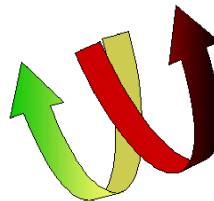


WASSERVERFÜGBARKEIT SOWIE ÖKOLOGISCHE, KLIMATISCHE UND SOZIOÖKONOMISCHE WECHSELWIRKUNGEN IM SEMIARIDEN NORDOSTEN BRASILIENS

**WAVES**

Verbundprojekt WAVES

Statusbericht der ersten Hauptphase

**Fachbereich Soziokulturelle- und ökonomische Analysen
Arbeitsgruppe „Regionales Agrarsektormodell“**

- Zuwendungsempfänger: Fachhochschule Köln,
Institut für Tropentechnologie
- Förderkennzeichen: 01 LK 9708
- 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
- Leitung: Prof. Dr. H. Gaese
Bearbeitung: Holger Hinterthür, M.A.

Köln, den 31.1.2000
Institut für Tropentechnologie der Fachhochschule Köln
Betzdorfer Straße 2, 50670 Köln

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung / Summary	1
2 Stand des Vorhabens.....	1
2.1 Einleitung und Fragestellung des Teilprojekts.....	1
2.2 Methodisches Vorgehen	2
2.3 Ergebnisse.....	6
2.3.1 Darstellung und Analyse der Ist-Situation des landwirtschaftlichen Sektors.....	6
2.3.2 Simulation veränderter Rahmenbedingungen auf den Agrarsektor.....	20
2.4 Diskussion	26
2.5 Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten und brasilianischen Wissenschaftlern.....	27
2.6 Bibliographie	28
2.6.1 Eigene Publikationen	28
2.6.2 Zitierte Literatur.....	28
3 Vergleich des Standes des Vorhabens mit der ursprünglichen Planung und Ausblick.....	29
4 Ergebnisse Dritter, die für das Vorhaben von Bedeutung sind	30
5 Angaben zu Erfindungen und Schutzrechten.....	30

1 Zusammenfassung / Summary

The main objective of the subproject “Regional model of the agricultural sector” (working group “economy”) within the project WAVES is to describe and analyze the agricultural sector of the states Ceará and Piauí and to quantify many economic parameter for the base year as well as under changed ecological and economical frame conditions in order to supply this data for the integrated model SIM.

During the first main phase of WAVES the “Regional Agricultural Sector Model of Ceará and Piauí” (RASMO) was developed using the linear programming method (GAMS program). RASMO quantifies many economic parameters for each of the municipalities of the Brazilian states Ceará and Piauí as well as for farm size classes. The necessary data were obtained by primary investigations conducted together with the Brazilian partners in eight municipalities of reference. In addition, data of other working groups and secondary literature which was collected in Brazil were used. The data of all these sources was evaluated and adequately integrated in the model.

After having finished the first main phase, the model is technically well elaborated and functioning (formulation of the restrictions, interfaces to other departments, adequate calculation and representation of the results). The technical coefficients for agriculture are sufficiently determined (for example labor and input demand, yields of different rural ecological regions, intensity levels and soil classes) and important economic parameter (for example income, the use and/or non-use of family labor, use of products for subsistence vs. production for the market, water demand of the agricultural sector, etc.) can be evaluated and quantified. There are still deficits concerning husbandry (for example the yields of the natural pastures depending on regional aspects and precipitation, realistic modeling of the herd populations in reference to the production target, age, weight and the corresponding calculation of the demand for nutrients and of the yields with respect to regional differences, etc.). Furthermore, in order to fulfill a realistic calculation of the WAVES scenarios, the market equilibration (for example evaluation of the demand side, prices that are internally calculated by the model with regard to demand and supply) and the impact of agricultural policy instruments on the agricultural sector must be taken into consideration.

2 Stand des Vorhabens

2.1 Einleitung und Fragestellung des Teilprojekts

Bedingt durch die spezifischen agrarökologischen Verhältnisse ist die landwirtschaftliche Produktion in den Bundesstaaten Ceará und Piauí mit einem enormen Risiko behaftet, welches sich bei den landwirtschaftlichen Betrieben durch geringe Verdienstmöglichkeiten und extrem unregelmäßige Einkommen in den einzelnen Wirtschaftsjahren ausdrückt. Neben der Eigenversorgung mit Grundnahrungsmitteln reichen in guten Jahren die Einnahmen kaum für die Beschaffung von auf dem Betrieb nicht produzierbaren Gütern und Dienstleistungen. In Dürre Jahren ist auf vielen Betrieben schon die Eigenversorgung der Familien mit Nahrungsmitteln und somit auch deren Existenz in Frage gestellt. Zu der klimatisch bedingten Variabilität in der landwirtschaftlichen Produktion kommen ungünstige infrastrukturelle, wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen, unter denen die landwirtschaftlichen Betriebe wirtschaften müssen. Das Teilprojekt „Regionales Agrarsektormodell“ führt in regionaler Differenzierung auf der Basis aller Gemeinden von Ceará und Piauí eine Analyse des Agrarsektors und dessen zukünftige Entwicklungspotentiale unter gleichen bzw. veränderten ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen (z.B. Klima, Wasserverfügbarkeit, In- und Output-Märkte) durch. Hierbei gilt es, die für den Agrarsektor zentralen ökonomischen und ökologischen Kenngrößen wie z.B.

das Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe, die Zahl der saisonalen und permanenten Arbeitskräfte und der Wasserbedarf des Agrarsektors, jeweils für das Basisjahr und für die zu beschreibenden veränderten möglichen Rahmenbedingungen abzuschätzen bzw. zu quantifizieren und für das Integrierte Modell SIM des WAVES-Verbundprojektes bereitzustellen. Zentrale Fragestellung des Teilprojekts ist, inwieweit die Landwirtschaft unter den herrschenden bzw. veränderten ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen nachhaltig eine Lebensgrundlage für die Menschen im ländlichen Raum darstellt.

2.2 Methodisches Vorgehen

Das Teilprojekt „Regionales Agrarsektormodell“, Arbeitsgruppe „Ökonomie“, erstellte mit Hilfe der linearen Programmierung (Programm GAMS) das agrarökonomische Produktionsmodell RASMO (**R**egional **A**gricultural **S**ector **M**odel of Ceará and Piauí), das den Agrarsektor der Staaten Ceará und Piauí jeweils für das Basisjahr und für veränderte mögliche ökologische und ökonomische Rahmenbedingungen abbildet, analysiert und ökonomische Kenngrößen quantifiziert.

Technisch wurde das Modell mit dem "General Algebraic Modeling System" (GAMS) realisiert. GAMS ist ein Programm zur Lösung linearer, nicht linearer und gemischt ganzzahliger Optimierungsprobleme, das speziell der Modellierung großer, komplexer Modelle dient.

Räumlicher und zeitlicher Bezug, Aggregation der landwirtschaftlichen Betriebe

Um die Integration in das Integrierte Modell SIM zu gewährleisten, bildet RASMO zunächst das Basisjahr 1996 auf der Grundlage aller 332 Gemeinden der brasilianischen Bundesstaaten Ceará und Piauí ab. RASMO rechnet jeweils alle Gemeinden separat und für ein Jahr. Eine geringere zeitliche Auflösung (Monate) ist im Modell für die Arbeitskraftrestriktion definiert und wirksam. Die interanuelle Variabilität der Niederschläge wird in den Szenarien über die Erträge des Ackerbaus für Jahre mit unterschiedlichem Niederschlagsregime berücksichtigt. Die landwirtschaftlichen Betriebe werden außer zu räumlichen Einheiten (Gemeinden) zudem zu drei Betriebsgrößenklassen (< 10 ha, 10 bis 100 ha, > 100 ha) aggregiert.

Kalibrierung des Basisjahres auf reale Umfänge durch „Positive Mathematical Programming“

Zahlreiche Faktoren können Differenzen zwischen der Wirklichkeit und dem Reaktionsverhalten eines Agrarsektormodells bedingen (vgl. Britz 1998):

- falsch formulierte Verhaltensfunktion (fehlende oder unkorrekt definiertes Verhalten bei Risiko, Abweichungen von Gewinnmaximierung durch weitere Ziele wie Freizeit, Umweltbesorgnis, Status bzw. Prestige etc.)
- Fehler in der Technologie (nicht-lineare anstatt linearer Zusammenhänge, fehlende oder unkorrekt definierte Beschränkungen, falsche Koeffizienten, Inhomogenitäten, vorgeschaltete anstatt endogene Bestimmung der speziellen Intensität etc.)
- Fehler in der Abbildung der Marktzusammenhänge
- Fehler aufgrund des Aggregationsproblems, etc.

Um das Modell an die Realität anzugleichen, ohne nicht abgesicherte Annahmen zur „Kalibrierung“ verwenden zu müssen, verwendet RASMO die Methode der „Positiven Mathematischen Programmierung“ zur Kalibrierung des Basisjahres 1996 auf durch die vom Agrarzensus des IBGE erhobenen Umfänge der Produktionsverfahren. Hierbei wird das Problem zunächst linear gelöst, wobei auf die beobachteten Umfänge durch Restriktionen gezwungen wird. Die Schattenpreise dieser Restriktionen werden bei einem weiteren Lösungsschritt als vom Modell nicht berücksichtigte Kosten interpretiert und den einzelnen Produktionsverfahren hinzugerechnet. Damit das Problem dadurch nicht beliebig viele alternative Lösungen besitzt (man spricht hierbei von einem „degenerierten“ Problem), wird hierfür eine nicht lineare (quadratische) Funktion gewählt.

