebungen sind in achtzig Betrieben in den Fokusregionen Picos und Tauá erfolgreich durchgeführt worden. Die weitere Datenaufbereitung ist noch nicht vollständig abgeschlossen. Bis zum Zeitpunkt des Berichtes sind alle einzelbetrieblichen Daten der Region Tauá aufbereitet worden, da parallel Produktionsverfahren definiert und Deckungsbeiträge berechnet worden sind. Erst nach vollständiger Aufbereitung der Daten aus dem Untersuchungsgebiet Picos kann dann eine endgültige Klassifizierung zu Betriebstypen erfolgen. Aus diesem Grund ist eine vorläufige Klassifizierung an Hand von leicht auswertbaren Merkmalen gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Landschaftsökologie für die Region Picos erarbeitet und in das landschaftsökologische Modell MOSDEL integriert worden.

Gemeinsam mit der Arbeitsgruppe Pflanzenernährung sind die ersten Ergebnisse aus den Feldversuchen in Picos ökonomisch in Form von Deckungsbeitragsrechnungen für gemeinsam definierte Produktionsverfahren aufbereitet worden. Diese können in die einzelbetrieblichen Modelle als Innovationen integriert werden, um zu überprüfen welche Auswirkung die Einführung im Betrieb auf dessen Organisation haben wird.

Da es sinnvoll ist erst mit vollständig ausgewerteten Daten lineare Planungsansätze für jeden Betriebstypen zu formulieren, können bis zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine Szenarien gerechnet werden. Die Basis dieser Modelle beruht nicht nur in der Kenntnis und Formulierung bestimmter Betriebszusammenhänge, sondern auch auf der quantifizierbarer, ökonomischer und ökologischer Daten, und die technische Umsetzung in Tableaus der Planungsansätze ist relativ schnell zu bewältigen, wenn die Datenbasis vorhanden ist. Die noch ausstehenden Arbeiten werden in der noch verbleibenden Projektlaufzeit erledigt werden.

2.5 Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten und brasilianischen Wissenschaftlern

Zusammenarbeit mit brasilianischen Wissenschaftlern

Die Zusammenarbeit mit brasilianischen Wissenschaftlern war in der laufenden Projektperiode erfolgreich, gestaltete sich allerdings auf Grund der fehlenden Sachmittelfinanzierung von Seiten des CNPq für die brasilianischen Wissenschaftler als nicht gleichgewichtig wie ursprünglich vorgesehen. Insbesondere fehlten den Partnern an beiden Universitäten Mittel, um Feldforschung in den Untersuchungsregionen durchführen zu können. Die vom CNPq im Rahmen von WAVES geförderten Stipendiaten an beiden Universitäten hatten von daher nur die Möglichkeit an ihren jeweiligen Einsatzorten Teresina oder Fortaleza zu arbeiten. Eine Ausnahme bildeten dabei zwei in Picos wohnende Stipendiaten, die für ein Jahr gefördert worden sind. Die Arbeit beider Stipendiaten hat für den Förderzeitraum Daten zur Preisentwicklung landwirtschaftlicher Produkte in der Region Picos erarbeitet, die eine wertvolle Ergänzung zu den Arbeiten der Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim darstellen.

Die wissenschaftlichen Kontakte sind während der Projektphase weiter ausgebaut worden, insbesondere zu den beiden Partnern an der Universidade Federal do Ceará und an der Universidade Federal do Piauí. Durch die Diskussion und Zusammenarbeit mit beiden Partnern ergaben sich wertvolle Anregungen für die Erstellung der einzelbetrieblichen Modelle. Bei der Herstellung von Kontakten zu Institutionen in beiden Bundesstaaten ergaben sich wichtige Informationsquellen bezüglich Sekundärdaten bezüglich der Fokusgebiete Picos und Tauá.

In der Fokusregion Tauá wurde schwerpunktmäßig mit der Nichtregierungsorganisation ESPLAR zusammengearbeitet, welche sich besonders mit alternativen Entwicklungskonzepten im Sertão von Tauá beschäftigt und dabei konkrete Problembereiche landwirtschaftlicher Betriebe zu berücksichtigen versucht. Die Zusammenarbeit mit dieser Organisationen erwies sich als besonders positiv hinsichtlich einer direkten praktischen Umsetzung der Forschungsergebnisse der Arbeitsgruppe. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass es gerade im Nordosten von Brasilien einzelbetriebliche Daten, welche die tatsächliche wirtschaftliche Situation der Betriebe widerspiegeln, kaum gibt und viele Analysen auf Daten aus der Literatur oder von Versuchen auf Forschungsstationen basieren.