Tabelle 1: Im Modell RASMO integrierte Daten

Datenart	Datenherkunft	Zeitl. Bezug	Räumlicher Bezug	Vergleiche
Zuordnung Gemeinden <-> agrarökologische Zonen	abgeleitet aus Karte im Anhang der Arbeit von Beltrão & Lamour 1985	Zeit unabhängig	332 Gemeinden & 4 agrarökologische Regionen	Diskette, Datei „region.prn“
Zuordnung Gemeinden <-> Szenarioregionen	AG soziokulturelle Analysen, Uni Kassel	Zeit unabhängig	332 Gemeinden & 8 Szenarioregionen	Diskette, Datei „region.prn“
Zahl der Betriebe pro Betriebsgrößenklasse	IBGE Agrarzensus 1995/96	1.12.1995	332 Gemeinden	Diskette, Datei „numbfarm.prn“
Betriebsfläche pro Betriebsgrößenklasse nach Art der Nutzung (ha)	IBGE Agrarzensus 1995/96	1.12.1995	332 Gemeinden	Diskette, Datei „land.prn“
Anteile von 5 Bodenklassen an der gesamten Ackerfläche (%)	AG Agrarökosysteme Uni Hohenheim	Zeit unabhängig	332 Gemeinden	Diskette, Datei „soil.prn“
Bewässerte Fläche pro Betriebsgrößenklasse (ha)	IBGE Agrarzensus 1995/96	1.12.1995	332 Gemeinden	Diskette, Datei „irriarea.prn“
Landwirtschaftliche Arbeitskräfte pro Betriebsgrößenklasse nach Art des Beschäftigungsverhältnisses, Geschlecht und Alter (Anzahl)	IBGE Agrarzensus 1995/96	1.12.1995	332 Gemeinden	Diskette, Datei „work.prn“
Arbeitszeitbedarf für landwirtschaftliche Arbeiten verschiedener Arbeitszeitspannen im Ackerbau für 14 Kulturen und 5 Intensitätsniveaus	eigene Erhebungen bei Beratern der EMATER-Büros, Sekundärdaten der SUDENE, BNB, EMBRAPA	Zeit unabhängig	4 agrarökologische Regionen	Diskette, Datei „maize.prn“, „bean.prn“ etc.
Arbeitszeitbedarf für landwirtschaftliche Arbeiten in der Tierhaltung für 5 Nutztierarten	Eigene Erhebungen, EMATER Picos, EMBRAPA Meio Norte, Teresina	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Geschlechts- und altersspezifische Arbeitsleistungen (in % eines männlichen Erwachsenen)	eigene Erhebung	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „regional.gms“ (397)
Löhne für permanente und saisonale landwirtschaftliche Arbeitskräfte	Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro und eigene Erhebungen	1996 und 1999	2 Bundesstaaten	Diskette, Datei „regional.gms“ (403)
Erträge des Ackerbaus für 5 Bodenklassen und 5 Intensitätsniveaus	AG Agrarökosysteme Uni Hohenheim	1996 = Referenzjahr; 1929 = Jahr mit „normaler“ Niederschlagsmenge und -verteilung; 1942 = Jahr mit geringer Niederschlagsmenge; 1957 = Jahr mit „normaler“ Niederschlagsmenge aber mit Zwischentrockenheiten; 1974 = feuchtes Jahr (viel Niederschlag ohne Zwischentrockenheiten)	4 agrarökologische Regionen	Diskette, Dateien „yieldcrp96“, „yieldcrp29“, „yieldcrp42“, „yieldcrp57“, „yieldcrp74“
Verhältnis der produktiven Jahre zum Gesamtzyklus mehrjähriger Kulturen	Banco do Nordeste: Agenda do Produtor Rural 1999	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „regional.gms“ (273)
Bedarf der Produktionsverfahren des Ackerbaus an landwirtschaftlichen Inputs, Traktorstunden und Bewässerungswasser für 14 Kulturen und 5 Intensitätsniveaus	eigene Erhebungen bei Beratern der EMATER-Büros, Sekundärdaten der SUDENE, BNB, EMBRAPA	Zeit unabhängig	4 agrarökologische Regionen	Diskette, Datei „input.prn“
Bedarf der Produktionsverfahren der Tierhaltung an landwirtschaftlichen Inputs für 5 Nutztierarten	Legel, S. (Hrsg.): Nutztiere der Tropen und Subtropen. Hirzel Verlag Leipzig, 1990.	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Nährstoffansprüche der Nutztiere	Legel, S. (Hrsg.): Nutztiere der Tropen und Subtropen. Hirzel Verlag Leipzig, 1990.	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Nährstoffgehalt verschiedener Futtermittel	AG Ökonomie, Teilprojekt „einzelbetriebliche Modelle“; Banco do Nordeste: Agenda do Produtor Rural 1999	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Maximumschränken eines kostenoptimalen Futtermenus für verschiedene Futtermittel	Senhor Hoston Tomas Santos do Nascimento, EMBRAPA Meio Norte, Teresina	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Bedarf der Produktionsverfahren der Tierhaltung an landwirtschaftlichen Inputs und Tränkwasser für 5 Nutztierarten	Legel, S. (Hrsg.): Nutztiere der Tropen und Subtropen. Hirzel Verlag Leipzig, 1990.	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „animal.prn“
Geschlechts- und altersspezifische Nährstoffansprüche der landwirtschaftlichen Arbeiter (Familienarbeitskräfte und Saisonarbeiter)	http://www.fao.org: Brazil Food Balance Sheet 1996	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „nutri.prn“
Nährstoffgehalt verschiedener Agrarprodukte	IBGE: Estudo Nacional da Despesa Familiar 1996	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „nutri.prn“
Minimum- und Maximumschränken einer kostenoptimalen Subsistenzversorgung für verschiedene Agrarprodukte	geschätzt in Anlehnung an , z.B. dürfen Bohnen und Mais nur jeweils 20-70% der Trockenmasse des Menüs ausmachen	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „nutri.prn“
Produzentenpreise für landwirtschaftliche Produkte (R\$)	Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro	1996 und 1999	2 Bundesstaaten	Diskette, Datei „price.prn“
Verbraucherpreise für landwirtschaftliche Produkte (R\$)	Annahme: Konsumentenpreis = 1,2 x Produzentenpreis	1996 und 1999	2 Bundesstaaten	Diskette, Datei „regional.gms“ (608)
Traktoren unterschiedlicher Leistungsklassen (Anzahl)	IBGE Agrarzensus 1995/96	1.12.1995	332 Gemeinden	Diskette, Datei „tractor.prn“
Umrechnungsfaktoren für die Leistung von Traktoren unterschiedlicher Leistungsklassen	abgeleitet aus: Banco do Nordeste: Agenda do Produtor Rural 1999	Zeit unabhängig	Gesamtraum	Diskette, Datei „regional.gms“ (652)
Preise für landwirtschaftliche Inputs	eigene Erhebungen in Produktionsmittelläden	1996 und 1999	4 agrarökol. Regionen	
Kapitalverfügbarkeit pro Betriebsgrößenklasse	Schätzung aufgrund der Abbildung von Einnahmen, Ausgaben und Einkommen im Basisjahr	1996	Gesamtraum	Diskette, Datei „regional.gms“ (483)
Kreditzins	Schätzung, da zum realen Zins die Risikoaversion bewertet werden muss	1996	Gesamtraum	Diskette, Datei „regional.gms“ (488)

Durch dieses Verfahren bildet RASMO das Basisjahr auch ohne die restriktive Kalibrierung im ersten Durchlauf ab. Es hat zudem den Vorteil, dass die Änderungen, die das Modell in den Szenarien auf veränderte Rahmenbedingungen zeigt, nicht sprunghaft (wie in einem linearen Modell) erfolgen. Das heute gebräuchliche Verfahren der „Positiven Mathematischen Programmierung“ wurde erstmals von Howitt (1995) beschrieben.

Datensammlung

Es wurden bei Primärerhebungen in 8 Referenzgemeinden Interviews mit strukturierten Fragebögen und Leitfaden mit Schlüsselpersonen der EMATER (Regional- und Bundesbüros), der EMBRAPA Meio Norte in Teresina und mit einigen Landwirten durchgeführt. Diese Primärerhebungen bilden die Grundlage für die im Modell formulierten Input-Output-Koeffizienten.

Sekundärliteratur wurde vor Ort bei diversen Institutionen (Banco do Nordeste, SUDENE, EMATER, EMBRAPA, Secretaria da Agricultura etc.) gesammelt, hieraus Daten für das Modell zusammengestellt, im Vergleich mit eigenen Daten bewertet und berücksichtigt.

Zudem wurden Daten anderer Arbeitsgruppen in das Modell integriert. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die in RASMO integrierten Daten.

Modellmodule, Modellstruktur

RASMO maximiert in der Zielfunktion die Summe der Einkommen im landwirtschaftlichen Sektor. Während die Zielfunktion über den gesamten Agrarsektor summiert, gelten die Restriktionen für die Aggregate (Betriebsgrößenklassen in den Gemeinden). Die in RASMO formulierten Restriktionen bilden die Verfügbarkeit an Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit, Wasser und Kapital) ab und stellen sicher, dass die Subsistenz der bäuerlichen Familien und die Ernährung der Nutztiere gewährleistet ist. Die wichtigsten sind nachfolgend kurz beschrieben:

- Land unterschiedlicher Bodenklassen für Ackerbau und Kunstweide:** Maximalschranke für die Summe der Umfänge aller Produktionsverfahren des Ackerbaus, wobei die Aussaat von Weidegräsern hierzu methodisch hinzugezählt wird. In Kooperation mit der AG Agrarökosysteme wurden verschiedene Methoden entwickelt, die prozentuale Verteilung der Bodenklassen für die Ackerfläche abzuschätzen. Bekannt ist für den gesamten Raum bisher nur die prozentuale Verteilung der Bodenklassen in den Gemeinden (ermittelt durch die Verschneidung der Bodenkarte mit den Gemeindegrenzen). Es wird für die erste Projektphase davon ausgegangen, dass die Ackerfläche die gleichen Bodenverhältnisse wie die Gemeindefläche aufweist.

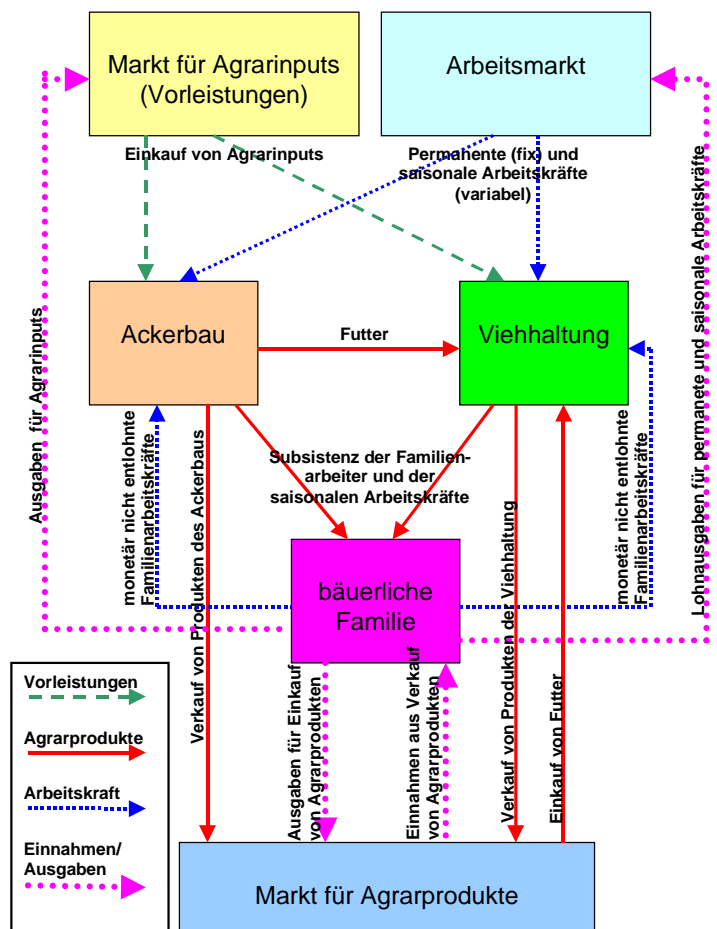


Abb. 1: Vorleistungs-, Arbeitskraft-, Produkt- und Geldströme im Agrarsektormodell RASMO

- **Bewässerungsfläche:** Maximalschranke für die Summe der Umfänge aller Produktionsverfahren des Ackerbaus auf Intensitätsstufen mit Anspruch an Bewässerungswasser.
- **Arbeitskraft:** Die Summe der Ansprüche an Arbeitskraft aller Produktionsverfahren in einem Monat dürfen die verfügbare Arbeitskraft (Familienarbeitskraft, permanente Arbeitskraft und – als Variable formuliert – die saisonale Arbeitskraft), wobei die notwendigen Arbeiten des Ackerbaus zu vier Arbeitszeitspannen aggregiert wurden, die gemäß einem landwirtschaftlichen Arbeitszeitspannen-Kalender nur in gewissen Monaten möglich sind.
- **Kapital:** Die Summe aller Ausgaben (Einkäufe für kurzfristige Inputs wie Dünger, Pestizide, Impfstoffe; Betriebskosten wie Traktorstunden und Bewässerungswasser; Lohnausgaben für saisonale Arbeitskräfte), darf das verfügbare Kapital und die in Anspruch genommenen Kredite nicht übersteigen.
- **Wasser:** Der Gesamtbedarf an Wasser für die Bewässerung und die Viehtränke darf das Gesamtangebot an Wasser nicht übersteigen. Diese Restriktion gilt nur für die Szenarien, da der Wasserbedarf des Agrarsektors durch die Berechnung des Basisjahres erst ermittelt wird.
- **Subsistenz der bäuerlichen Familien:** Die Subsistenz der bäuerlichen Familien (monetär nicht entlohnte Familienarbeitskräfte) und der Saisonarbeiter (diese bekommen i.d.R. vom Auftraggeber Essen gestellt) wird aus der landwirtschaftlichen Produktion bestritten. Hierzu muss der Nährstoffbedarf (Protein, Kalorien) der Arbeiter gedeckt werden innerhalb von Minimum- und Maximumschränken für Agrarprodukte, die innerhalb der Ernährungsgewohnheiten ein kostenminimales Menü zusammenstellen.
- **Ernährung des Viehs:** Die Gleichungen sind die gleichen wie oben für die Subsistenz der bäuerlichen Familien beschrieben, nur das der Nährstoffbedarf für Gesamtenergie, Rohprotein, Trockenmasse und Rohfaser angegeben ist und das Vieh zusätzlich zu den Agrarprodukten nicht marktfähige Leistungen wie Stroh und Gras sowie Naturweide und zugekauftes Kraftfutter verwerten kann.

Abbildung 1 gibt eine vereinfachte Übersicht über die komplexen Beziehungen bzw. Produkt, Arbeits- und Geldströme in RASMO. Nach den einzelnen Modellläufen werden aus den für das Optimum ermittelten Variablen die für das WAVES-Projekt wichtigen ökonomischen Kenngrößen ermittelt, dies soll anhand von drei Beispielen verdeutlicht werden:

Beispiel 1: Berechnung des **jährliches Bareinkommen** der landwirtschaftlichen Familie

Verkauf marktfähiger Produkte des Ackerbaus und der Tierhaltung x Produzentenpreis für Agrarprodukte
- Anspruch an agrarische Inputs (z.B. Dünger, Pestizide, Impfstoffe, Wasser) x Inputpreis
- Einkauf zugekaufter Agrarprodukte für die Subsistenz und evtl. für die Tierernährung x Verbraucherpreis
- Anspruch an permanenter und saisonaler Arbeitskraft x Löhne
- Zinsen für aufgenommene Kredite

Beispiel 2: Berechnung des **Wasserbedarfes für die Bewässerung**

Summe der Umfänge der Produktionsverfahren des Ackerbaus mit Anspruch an Bewässerungswasser
x fruchtspezifischer Wasserbedarf in m ³ /a

Beispiel 3: Berechnung des **Wasserbedarfes für Viehtränke**

Summe der Umfänge der Produktionsverfahren der Tierhaltung (Herdenbestände)
x Wasserbedarf in m ³ /a pro aufgenommener Trockenmasse
- Summe der Umfänge der Produktionsverfahren der Tierhaltung (Herdenbestände)
x Wassergehalt des aufgenommenen Futters in m ³ /a

Diese ökonomischen Kenngrößen werden jeweils für das Basis- und das Szenariojahr so vom Programm geschrieben und abgespeichert, dass sie von einem Geographischen Informationssystem (Programm Arc View) eingelesen und dargestellt werden können.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Darstellung und Analyse der Ist-Situation des landwirtschaftlichen Sektors

Agrarstruktur

Die landwirtschaftlichen Betriebsflächen haben zwischen 1950 und 1985 in beiden Staaten zugenommen (Ceará + 8%, Piauí + 50%), sich zwischen 1985 und 1995/96 dagegen in beiden Staaten um 18% vermindert (vgl. Abb. 2). Dies geschah trotz anhaltend hohem Bevölkerungsdruck vor allem zu Lasten der Acker- und Weideflächen in den Betrieben (vgl. Abb. 3). Ursache hierfür mag der Rückgang der Baumwollproduktion in den letzten 15 Jahren sowie die Degradation nicht nachhaltig genutzter Flächen sein.

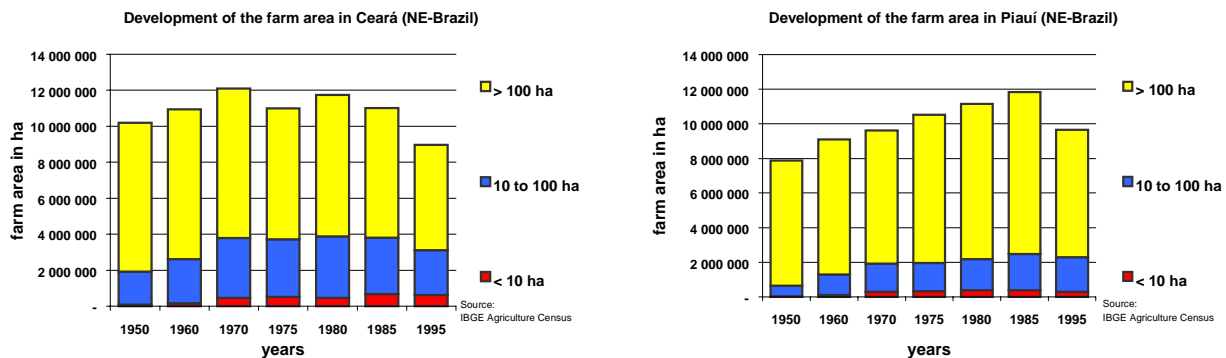


Abb. 2: Entwicklung der Betriebsflächen landwirtschaftlicher Betriebe in Ceará und Piauí

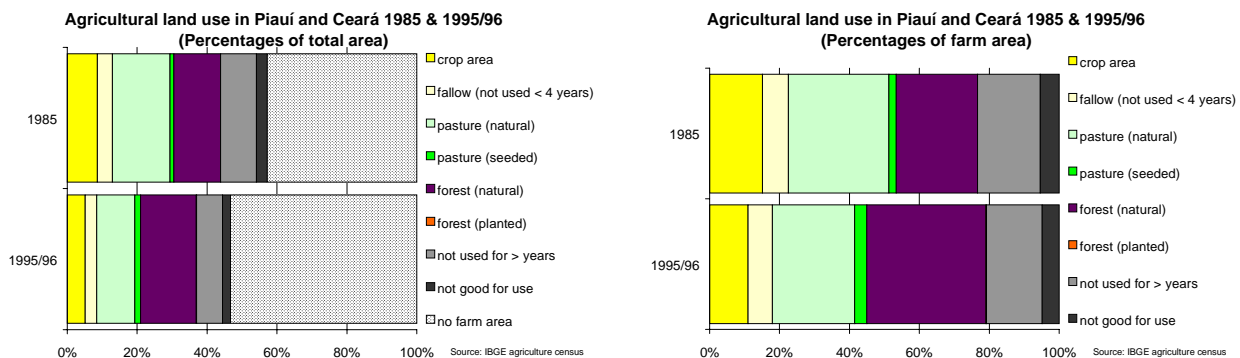


Abb. 3: Landnutzung landwirtschaftlicher Betriebe in Ceará und Piauí 1985 und 1995/96

Die durchschnittliche Betriebsgröße liegt 1995/96 in Piauí mit 47 ha gegenüber Ceará mit 26 ha um rund 40% höher, was in etwa auch dem Unterschied zwischen den beiden Staaten von 1950 entspricht, wenn damals auch die Betriebe mit durchschnittlich 118 ha in Ceará und 231 ha in Piauí bedeutend größer waren. Auffallend ist die große durchschnittliche Betriebsgröße im Südwesten von Piauí (Cerrado-Region), mit vielen extensiven Rinderhaltungsbetrieben (vgl. Abb. 7 und 9). Der Vergleich der landwirtschaftlichen Betriebsfläche mit der Gesamtfläche zeigt, welcher enormer Nutzungsdruck von der Landwirtschaft vor allem im semiariden Hinterland von Ceará ausgeht (vgl. Abb. 10).

Die Zahl der Betriebe hat zwischen 1950 und 1985 stark zugenommen (Ceará 374%, Piauí 792%), eine Tendenz, die sich in Ceará zwischen 1985 und 1995 fortsetzt (23%), während sie in Piauí wieder rückläufig war (-4,7%) (vgl. Abb. 4). Durch das traditionelle Erbrecht (Realteilung) ist es in den letzten Jahrzehnten zunehmend zu einer Zersplitterung gekommen. Der Anteil der Betriebe unter 10 ha hat sehr zugenommen; diese hatten in Piauí bereits 1970 einen Anteil von über 70%, während in Ceará dieser Wert erst 1995/96 erreicht wurde. In Piauí war

diese Tendenz im letzten Jahrzehnt leicht rückläufig. Die durchschnittliche Betriebsgröße der Betriebe unter 10 betrug 1950 knapp 5 ha, während sie 1995/96 nur noch gut 2 ha beträgt.

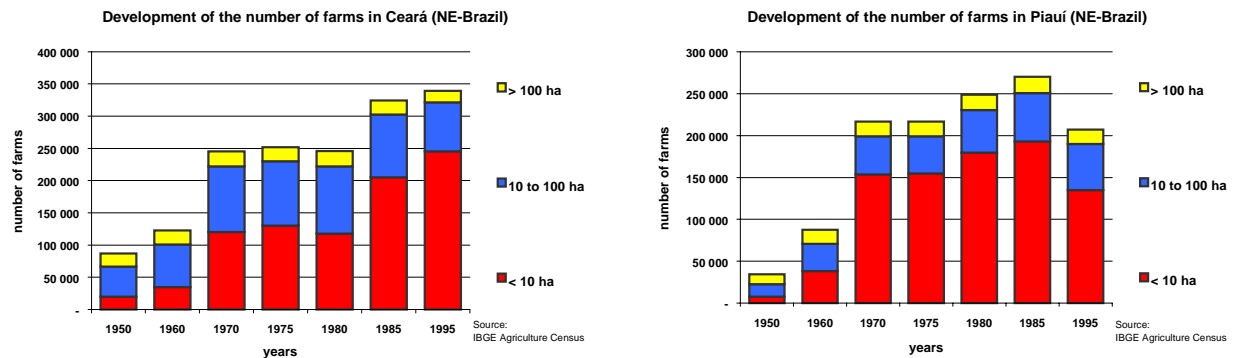


Abb. 4: Entwicklung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe in Ceará und Piauí

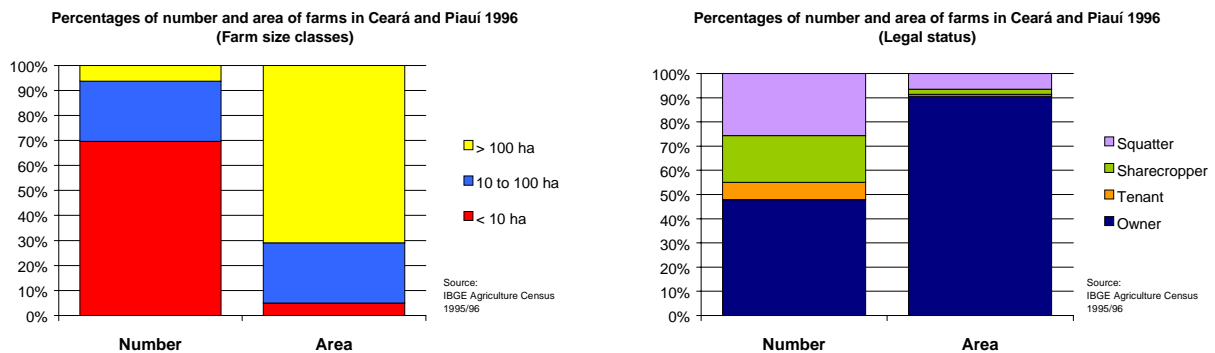


Abb. 5: Anteile der landwirtschaftlichen Betriebstypen an Fläche und Anzahl aller Betriebe in Ceará und Piauí 1995/96

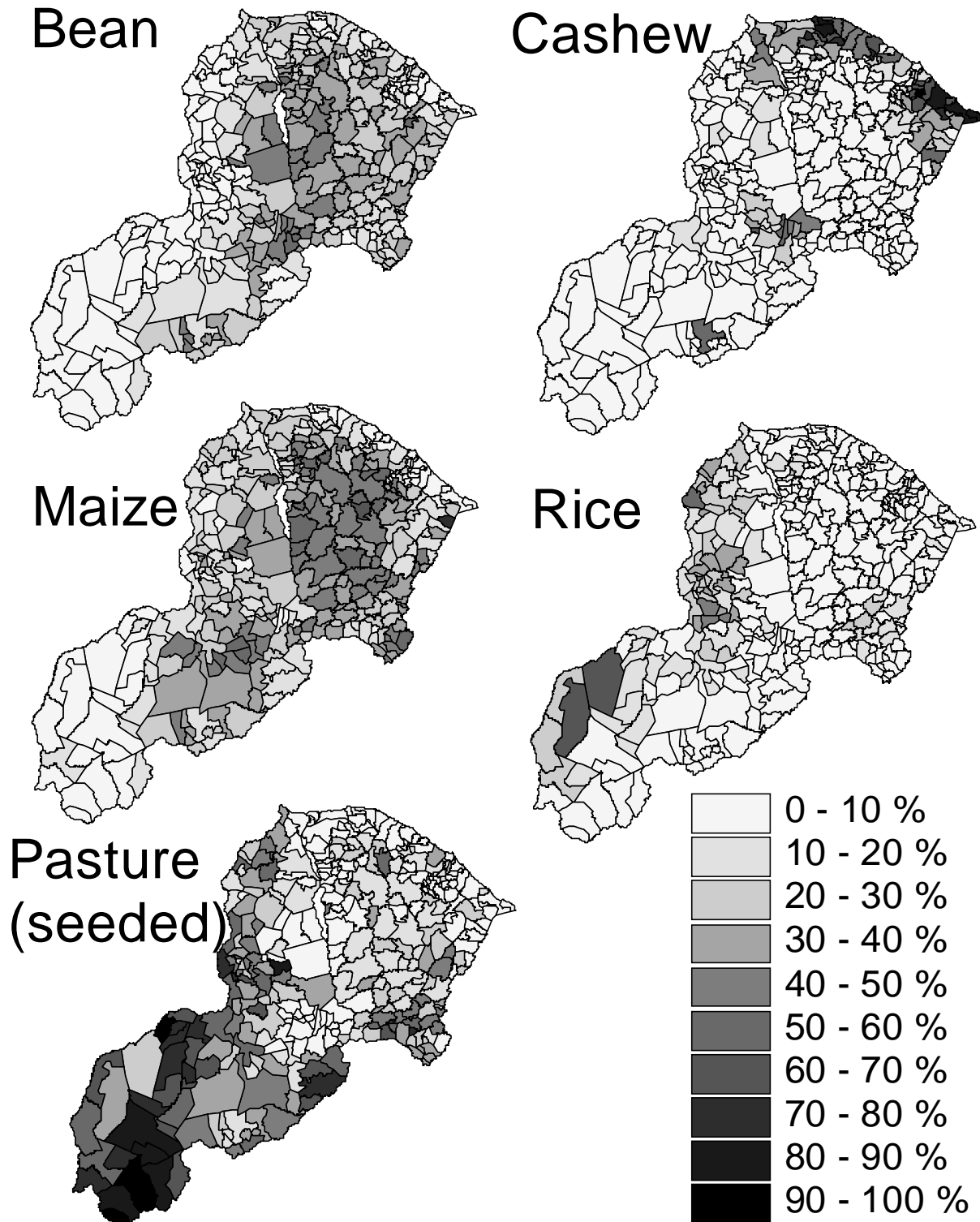
1995/96 stehen 70% aller Betriebe weniger als 10 ha Betriebsfläche zur Verfügung, die Betriebe dieser Größenklasse verfügen aber nur über 5% der gesamten Betriebsfläche. Der Anteil der Betriebsfläche der Pächter, vor allem derjenigen mit produktionsabhängigen Pachtsatz und der wilden Siedler ohne Rechtstitel an der gesamten Betriebsfläche ist hoch (über die Hälfte), diese Gruppen verfügen aber zusammen nur über 9% der gesamten Betriebsfläche (vgl. Abb. 5). Die Kleinbetriebe weisen den größten Anteil an Pächtern und wilden Siedlern auf, die Großbetriebe haben dagegen einen höheren Anteil an Eigentümern.