Zusammenarbeit mit deutschen Teilprojekten

Die Erarbeitung von einzelbetrieblichen linearen Planungsansätzen erfordert neben den Arbeiten der Arbeitsgruppe Ökonomie auch eine intensive Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen und Arbeitsgruppen des Verbundprojektes WAVES. Die Zusammenarbeit mit den einzelnen Arbeitsgruppen wird im folgenden für jeden Bereich kurz dargestellt:

a) Arbeitsgruppe "Landwirtschaftliche Regionalmodelle" (FH Köln)

Unterstützung bei der Validierung des landwirtschaftlichen Regionalmodells. Hierunter fallen Zusatzinformationen in Form von Expertenwissen, welche für die Modellbildung wichtig sind und die insbesondere durch intensive Feldforschungsaufenthalte von Seiten der Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim erworben wurden. Daten bezüglich der in den Fokusregionen praktisch auf den landwirtschaftlichen Betrieben angewendeten Produktionsverfahren konnten bisher nur ansatzweise an die Arbeitsgruppe an der Fachhochschule Köln weitergegeben werden, da diese Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind. Sobald diese Daten in einer für das Regionalmodell verwertbaren Form aufbereitet wurden, werden sie selbstverständlich zur Verfügung gestellt.

b) Arbeitsgruppe "Bodenkunde" (Universität Hohenheim)

Die Zusammenarbeit erfolgte in der laufenden Projektphase hauptsächlich auf der Ebene der Schätzung von Ertragspotentialen in Zusammenhang mit der Erarbeitung einer Landnutzungsseignung für die Fokusregionen Picos und Tauá. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Kalibrierung der zu erwartenden Erträge auf der Basis von potentiellen Ertragsniveaus für verschiedene Bodentypen mit Daten aus den ökonomischen Befragungen.

c) Arbeitsgruppe "Pflanzenernährung" (Universität Hohenheim)

Erstellung von Produktionsverfahren unterschiedlicher Intensitätsniveaus auf der Basis der Ergebnisse der Versuche der Arbeitsgruppe Pflanzenernährung auf den Standorten 'Chapada do Fio' und 'Vale do Rio Guaribas' in der Fokusregion Picos.

d) Fachbereich "Landschaftsökologie" (TU München)

In einer ersten Annäherung wurde gemeinsam eine vorläufige Klassifizierung von Betriebstypen für die Untersuchungsregion Picos - PI (ökonomische und ökologische Klassifizierung) erarbeitet.

e) Fachbereich "Wasser" (Hydroisotop GmbH)

Gemeinsam wurde ein Fragebogen zu Bereichen rund um die Wasserressourcen und die Wasserqualität auf den landwirtschaftlichen Betrieben in den Fokusregionen Picos und Tauá erarbeitet und in die Fragebögen für die Erhebungen vor Ort der Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim integriert. Um weitere für die Arbeitsgruppe der Firma Hydroisotop GmbH wichtige Daten zu erheben, wurde ein Mitarbeiter dieser Firma mit den Betriebsleitern der schon befragten Betriebe bekannt gemacht, um die Grundlage dafür zu schaffen, dieselben Betriebe nochmals ergänzend befragen zu können.

Darüber hinaus erfolgte mit allen Arbeitsgruppen und Fachbereichen ein reger Datenaustausch sowie Austausch von Expertenwissen, insbesondere aber mit der Arbeitsgruppe Soziokulturelle Analysen an der Universität Kassel, mit dem Ziel eine gemeinsame oder möglichst ähnliche Klassifizierung von Betriebs- und Familientypen zu erarbeiten.

2.6 Bibliographie

2.6.1 Eigene Publikationen

GAISER, T., MAROHN, C., BACH, B. and STAHR, K. (1999): Standortsbewertung im semi-ariden Nordosten Brasiliens (Land evaluation in the Northeast of Brazil). Mitteilungen Dtsch. Bodenkundl. Gesell. (accepted).

2.6.2 Zitierte und verwendete Literatur

ABINAGEM, A. (1996): A família no direito agrário., Del Rey, Belo Horizonte, 1996, 247 p.