Flächennutzung

Insgesamt dominieren auf die Fläche bezogen die Weideflächen (natürliche Gras- und Buschweiden, sowie Kunstweiden, z.B. Büffelgras) gegenüber den Ackerflächen (Anbaufläche für saisonale und mehrjährige Kulturen), doch gibt es regionale und betriebsgrößenspezifische Differenzierungen. Gemeinden, deren Ackerflächen mindestens halb so viel Fläche beanspruchen wie deren Weideflächen, finden sich vor allem in den dichter besiedelten Räumen, wie z.B. im Litoral von Ceará, in der Serra do Ibiapaba und zwischen Teresina und Picos im zentralen Teil von Piauí (vgl. Abb. 7). Im Litoral von Ceará ist hier sicher der ausgedehnte Cashew-Anbau, der große Flächen beansprucht, von Bedeutung (vgl. Abb. 6).

Die hohe Bevölkerungsdichte bzw. der hohe Besatz an Arbeitskraft ist auch für das Verhältnis von Acker- und Weideflächen bei der Differenzierung der Betriebe nach Betriebsgrößen bedeutsam (vgl. Abb. 11): Die Kleinbetriebe, in denen sich die Arbeitskraft konzentriert (siehe Diskussion weiter unten), verwenden etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Flächen für den Anbau von Ackerbaukulturen, insbesondere von saisonalen Kulturen. Die Großbetriebe haben dagegen anteilmäßig mehr Weideflächen, bei ihnen ist zudem der Nutzungsdruck geringer: Über 60% der Betriebs-

fläche ist nicht landwirtschaftlich genutzt, etwa 20% der Betriebsfläche ist nach Definition des IBGE länger als 4 Jahre ungenutzt, obwohl sie für Ackerbau bzw. Viehhaltung nutzbar wäre. Nur ein kleiner Teil der Ackerfläche ist bewässert (vgl. Abb. 8). Nur in wenigen Gemeinden (z.B. im Einflussbereich des Jaguaribe-Flusses im Osten von Ceará und des Parnaíba im Nordwesten von Piauí) nimmt die Bewässerungsfläche mehr als 5% der Ackerfläche ein.



Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf Grundlage des IBGE Agrarzensus 1995/96

Abb. 6: Anteile einiger ausgewählter Ackerbaukulturen und der Kunstweide an der Gesamtfläche der für Ackerbaukulturen und Kunstweide genutzten Fläche 1996.

Ratio of cropping area to pasture area 1996

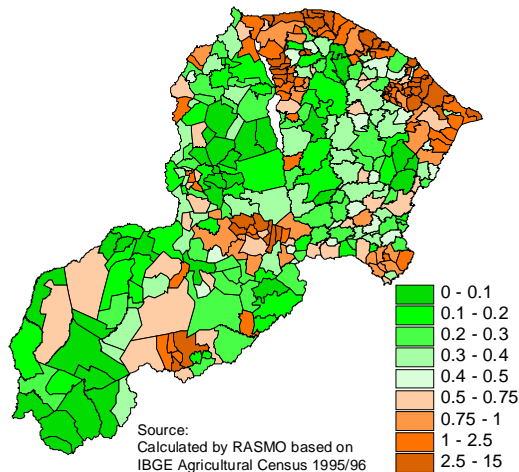


Abb. 7: Verhältnis der Ackerflächen zu den Weideflächen 1996

Irrigated Farm Area

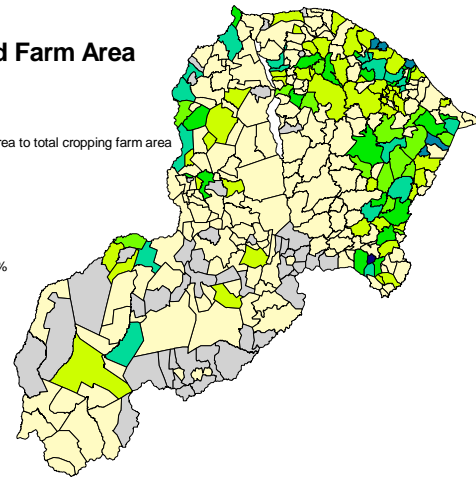
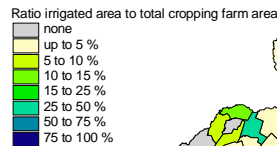
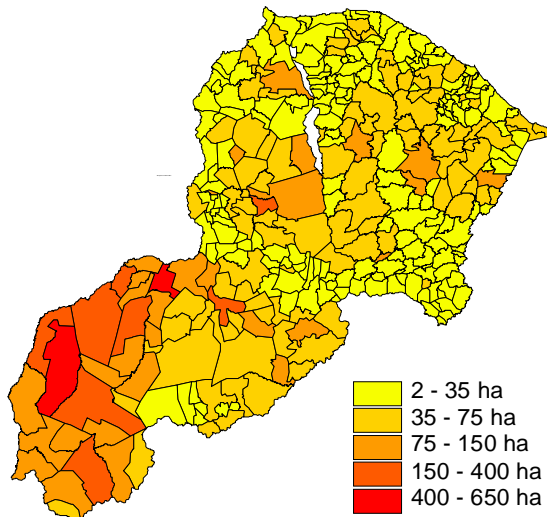


Abb. 8: Anteil der Bewässerungsfläche an der gesamten Ackerfläche

Average farm size (1995/96)



Quelle für alle vier Abbildungen: Berechnet von RASMO auf Grundlage des IBGE Agrarzensus 1995/96

Abb. 9: Durchschnittliche Betriebsgrößen landwirtschaftlicher Betriebe 1995/96

Percentage of farm area to total area (1995/96)

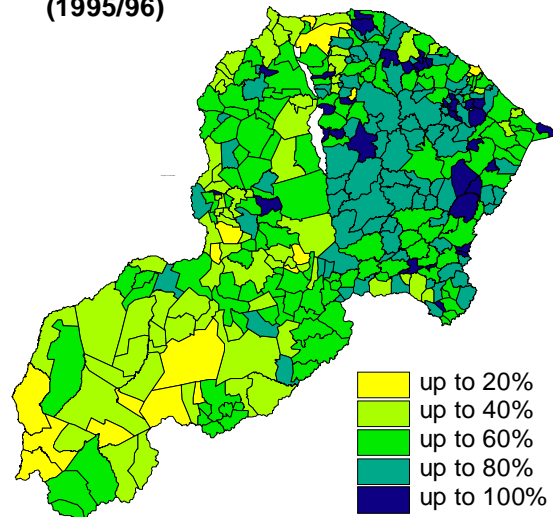


Abb. 10: Anteil der landwirtschaftlichen Betriebsfläche an der Gesamtfläche 1995/96

Produktionsverfahren des Ackerbaus

Das Anbauspektrum ist außerordentlich divers, wirtschaftlich bedeutend sind jedoch nur etwa 7 saisonale (Mais, Bohnen, Reis, Maniok, Baumwolle, Melonen und Tomaten) sowie 6 mehrjährige Kulturen (Cashew, Bananen, Zuckerrohr, Capim Elefante, Kokosnuss und Mango); sie machen insgesamt etwa 93% des gesamten Produktionswertes des Ackerbaus aus. Nur diese Kulturen sind in RASMO berücksichtigt, methodisch zu den Ackerbaukulturen hinzugezählt wird im Modell noch die Kunstweide (Büffelgras), die in direkter Flächenkonkurrenz zu den Ackerbaukulturen steht. In Bezug auf den relativen Flächenanspruch der Ackerbaukulturen und der Kunstweide an der Anbaufläche ergibt sich folgende regionale Differenzierung (vgl. Abb. 6):

Mais und Bohnen sind im gesamten Untersuchungsraum sehr von Bedeutung, vor allem für die Subsistenz der bäuerlichen Familien, und beanspruchen im semiariden Landesinneren den größten Teil der Erntefläche. Reis wird vor allem in den feuchteren Gebieten (Norden und Südwestens von Piauí) angebaut. Für das Litoral von Ceará ist vor allem der Anbau von Cashew von Bedeutung. Entsprechend der Betonung der Produktionsrichtung auf die Viehhaltung steht im Cerrado (Südwesten von Piauí) der Akzent auf dem Anbau von Weidegräsern.

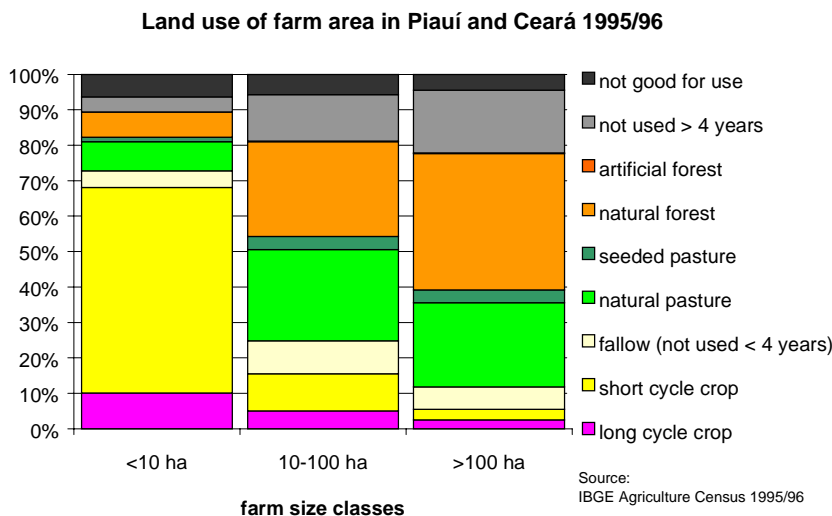


Abb. 11: Landnutzung in landwirtschaftlichen Betrieben in Ceará und Piauí 1995/96

Tabelle 2: Arbeits-, Boden und Kapitalintensität auf unterschiedlichen Intensitätsniveaus im Ackerbau von Ceará und Piauí

	SIMPLE	TRACTOR	MODERN	IRRLOW	IRRHIGH
Arbeitsintensität	++	o	+	o	++
Bodenintensität	++	o	-	o	--
Kapitalintensität	--	-	+	o	++

-- sehr gering, - gering, o mittel, + hoch, ++ sehr hoch

Der Ackerbau wird auf unterschiedlichen Intensitätsniveaus betrieben, die unterschiedliche Ansprüche an die Produktionsfaktoren haben (vgl. für das Beispiel „Bohnen“, Tab. 3) und sich wie folgt charakterisieren lassen:

- **Wanderfeldbau ohne Einsatz von Düngemitteln und geringem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln** (Modellbezeichnung: „SIMPLE“) wird vor allem in dünn besiedelten Gebieten praktiziert. Die Fläche wird meist nur ein bis zwei Jahre genutzt, je nach Bevölkerungsdichte dauert ein Zyklus 3 bis 15 Jahre. I.d.R. werden Bohnen, Mais und Maniok in Mischkultur für die Subsistenz der Familie angebaut.
- **Regenfeldbau mit mechanisierter Bodenvorbereitung ohne Einsatz von Düngemitteln und geringem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln („TRACTOR“)** tritt an die Stelle des Wanderfeldbaus in dichter besiedelten Gebieten, so z.B. in der Nähe der Stadt Picos. Da die Pflanzenreste für die Tierernährung dem System entnommen werden und aus Kapitalarmut keine chemischen Düngemittel eingesetzt werden und auch kein Fruchtwechsel durchgeführt wird, ist die Bodenfruchtbarkeit auf diesen Flächen sehr gering. Dieses Intensitätsniveau ist zusammen mit dem Wanderfeldbau am meisten verbreitet. Es werden begrenzt Insektizide eingesetzt (Etwa 40 bis 50% der Betriebe in Ceará führen Pflanzenschutzmaßnahmen durch, in Piauí sind es sogar nur etwa 15 bis 20%).
- **Mechanisierter Regenfeldbau mit Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln („MODERN“)** hat trotz höherer Deckungsbeiträge aufgrund der Kapitalarmut und des geringen Ausbildungsstandes der Betriebsleiter nur geringe Bedeutung. Nur 4% (Ceará) bzw. 2% (Piauí) aller Betriebe nehmen Agrarberatung in Anspruch. In Ceará setzen nur etwa 7% aller Betriebe chemische Düngemittel ein, in Piauí sind es weniger als 2% (Betriebe > 100 ha: 3,8%, vgl. Tab. 4).