BLANCKENBURG, P. von (Hrsg.) (1982): Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern, Band 1, Sozialökonomie der ländlichen Entwicklung, 2. Aufl. 1982, Stuttgart: Ulmer Verlag, 464 S.

DOPPLER, W. (1991): Landwirtschaftliche Betriebssysteme in den Tropen und Subtropen, Stuttgart : Ulmer Verlag, 1991, 216 S.

LEVENHAGEN, A.J. de S. (1992): Posse, possessória e usucapião, 4. Ed., Atlas, São Paulo, 1992, 154 p.

LUZ, V. P. da (1996): Curso de Direito Agrário, Contém o Estatuto da Terra, 2a. ed., Porto Alegre, 1996, 195 p.

REHM, S. (Hrsg.), (1989): Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in Entwicklungsländern. Band 4, Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen., 2. Aufl , 1989, Stuttgart: Ulmer Verlag, 653 S.

RUTHENBERG, H. (1980): Farming systems in the tropics, Oxford : Clarendon Press, 1980, 424 S.

SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos (1992): Plano Estadual dos Recursos Hídricos, Atlas, Governo do Estado do Ceará, Secretaria dos Recursos Hídricos, Fortaleza, 1992, 4v.

WEINSCHENCK, G (1964): Die optimale Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes: Untersuchungen zur Ermittlung der Gleichgewichts und der Preiselastizität der Erzeugung, Hamburg: Parey, 1964, 206 S.

3 Vergleich des Standes des Vorhabens mit der ursprünglichen Planung und Ausblick

Die im Antrag vorgesehene Phase zur Erhebung von Primärdaten konnte wie geplant erfolgreich abgeschlossen werden. In jeder der beiden Fokusregionen konnten jeweils vierzig landwirtschaftliche Betriebe detailliert befragt werden und so Informationen zu insgesamt achtzig Betrieben beschafft werden.

Neben Sekundärdaten von Institutionen in Teresina – PI und Fortaleza – CE konnten spezielle Daten beim IBGE in Rio de Janeiro besorgt werden. Es handelt sich hierbei um Daten auf Munizipebene der beiden Fokusregionen Picos und Tauá des Agrarzensus von 1995/1996, die für bestimmte Analysen der Arbeitsgruppe Ökonomie an der Universität Hohenheim gebraucht werden und beim IBGE dafür in Auftrag gegeben worden sind. Im allgemein erhältlichen und veröffentlichten Agrarzensus 1995/1996 sind bestimmte Daten aus den Rohdatentabellen nicht miteinander verschnitten worden. Zum Beispiel gibt es im veröffentlichten Agrarzensus 1995/1996 keine Verschneidung der Betriebsgröße und des Besitztitels gleichzeitig mit Informationen zu anderen Bereichen.

Die umfassende Datenaufbereitung, -auswertung und die Erstellung von Betriebsmodellen sind in Bearbeitung und werden in der noch verbleibenden Projektphase weitgehend abgeschlossen werden.

Ausblick

Die Simulationsrechnungen und die Ergebnisse der statisch-komparativen Modelle stellen eine gute Basis zum Aufbau von simultan-dynamischen Planungsansätzen dar, um Szenarien für potentielle Entwicklungen landwirtschaftlicher Betriebe über größere Zeiträume berechnen zu können. Dadurch ist es möglich, die einzelbetrieblichen Modelle für die definierten Betriebstypen an die Vorhersagedauer der Klimamodelle anzupassen und Aussagen über diese Zeiträume zu machen.

Die vorhandene Datenbasis erlaubt zusätzlich in Ergänzung zu den simultan-dynamischen Planungsansätzen Modelle zu erarbeiten, welche z.B. durch klimatische Unsicherheiten bedingtes Produktionsrisiko berücksichtigen können.

Beide Modelltypen können somit wesentliche Beiträge zur Entwicklung von Szenarien und der Abschätzung von möglichen zukünftigen Entwicklungen im landwirtschaftlichen Sektor der Untersuchungsregionen leisten. Die Ergebnisse können direkt Entscheidungsträgern und landwirtschaftlichen Beratungsorganisationen in Brasilien zur Verfügung gestellt werden.

4 Ergebnisse Dritter, die für das Vorhaben von Bedeutung sind

- keine -

5 Angaben zu Erfindungen und Schutzrechten

Es wurden keine neuen Erfindungen gemacht. Schutzrechte wurden weder angemeldet noch erteilt.