- **Bewässerungsfeldbau ohne Einsatz an Düngemitteln und geringem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln („IRRLOW“)** wird mit meist mit Stau- oder Furchenbewässerung betrieben.
- **Bewässerungsfeldbau mit intensivem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmittel („IRRHIGH“)** wird von marktorientierten, gut ausgebildeten Landwirten oder Agro-Business Firmen durchgeführt (überwiegend Beregnung), vor allem im Jaguaribetal. Obwohl 1996 nur etwa 6,2% der Ackerfläche bewässert sind (Betriebe < 10 ha: 4,8%, 10-100 ha: 5,1%, >100 ha: 8,6%), kommt der Bewässerung in diesem Raum eine Schlüsselstellung zu: Es kann über den Subsistenzbedarf marktorientiert produziert werden (hohe Erträge, 2 bis 3 Ernten im Jahr); die Produktion erfolgt zudem unabhängig vom Niederschlagsregime, dadurch kann der „Falschenhals“ Arbeitszeit in der Regenzeit überwunden werden. Oft jedoch haben die schlecht gemanagten Bewässerungsprojekte zur Versalzung der Böden geführt.

Über die reale prozentuale Verteilung dieser Intensitätsstufen, die methodisch für RASMO so gewählt wurden, wurden bis auf die in Tabelle 4 genannten Angaben kaum Hinweise in der Sekundärliteratur gefunden. RASMO errechnet für das Basisjahr 1996 jeweils für die vom Projekt WAVES definierten Szenarioregionen die in Tabelle 6 dargestellte prozentuale Verteilung; diese deckt nicht mit den Aussagen der vor Ort befragten landwirtschaftlichen Berater, die das Intensitätsniveau „modern“ als unbedeutender einschätzen. So werden im Focusgebiet Tauá im Sertão (Szenarioregion „Water low Ceará“) so gut wie gar kein Dünger verwendet.

Tabelle 3: Anspruch des Produktionsverfahren Bohnen an Inputs, Traktorenstunden und Bewässerungswasser für 5 Intensitätsniveaus und 4 agrarökologische Regionen

Produktionsverfahren, Intensitätsniveau und agrarökologische Region	organischer Dünger (t)	N-Dünger (t)	P-Dünger (t)	K-Dünger (t)	Kalk (t)	Insektizide (l)	Herbizide (l)	Formizide (l)	Fungizide (l)	Traktorenstun- den	Bewässerungs- wasser (1000 m ³)
BEAN.SIMPLE.MEIO						1,00					
BEAN.SIMPLE.CERR						1,00					
BEAN.SIMPLE.SERT						1,00					
BEAN.SIMPLE.LITO						1,00					
BEAN.TRACTOR.MEIO						1,00				2,00	
BEAN.TRACTOR.CERR						1,00				2,00	
BEAN.TRACTOR.SERT						1,5				1,50	
BEAN.TRACTOR.LITO						1,00				1,50	
BEAN.MODERN.MEIO		2	6	3		2,00		2,50	1,00	1	
BEAN.MODERN.CERR		2	6	3		2,00		2,50	1,00	1	
BEAN.MODERN.SERT		2	6	3		2,00		1,5	2,00	7,50	
BEAN.MODERN.LITO		2	6	3		2,00		2,5	1,00	8,00	
BEAN.IRRLOW.MEIO										9,00	5,00
BEAN.IRRLOW.CERR										9,00	5,00
BEAN.IRRLOW.SERT										6,00	5,00
BEAN.IRRLOW.LITO										7,00	5,00
BEAN.IRRHIGH.MEIO		2	6	3		3,00		2,50	2,00	6,00	5,00
BEAN.IRRHIGH.CERR		2	6	3		3,00		2,50	2,00	6,00	5,00
BEAN.IRRHIGH.SERT		2	6	3		3,00		2,50	2,00	6,50	5,00
BEAN.IRRHIGH.LITO		2	6	3		3,00		2,50	2,00	6,00	5,00

Quelle: Zusammengestellt aus eigenen Erhebungen bei Beratern der EMATER-Büros und Sekundärdaten der SUDENE, BNB, EMBRAPA

Die Deckungsbeiträge der Produktionsverfahren errechnen sich aus der Summe der mit Marktpreisen bewerteten Leistungen abzüglich aller dem Produktionsverfahren direkt zuzurechnenden proportionalen Kosten (Summe der Ansprüche an Inputs x jeweiligem Inputpreis). So ist der Deckungsbeitrag natürlich von den jeweiligen Erträgen (in Abhängigkeit vom Niederschlagsregime, dem Boden und der Intensitätsstufe) und den aktuellen Preisen für Agrarprodukte und Agrarinputs abhängig. Tabelle 5 gibt beispielhaft Auskunft über die Deckungsbeiträge

ge einiger Verfahren des Ackerbaus für die Regionen Cerrado und Sertao, jeweils berechnet für die Preise und Erträge des Basisjahres 1996.

Tabelle 4: Einsatz von modernen Inputs in Ceará und Piauí 1995/96

		x Prozent aller Betriebe setzen 1995/96 im Ackerbau ein:				
		Dünger chem. & organisch	chemischen Dünger	organischen Dünger	Bodenkorrektiva	Pflanzenschutzmittel
Ceará	< 10 ha	11,1%	6,4%	7,4%	0,2%	37,3%
	10 to 100 ha	14,9%	7,3%	11,7%	0,5%	46,3%
	> 100 ha	21,4%	7,4%	19,0%	0,8%	48,8%
Piauí	< 10 ha	3,7%	1,9%	2,6%	0,0%	14,8%
	10 to 100 ha	3,7%	1,5%	2,8%	0,2%	19,2%
	> 100 ha	7,9%	3,8%	6,1%	1,0%	21,2%

Quelle: IBGE Agrarzensus 1995/96

Tabelle 5: Deckungsbeiträge und proportionale Spezialkosten ausgewählter Produktionsverfahren (1 ha) in den agrarökologischen Region Cerrado und Sertão im Jahr 1996

Intensitätsniveau	Bodenklasse ^{x)}	Bohnen Cerrado	Bohnen Sertão	Reis Cerrado	Reis Sertão	Bananen Cerrado	Bananen Sertão	Tomaten Cerrado	Tomaten Sertão
simple (Wanderfeldbau, wenig Inputs)	Bodenklasse 1	95.85 R\$	126.03 R\$	-22.80 R\$	106.19 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 2	82.67 R\$	76.42 R\$	-22.80 R\$	-22.80 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 3	181.54 R\$	225.25 R\$	101.30 R\$	178.90 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 4	109.03 R\$	144.63 R\$	-22.80 R\$	85.08 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 5	122.22 R\$	150.83 R\$	84.27 R\$	131.99 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
	Summe Kosten	-22.80 R\$	-22.80 R\$	-22.80 R\$	-22.80 R\$	n. def.	n. def.	n. def.	n. def.
tractor (mech. Bodenvorb., wenig Inputs)	Bodenklasse 1	62.44 R\$	103.23 R\$	-142.80 R\$	10.26 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 2	55.85 R\$	47.42 R\$	-142.80 R\$	-132.80 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 3	161.32 R\$	208.65 R\$	-6.54 R\$	90.01 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 4	82.22 R\$	121.84 R\$	-142.80 R\$	-13.19 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 5	95.40 R\$	128.04 R\$	-26.00 R\$	36.06 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
	Summe Kosten	-62.80 R\$	-64.20 R\$	-142.80 R\$	-132.80 R\$	-26.80 R\$	-26.80 R\$	n. def.	n. def.
modern (mechanisiert, viel Inputs)	Bodenklasse 1	112.04 R\$	216.28 R\$	-399.56 R\$	210.78 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	-1277.50 R\$	8454.74 R\$
	Bodenklasse 2	-19.79 R\$	79.85 R\$	-399.56 R\$	-471.71 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	-1277.50 R\$	-1277.50 R\$
	Bodenklasse 3	322.98 R\$	458.12 R\$	169.83 R\$	372.61 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	13074.30 R\$	11549.47 R\$
	Bodenklasse 4	270.24 R\$	98.45 R\$	-399.56 R\$	-101.14 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	-1277.50 R\$	5182.87 R\$
	Bodenklasse 5	382.30 R\$	482.93 R\$	186.87 R\$	351.50 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	-1277.50 R\$	10866.96 R\$
	Summe Kosten	-520.76 R\$	-503.06 R\$	-399.56 R\$	-471.71 R\$	-501.96 R\$	-497.81 R\$	-1277.50 R\$	-1277.50 R\$
irrlow (bew., mech. Bodenvorb., wenig Inputs)	Bodenklasse 1	135.73 R\$	229.28 R\$	2.60 R\$	180.01 R\$	4186.60 R\$	2299.82 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 2	102.77 R\$	92.85 R\$	-60.67 R\$	13.50 R\$	4086.21 R\$	2614.85 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 3	412.58 R\$	489.73 R\$	165.63 R\$	400.47 R\$	7083.03 R\$	4540.38 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 4	181.87 R\$	272.69 R\$	5.03 R\$	116.69 R\$	5185.54 R\$	4307.79 R\$	n. def.	n. def.
	Bodenklasse 5	221.42 R\$	297.49 R\$	102.36 R\$	257.41 R\$	7133.23 R\$	3930.92 R\$	n. def.	n. def.
	Summe Kosten	-240.00 R\$	-180.00 R\$	-274.80 R\$	-214.00 R\$	-225.80 R\$	-191.00 R\$	n. def.	n. def.
irrhig (bewässert, mechanisiert, viel Inputs)	Bodenklasse 1	257.92 R\$	218.49 R\$	-126.91 R\$	-23.44 R\$	7563.85 R\$	3569.09 R\$	8256.10 R\$	9131.72 R\$
	Bodenklasse 2	93.13 R\$	69.66 R\$	-294.81 R\$	-239.21 R\$	7242.58 R\$	5712.49 R\$	7701.30 R\$	4109.30 R\$
	Bodenklasse 3	528.18 R\$	478.94 R\$	45.85 R\$	152.46 R\$	11660.00 R\$	6748.86 R\$	16840.90 R\$	12486.94 R\$
	Bodenklasse 4	462.26 R\$	94.46 R\$	-73.38 R\$	-363.51 R\$	10083.79 R\$	4467.08 R\$	14220.20 R\$	5583.72 R\$
	Bodenklasse 5	613.87 R\$	509.94 R\$	70.19 R\$	129.01 R\$	13437.01 R\$	6901.96 R\$	18030.80 R\$	11747.12 R\$
	Summe Kosten	-552.86 R\$	-562.86 R\$	-671.97 R\$	-766.91 R\$	-1070.21 R\$	-1026.85 R\$	-1423.70 R\$	-1423.70 R\$

x) Bodenklasse 1: Böden, die schlecht entwässert, zeitweise überflutet sind oder Salzanreicherungen besitzen
 Bodenklasse 2: Flachgründige Böden oder Böden mit hohem Ton- oder Steingehalt
 Bodenklasse 3: Sehr tiefgründige oder sandige Böden
 Bodenklasse 4: Böden mit durchschnittlichen chemischen Bedingungen für die ackerbauliche Produktion
 Bodenklasse 5: Böden mit guten chemischen Bedingungen für die ackerbauliche

Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Es zeigt sich, dass der wirtschaftliche Erfolg des Anbaus sehr vom Bodentyp und der gewählten Intensitätsstufe abhängig ist, dies wird vor allem für die Kultur Tomaten deutlich. Das Produktionsverfahren Bananen bringt im Cerrado und im Sertão unter den herrschenden Niederschlagsregime im Regenfeldbau keine Erträge hervor (muss also bewässert werden), daher entspricht der Deckungsbeitrag hier der Summe der Kosten. In der Realität wie im Modell kann

i.d.R. nicht der optimale Deckungsbeitrag verwirklicht werden, da Boden-, Arbeit-, Kapital- und Wasserrestriktionen wirksam sind. Z.B. hat RASMO als Schattenpreise für die Restriktion „Bewässerungsfläche“ um die R\$ 500,- errechnet, d.h. bei gleichbleibendem Anbauspektrum würde allein der Intensitätswechsel eines Hektars Land von Regenfeldbau auf Bewässerung den Zielbeitrag um diese Summe steigern!

Tabelle 6: Prozentuale Verteilung der Intensitätsstufen im Ackerbau für die vom Projekt WAVES definierten Szenarioregionen von Ceará und Piauí 1996

Szenarien Regionen	SIMPLE	TRACTOR	MODERN	IRRLOW	IRRHIGH
Teresina	9,75 %	63,12 %	18,29 %	5,50 %	3,33 %
Großraum Fortaleza	14,25 %	42,36 %	31,60 %	5,73 %	6,06 %
Litoral	8,45 %	62,11 %	24,87 %	1,79 %	2,77 %
South Piauí	11,76 %	82,13 %	5,52 %	0,23 %	0,35 %
Water high Piauí	21,16 %	40,56 %	35,94 %	1,50 %	0,84 %
Water high Ceará	24,62 %	44,02 %	21,39 %	7,02 %	2,96 %
Water low Piauí	20,67 %	62,19 %	17,09 %	0,04 %	0,01 %
Water low Ceará	33,30 %	31,14 %	32,29 %	2,39 %	0,89 %

Quelle: Berechnet von RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 benannten Quellen

Tierhaltung

Die Tierhaltung ist im Untersuchungsraum wirtschaftlich etwa gleichbedeutend mit der Viehhaltung (vgl. Abb. 12). Im Durchschnitt über alle Gemeinden und Betriebsgrößenklassen ergibt die Division des Wertes aller marktfähigen Produkte des Ackerbaus durch den Wert aller marktfähigen Produkte der Viehhaltung den Wert 0,85 (Berechnung durch RASMO), d.h. der Wert der Produkte der Viehhaltung ist etwas größer als der Werte der Produkte des Ackerbaus. Hierbei ist zu bedenken, dass der Ackerbau zudem nicht marktfähige Produkte (z.B. Stroh) liefert, die über die Viehhaltung verwertet werden. Bei den Großbetrieben ist die Viehhaltung im Durchschnitt bedeutender als der Ackerbau (Mittelwerte der Quotienten: <10ha: 1,06; 10-100 ha: 0,91; >100 ha: 0,89). Dies gilt insbesondere für die semiariden Gebiete, vgl. Abbildung 12.

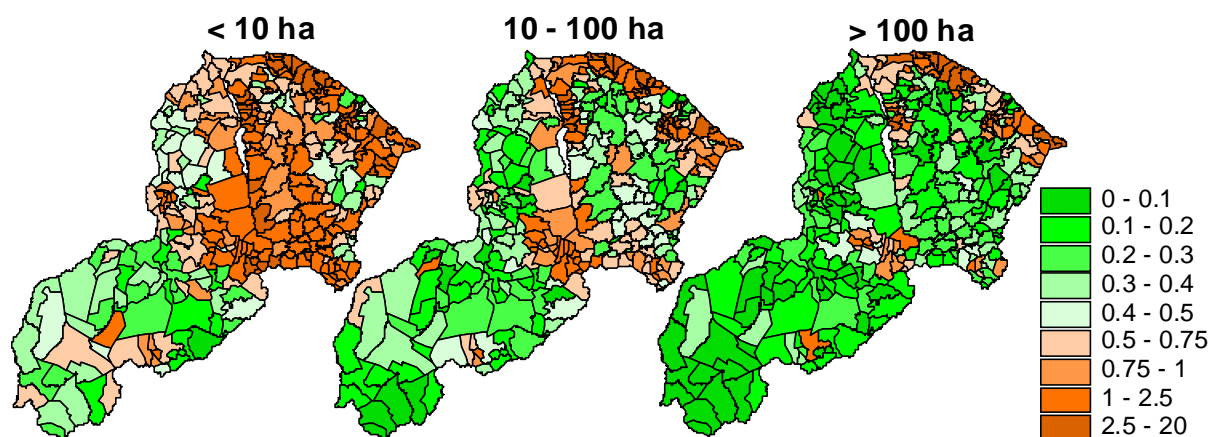


Abb. 12: Division des Wertes aller marktfähigen Produkte des Ackerbaus durch den Wert aller marktfähigen Produkte der Viehhaltung für Gemeinden von Ceará und Piauí 1996. Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Die Kosten der Tierhaltung hängen sehr vom Futterzukauf ab. Werden den mit Marktpreisen bewerteten Leistungen (in RASMO Fleisch und Milch) den Kosten für Impfungen, Wurmmittel und Salz gegenübergestellt, wobei davon ausgegangen wird, dass die Futtermittel allein von

den natürlichen Weiden und den nicht marktfähigen Leistungen des Ackerbaus bereitgestellt werden, so errechnen sich folgende Deckungsbeiträge:

Tabelle 7: Deckungsbeiträge der Produktionsverfahren der Tierhaltung ohne Berücksichtigung der Futter- und der Arbeitskosten (je Tier und Jahr)

	Meio Norte	Cerrado	Sertão	Litoral
cow	395.80 R\$	395.80 R\$	328.40 R\$	293.68 R\$
pig	41.61 R\$	41.61 R\$	34.99 R\$	31.59 R\$
goat	28.81 R\$	28.81 R\$	28.81 R\$	28.81 R\$
sheep	34.84 R\$	34.84 R\$	34.84 R\$	34.84 R\$
chicken	8.03 R\$	8.03 R\$	8.15 R\$	8.21 R\$

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 genannten Quellen

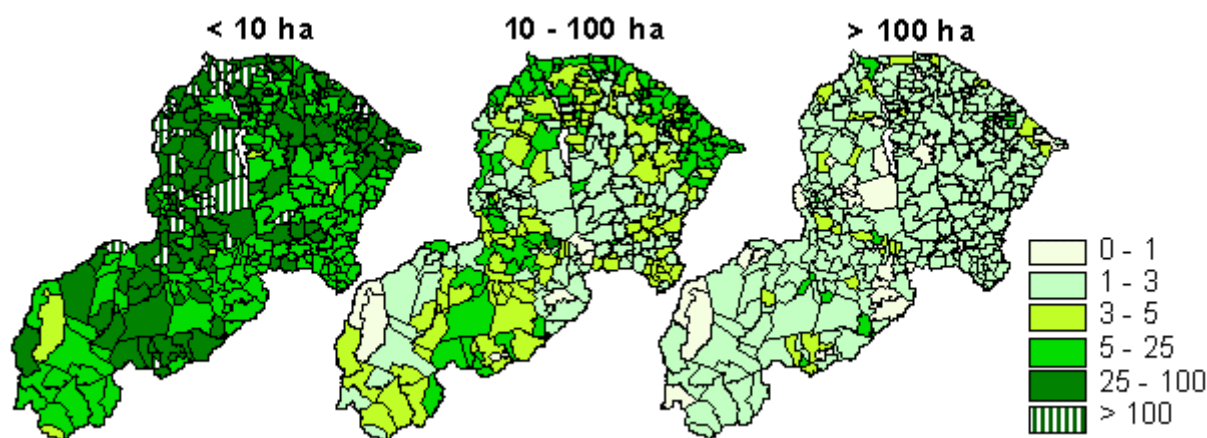


Abbildung 13: Anzahl Großvieheinheiten à 500 kg pro Hektar Weideland 1996.

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 genannten Quellen

Die Bestockungsdichte (hier: statistischer Wert – Anzahl der GVE pro ha Weideland) ist jedoch insbesondere bei den Kleinbetrieben extrem hoch (vgl. Abb. 13), so dass die natürlichen Weiden und die Pflanzenreste der Ackerbaukulturen zur Ernährung der Herdenbestände hier nicht ausreichen und Futterzukauf notwendig ist. Die Kosten hierfür sind wiederum bei den Kleinbetrieben beträchtlich (vgl. Tabelle 8). Es stellt sich die Frage, ob auch Flächen außerhalb des Betriebes für die Weide genutzt werden (wie bedeutend sind z.B. die Randstreifen der Straßen?) und ob die Kleinbauern ihr Vieh auf den Flächen auf den Flächen der größeren Betriebe weiden lassen.

Tabelle 8: Kosten für Futterzukauf pro Jahr und Tier in Picos und Tauá 1996

PICOS	cow	pig	goat	sheep	chicken
< 10 ha	43.02 R\$	13.10 R\$	9.02 R\$	30.47 R\$	2.08 R\$
10 – 100 ha	7.23 R\$	13.01 R\$	0.00 R\$	0.00 R\$	2.04 R\$
> 100 ha	0.00 R\$	12.84 R\$	0.00 R\$	0.00 R\$	2.02 R\$
TAUÁ	cow	pig	goat	sheep	chicken
< 10 ha	83.07 R\$	13.82 R\$	9.78 R\$	32.70 R\$	2.08 R\$
10 – 100 ha	0.00 R\$	13.16 R\$	0.00 R\$	0.00 R\$	2.02 R\$
> 100 ha	0.00 R\$	12.15 R\$	0.00 R\$	0.00 R\$	2.02 R\$

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 genannten Quellen

Wie extrem knapp die Futtergrundlage der natürlichen Vegetation insbesondere für Kleinbetriebe ist, drückt sich in den Schattenpreisen für die natürliche Vegetation aus, die RASMO für das Basisjahr 1996 errechnet: Sie entsprechen etwa dem Preis für Mais (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Schattenpreise der natürlichen Vegetation (1 Tonne) in Picos und Tauá 1996

	PICOS	TAUÁ
< 10 ha	187.75 R\$	281.57 R\$
10 – 100 ha	50.24 R\$	10.45 R\$
> 100 ha	0.00 R\$	0.00 R\$

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 genannten Quellen

Neben den Kosten des Futterzukaufs ist für die Großbetriebe zudem noch der Faktor Arbeitskraft von Bedeutung, da Arbeitskraft hier i.d.R. etwa in 6 Monaten des Jahres knapp ist. Berücksichtigt man also Futterzukauf und den Mehrbedarf an saisonaler Arbeit, so errechnen sich für die Produktionsverfahren der Tierhaltung im Basisjahr 1996 folgende Schattenpreise (vgl. Tabelle 10):

Tabelle 10: Schattenpreise der Tierhaltung pro Jahr und Tier in Picos und Tauá 1996

PICOS	cow	pig	goat	sheep	chicken
< 10 ha	179.90 R\$	15.77 R\$	-16.56 R\$	-47.26 R\$	4.29 R\$
10 – 100 ha	289.59 R\$	19.66 R\$	4.52 R\$	-6.43 R\$	4.80 R\$
> 100 ha	358.15 R\$	-11.30 R\$	-5.80 R\$	-2.80 R\$	-2.24 R\$
TAUÁ	cow	pig	goat	sheep	chicken
< 10 ha	47.51 R\$	5.61 R\$	-42.07 R\$	-73.92 R\$	4.41 R\$
10 – 100 ha	304.81 R\$	14.43 R\$	22.04 R\$	25.12 R\$	5.01 R\$
> 100 ha	295.20 R\$	-13.98 R\$	-4.39 R\$	1.64 R\$	-2.08 R\$

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 genannten Quellen

Sowohl für die Kleinbetriebe bis 10 ha als auch für die Großbetriebe über 100 ha es wäre demnach wirtschaftlicher, weniger Vieh zu halten. Als Kostenfaktoren schlagen bei den Kleinbetrieben die äußerst knappe Futtergrundlage zu Buche, die Futterzukaufe zwingend macht, bei den Großbetrieben sind eher die Arbeitskosten für die negativen Schattenpreise verantwortlich. Warum dennoch die Herdenbestände im Basisjahr 1996 so hoch sind, hat vermutlich folgende Gründe: Vieh ist für die kapitalarmen Betriebe eine Art Sparkasse, die Rücklagen für Dürrezeiten garantiert. Zudem wird Vieh auch aus Statusgründen gehalten. Die Zahlen belegen, dass die Weiden eine zu hohe Bestockungsdichte aufweisen. Diese führen zu Degradation von Weideflächen, so ist im Munizip Tauá die Futtergrundlage für Milchviehhaltung nach Analysen des Teilprojektes „einzelbetriebliche Modelle“ insbesondere während der Trockenzeit nicht ausreichend, um die Milchleistung auf dem Niveau der Regenzeit aufrecht erhalten zu können. Insbesondere in Dürrejahren ist die Futtergrundlage sehr mangelhaft, dies belegt das gerechnete Interventionsszenario „Trockenes Jahr“ (siehe unten).

Bei der extensiven Viehhaltung, die wie erwähnt vor allem von den Großbetriebe betrieben wird, hat in den letzten Jahrzehnten eine begrenzte Modernisierung (Ein-

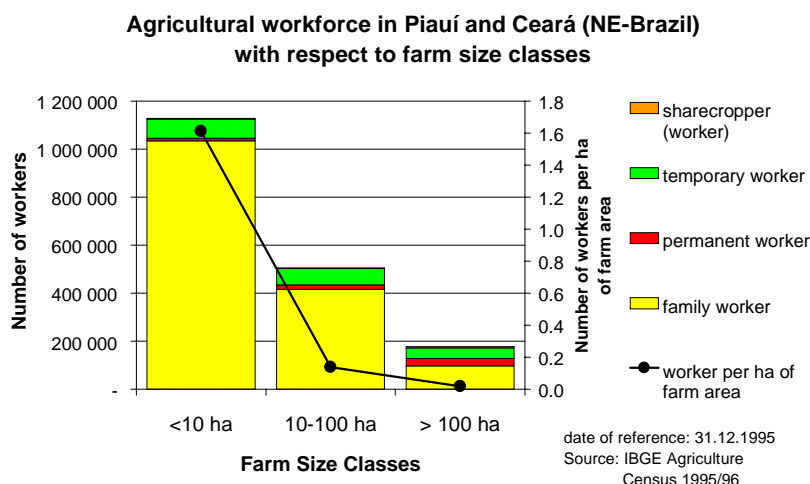


Abb. 14: Arbeitskraft landwirtschaftlicher Betriebsgrößentypen in Ceará und Piauí 1995/96. Quelle: IBGE Agrarzensus 1995/96

führung neuer Rassen, Einsatz moderner Inputs und Tierhygiene) stattgefunden. Etwa 55% der Betriebe zwischen 10 und 100 ha führen Tierhygienemaßnahmen (z.B. Impfungen gegen Tollwut und Maul- und Klauenseuche) durch, bei den Betrieben über 100 ha sind es sogar um die 80%. Dagegen führen nur 17% der vorwiegend Ackerbau betreibenden kapitalarmen Kleinbetriebe Tierhygienemaßnahmen durch. Die Viehgroßbetriebe sind hinsichtlich einer Dürre weniger vulnerabel als die ackerbaubetreibenden Kleinbetriebe (vgl. Interventionsszenario „Trockenes Jahr“ weiter unten), oft haben sie mit staatlicher Hilfe kleine Stauseen errichtet, die sie als Viehtränke benutzen.

Arbeitskraft im Agrarsektor

Von der Gesamtbevölkerung von ca. 9,5 Mill. Einwohnern sind etwa 48% laut Statistik (Haushaltszensus des IBGE für 1996) erwerbstätig; etwa 1/3 der Bevölkerung lebt im ländlichen Raum. Von der erwerbstätigen Bevölkerung sind etwa 42% im landwirtschaftlichen Sektor tätig, dies ist ein hoher Wert im gesamt staatlichen Vergleich (Brasilien: 29%). Der größte Teil der Arbeitskraft im landwirtschaftlichen Sektor setzt sich aus Familienarbeitskraft zusammen (Betriebsleiter und monetär nicht entlohnte Familienarbeitskräfte).

Die Arbeitskraft konzentriert sich in Kleinbetrieben (vgl. Abb. 14). Die meisten dieser Betriebe sind subsistenzorientierte, vorwiegend ackerbaubetreibende Familienbetriebe, die vor allem saisonale Grundnahrungsmittel wie Bohnen, Mais und Maniok in Mischkultur anbauen. In den letzten Jahrzehnten mussten vor allem die Kleinbetriebe das natürliche Bevölkerungswachstum auffangen, während die Großbetriebe durch die Umwandlung von Acker- in Weideflächen Arbeitskräfte freigesetzt haben (z.B. trat an die Stelle des Baumwollanbaus die Viehhaltung). Das wichtigste Produktionsziel der Großbetriebe ist dagegen meist die Viehhaltung. Dies ist neben der auf die Fläche bezogen geringen Verfügbarkeit an Familienarbeitskraft die Ursache für ihren hohen Anteil an vor allem ständiger Fremdarbeitskraft, da die Viehhirten („vaqueiros“) i.d.R. Lohnarbeiter sind.

Tabelle 11: Landwirtschaftlicher Kalender nach Arbeitszeitspannen. Beispiel: Bohnen, Region Sertão, Regenfeldbau

Arbeitszeitspanne	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept	Okt.	Nov.	Dez.
Bodenvorbereitung												
Aussaat												
Pflanzenpflege												
Ernte												

Quellen: EMATER Regionalbüros, ECOPLAN (Guadalupe), EPAGRI (Picos), BNB Consultant (Camocim), Banco do Nordeste: Agenda do Produtor Rural 1999

Der Arbeitskraftbedarf fällt im Ackerbau saisonal sehr unterschiedlich an (vgl. Tab. 11), so dass es bei den Betrieben mittlerer Betriebsgröße (10-100 ha) zu restriktiven Arbeitsspitzen in der Regenzeit (etwa Januar bis April, regional etwas unterschiedlich) trotz verdeckter Unterbeschäftigung in der Trockenzeit kommt. Im Modell gelangen die Kleinbetriebe zwar in Bezug auf die Arbeitskraft in ein bis zwei Monaten an die Kapazitätsgrenze, diesem wird aber mit einem Intensitätswechsel begegnet, ohne dass es zu der Anstellung von saisonalen Arbeitskräften kommt. Ursache hierfür mag der hohe Schattenpreis der Arbeit im Modell sein: Der Tageslohn für eine saisonale Arbeitskraft beträgt etwa R\$ 5,-. Üblich ist jedoch, dass die Tagelöhner verpflegt werden. Dies berücksichtigt RASMO und errechnet als Schattenpreis eines Tageslohnes ca. R\$ 15,-, dies entspricht also den Kosten einer Tagesverpflegung von R\$ 10,-.

Die Großbetriebe dagegen beschäftigen neben den permanenten Arbeitskräften die meiste Zeit des Jahres zudem auch saisonale Arbeitskräfte.

Tabelle 12: Bedarf an Arbeitskraft und Traktorenstunden, Beispiel: saisonale Kultur (Bohnen), Intensitätsstufe „TRACTOR“

	bean.tractor.meio	bean.tractor.cerr	bean.tractor.sert	bean.tractor.lito
* Limpeza da area	6.0	6.0	12.0	4.0
* Destocamento manual (h/d por vez)	60.0	60.0	32.0	45.0
* Destocamento manual (h/d por ano)	2.0	2.0	1.1	1.5
* PREPARE (h/d)	8.0	8.0	13.1	5.5
* Gradagem mecanizado (h/m)	2.0	2.0	1.5	1.5
* SEED (h/d)	6.0	6.0	4.0	5.0
* TRACTOR (h/m)	2.0	2.0	1.5	1.5
* Capina (h/d)	15.0	15.0	13.0	15.0
* Aplicacao defensivos (h/d)	2.0	2.0	2.0	2.0
* Desbaste	0.0	0.0	2.0	0.0
* CARE (h/d)	17.0	17.0	17.0	17.0
* HARVEST (h/d)	20.0	20.0	20.0	20.0

} Bedarf an Arbeitskraft (Manntage) und Traktorstunden für verschiedene Arbeiten in agrarökologischen Zonen - Intensitätsniveau „tractor“

	bean.tractor.meio	bean.tractor.cerr	bean.tractor.sert	bean.tractor.lito
prep	8.0	8.0	13.1	5.5
seed	6.0	6.0	4.0	5.0
care	17.0	17.0	17.0	17.0
harv	20.0	20.0	20.0	20.0
* sum	51.0	51.0	54.1	47.5

} Summierung nach Arbeitszeitspannen

Quellen: BN, EMBRAPA, SUDENE, EMATER Regionalbüros: Monsenhor Gil, Floriano, Guadalupe, Picos, Tauá, Crato, Baturite ECOPLAN (Guadalupe), EPAGRI (Picos), BN (Granja)

Preisentwicklung

Die Preise für Agrarprodukte weisen saisonale Schwankungen auf, erwartungsgemäß sind die Preise für die ausschließlich regional vermarkteten Grundnahrungsmittel wie Mais und Bohnen unmittelbar nach der Ernte am niedrigsten. Eine Verknappung dieser Produkte durch dürrebedingte Produktionsausfälle lässt die Preise dagegen stark ansteigen, dies war z.B. in den Jahren 1998/99 der Fall (vgl. Abb. 15).

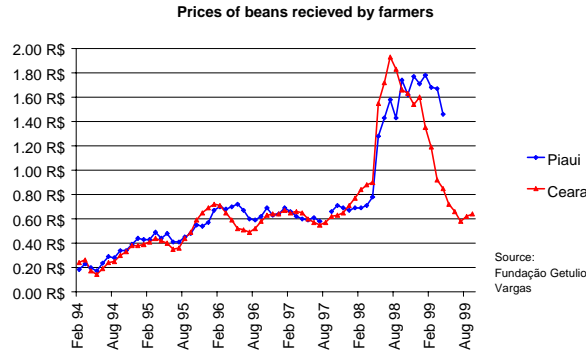


Abb. 15: Entwicklung des Produzentenpreises für Bohnen in Ceará und Piauí 1994 bis 1999. Quellen: Fundação Getulio Vargas

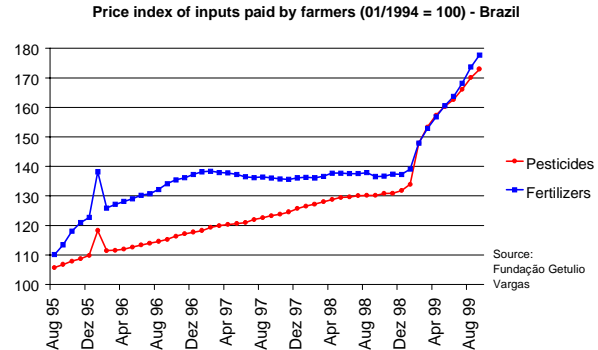


Abb. 16: Entwicklung des Preisindex für chemische Inputs in Ceará und Piauí 1995 bis 1999. Quellen: Fundação Getulio Vargas.

Die überwiegend importierten chemischen Inputs (Dünger und Pestizide) haben sich durch die Wechselkursrelationen seit Anfang 1998 stark verteuert (vgl. Abb. 16).

Hauptprobleme der landwirtschaftlichen Betriebe

Die Hauptprobleme landwirtschaftlicher Betriebe im semiariden Bereich sind vor allem zum einen die hohe Variabilität der Niederschläge, die zu extremen Schwankungen der Erträge der pflanzlichen Produktion, sowie der natürlichen Vegetation als Futtergrundlage für die Tierhaltung führt. Zudem führt ein kontinuierlicher Nährstoffexport von den Feldern (Außer den Feldfrüchten verschwinden auch die Kulturpflanzenreste aus dem Feldkreislauf, da sie als Viehfutter Verwendung finden) zu einer erheblichen Verringerung der Bodenfruchtbarkeit und in Folge dessen zu Ertragsdepressionen. In Dürre Jahren (z.B. 1990 bis 1993) ist der Trockenfeldbau von

Subsistenzprodukten sehr betroffen (teilweise völliger Ausfall der Ernte) und die Existenzsicherung gefährdet (vgl. Abb. 17).

Die Landkonzentration und die Konzentration der Arbeitskraft in Kleinbetrieben führt zu einer akuten Bodenknappheit in den Kleinbetrieben unter 10 ha: Ihre Ackerflächen beanspruchen etwa 2/3 der Betriebsfläche und die Bracheflächen nehmen nur einen sehr geringen Anteil im Verhältnis zur saisonal genutzten Ackerfläche ein (nur etwa 8%, vgl. Abb. 11). Die klimatischen Bedingungen und die Landknappheit zwingen die Kleinbauern in den dichter besiedelten Regionen, jedes Jahr die Felder zu bestellen, was bei fehlender Düngung (Kapitalarmut) zu einer sinkenden Flächenproduktivität führt und die Landknappheit wiederum verstärkt. Dies zwingt zunehmend die kleinbäuerlichen (wenig kapitalintensiven) Betriebe zur Betriebsaufgabe und hat damit die Abwanderung der bäuerlichen Familien zur Folge. Die Regierung versuchte in der Vergangenheit, die Not durch die Errichtung von Arbeitsfronten z.B. zum Bau von Straßen und Staudämmen zu lindern. Auch die Lebensmittelhilfe (Verteilung von Grundnahrungsmitteln, die die Basisversorgung einer Familie sichern sollen – „cestas básicas“), spielen für das Überleben während einer Dürreperiode eine große Rolle.

Die nicht durch die Viehhaltung genutzten Flächen stellen die Großgrundbesitzer oft Kleinpächtern zur Verfügung. Pachtverträge werden in der Regel mündlich getroffen, als Entlohnung wird i.d.R. ein gewisser Teil der Ernte vereinbart, oder der Pächter stellt ein Teil seiner Arbeitskraft und oft auch die der Familienmitglieder dem Patron zur Verfügung. Problematisch dabei sind die auch heute noch teilweise feudalen Gesellschaftsstrukturen (vgl. Brühl 1989). In Trockenzeiten beanspruchen die Großgrundbesitzer die Pachtflächen für ihr Vieh. Da die Kleinpächter daher ihr Land nur für wenige Jahre nutzen, besteht keine Motivation, den Boden nachhaltig zu nutzen.

Für die geringen Flächenerträge des Ackerbaus ist neben den schlechten natürlichen Rahmenbedingungen vor allem die sehr geringe Kapitalausstattung der Betriebe verantwortlich. Der Masse der Kleinbauern bleibt der Zugang zu Krediten und Produktionsmitteln erschwert. Die Banco do Nordeste (BN) hat vor zwei Jahren das „Nationale Kreditprogramm bäuerlicher Familien“ (Programa Nacional de Agricultura Familiar – PRONAF) ins Leben gerufen. Zielgruppe sind die Familien von Kleinbauern (max. Fördersumme: 15.000 R\$). Bis heute wurde das Programm kaum von den Kleinbauern angenommen obwohl es theoretisch auch für Kleinpächter ohne Eigentum zugänglich ist. Dies hat folgende Ursachen: Es gibt keine Bereitschaft zur gegenseitigen Haftung in Kreditgemeinschaften, die als Sicherheit von der BN – bei fehlendem Bodeneigentum – gefordert werden. Zudem scheuen die Kleinbauern die bürokratischen Hürden wie den Besitz einer Geburtsurkunde bzw. eines Ausweises, die Erstellung eines Investitionsplan und einen formeller Pachtvertrag mit festem Pachtsatz. I.d.R. sind die Pächter Analphabeten, haben nur eine mündliche Vereinbarung mit dem Eigentümer getroffen und der Pachtsatz ist abhängig von dem Ertrag. Zudem verhalten sich die Kleinbauern einem Kredit gegenüber sehr risikoaversiv.

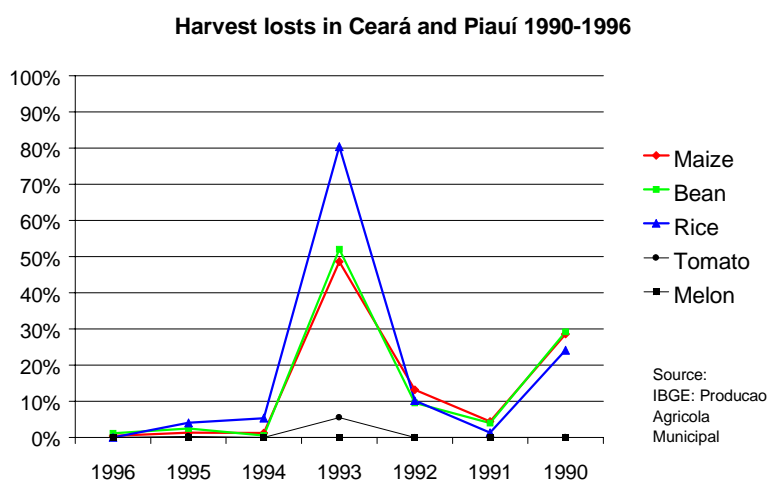


Abb. 17: Ernteverluste in Ceará und Piauí 1990 bis 1996
Quelle: IBGE Produção Agrícola

Der IBGE Agrarzensus weist Flächenanteile von länger als 4 Jahren ungenutzten, obgleich produktiven Flächen aus, deren Anteil an der Betriebsfläche mit der Betriebsgröße steigt (vgl. Abb. 11). Eine Umverteilung von Land wird oft als wichtigste Maßnahme zur Armutsbekämpfung angesehen (vgl. z.B. Hees 1996, Tavares 1995). Es stellt sich die Frage, ob diese potentiell zu enteignenden Flächen nachhaltig durch den Ackerbau zu nutzen sind. Veloso (1998) weist darauf hin, dass in anderen Großregionen Brasiliens trotz vergleichbarer Landkonzentration die Lage nicht so prekär ist wie im Nordosten.

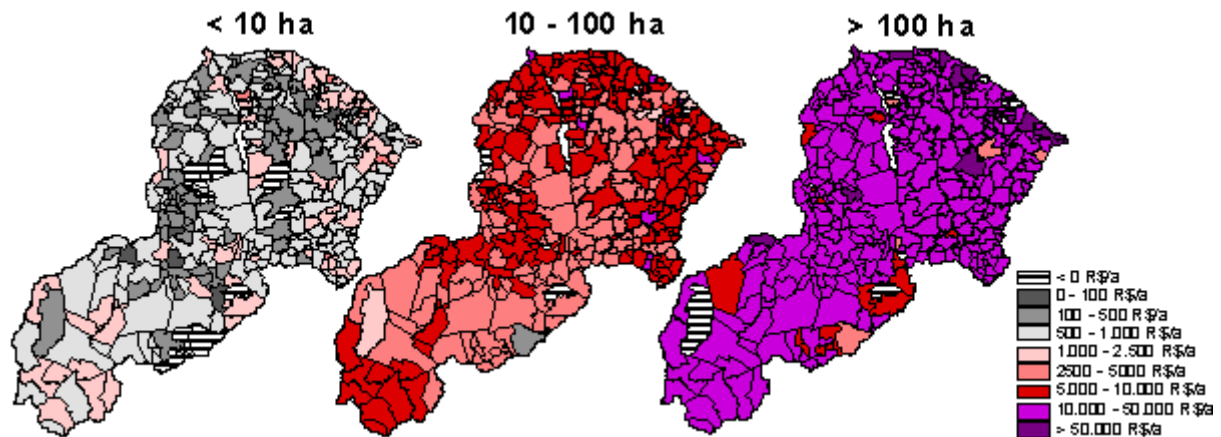


Abb. 18: Jährliches Bareinkommen landwirtschaftlicher Betriebe in Ceará und Piauí 1996

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 benannten Quellen

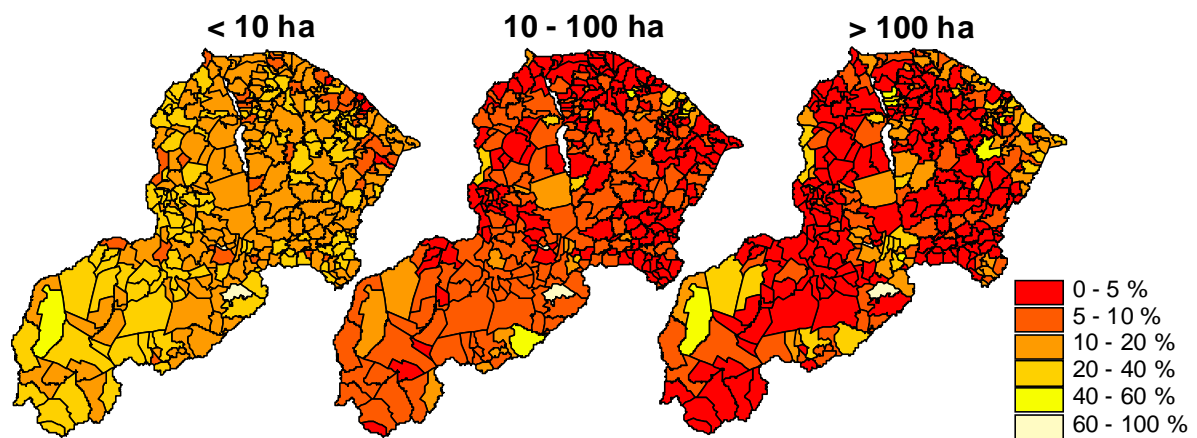


Abb. 19: Anteil des Wertes marktfähiger Produkte, die für die Subsistenz verwendet werden zu denen, die verkauft werden für Gemeinden von Ceará und Piauí 1995/96

Quelle: Berechnung des Modells RASMO auf der Basis der in Tabelle 1 benannten Quellen

Marktorientierung und Einkommen der landwirtschaftlichen Betriebe

Das Modell RASMO hat für das Jahr 1995/96 errechnet, dass – unter der realistischen Annahme, dass die Subsistenz einer bäuerlichen Familie allein aus der Landwirtschaft bestritten wird – in manchen Gemeinden die Landwirtschaft für die Kleinbetriebe ein monetär defizitäres Geschäft ist, so dass ein Überleben für alle Familienmitglieder allein durch die Landwirtschaft nicht gegeben werden kann (vgl. Abb. 15).¹ Das Einkommen steigt mit der Betriebsgröße. RASMO

¹ Ein Fehler liegt vermutlich noch in den im Agrarzensus und im Modell nicht berücksichtigten feuchten Gunststandorten (temporär überflutete Flächen und feuchte Niederungen), auf denen die Kulturen mit

berechnet folgende durchschnittliche Einkommen pro Betrieb und Jahr 1996: < 10 ha: 768 R\$, 10-100 ha: 5194 R\$, >100 ha: 23.578 R\$). Auf die Betriebsfläche bezogen, erwirtschaften die Kleinbetriebe allerdings durchschnittlich ein höheres Einkommen als die Mittel- und Großbetriebe (<10 ha: 266 R\$/a/ha, 10-100 ha: 157 R\$/a/ha, >100 ha: 71 R\$/a/ha). Dabei ist zu beachten, dass die Kleinbetriebe mit ihrem hohen Anteil an Familienarbeitskraft einen großen Teil ihrer Produktion für die Subsistenz verwenden, vgl. Abb. 16. Der Anteil der vermarkteten Produkte wird allerdings i.d.R. unterschätzt: Der Vermarktungsanteil der ackerbaulichen Produkte gegenüber den mit Marktpreisen bewerteten Subsistenzbedarf ist nach Kalkulationen des Modells RASMO allgemein hoch.

2.3.2 Simulation veränderter Rahmenbedingungen auf den Agrarsektor

Deckungsbeiträge ackerbaulicher Produktionsverfahren abhängig vom Niederschlagsregime

Unter der Annahme, dass im Basisjahr ein anderes Niederschlagsregime als das aktuelle geherrscht hätte, lassen sich bei gleichbleibenden Betriebsmittel- und Agrarproduktpreisen und für unterschiedliche Erträge entsprechende Deckungsbeiträge errechnen.² Tabelle 13 zeigt beispielsweise die Deckungsbeiträge des Produktionsverfahren 1 ha Bohnen in der agrarökologischen Region Sertão für Referenzjahre mit unterschiedlichem Niederschlagsregime. Für das Basisjahr 1996, welches als ein Jahr mit normaler Niederschlagsverteilung einzuordnen ist, errechnet RASMO für Bohnen höhere Deckungsbeiträge der bewässerten Intensitätsstufen gegenüber den nicht bewässerten und zudem höhere Deckungsbeiträge der Intensitätsstufen mit hohem Betriebsmitteleinsatz gegenüber denen mit geringem Betriebsmitteleinsatz. Restriktiv wirkt sich im Modell realitätsnah die Beschränkung der Bewässerungsfläche und die beschränkte Kapitalverfügbarkeit bei den Kleinbetrieben sowie zusätzlich die beschränkte Familien-Arbeitskraft bei den Großbetrieben aus, so dass die Intensitätsstufen mit hohen Deckungsbeiträgen nur zu einem gewissen Anteil verwirklicht werden können. Kulturen mit hohem Wasseranspruch (z.B. Bananen, Zuckerrohr) lassen sich unter dem herrschenden Niederschlagsregime in der agrarökologischen Region Sertão nur mit Zusatzbewässerung kultivieren, daher weisen die Intensitätsstufen des Regenfeldbaus keine Erträge auf und die Deckungsbeiträge entsprechen der Summe der proportionalen Spezialkosten.

Wäre das Basisjahr 1996 wie das Referenzjahr 1942 ein trockenes Jahr gewesen, hätte sich der Anbau von Bohnen im Regenfeldbau bei gleichen Produkt- und Betriebsmittelpreise wirtschaftlich kaum gelohnt. Bei Verwendung der Produkt- und Betriebsmittelpreise von 1999, ebenfalls ein eher trockenes Jahr, errechnen sich etwas bessere Deckungsbeiträge, da die Produktpreise aufgrund des geringeren Angebotes stärker gestiegen sind als die Betriebsmittelpreise. Die bewässerten Intensitätsstufen sind natürlich vom Niederschlagsregime unabhängig, solange genug Bewässerungswasser verfügbar ist.

Wäre das Basisjahr 1996 dagegen wie das Referenzjahr 1974 ein sehr feuchtes Jahr oder wie das Referenzjahr 1957 ein Jahr mit normalem Niederschlagsregime, aber mit Zwischentrockenheiten gewesen, hätte sich dies ebenfalls ungünstig auf die Bohnenerträge und damit auf die Deckungsbeiträge ausgewirkt, wenngleich sich diese Anomalien viel weniger dramatisch als ein zu trockenes Jahr auswirken. Auch für diese Niederschlagsregime zeigt sich der Wanderfeldbau weniger vulnerabel als die „modernen“, kostenintensiven Intensitätsstufen des Regenfeldbaus.

hohem Wasserbedarf (z.B. Zuckerrohr, Futtergras und Bananen) einen Ertrag auch ohne Bewässerung erzielen, obwohl der Niederschlag allein hierfür normalerweise nicht ausreicht.

² Hierbei ist zu beachten, dass veränderte Erträge in den meisten Fällen auch ein verändertes Angebot an Agrarprodukten bedeutet, was wiederum Auswirkungen auf die Preise hat. Dies wird in RASMO (noch) nicht berücksichtigt.

Interessant ist, dass ein Niederschlagsregime wie im Jahr 1974 mit einer sehr hohen Niederschlagsmenge den Anbau von wasserintensiven, mehrjährigen Kulturen wie Bananen und Kokosnuss im Sertão zulässt. Dies gilt natürlich nur für einen Klimawechsel mit langfristig gleichbleibend hohen Niederschlägen.

Tabelle 13: Deckungsbeiträge und proportionale Spezialkosten des Produktionsverfahren 1 ha **Bohnen** in der agrarökologischen Region Sertão für unterschiedliche Niederschlagsregime

Intensitätsniveau	Bodenklasse ^{x)}	Basisjahr 1996 (weitgehend „normales“ Jahr)	Preise 1996, Erträge für trockenes Jahr (1942)	Preise 1999, Erträge für trockenes Jahr (1942)	Preise 1996, Erträge für feuchtes Jahr (1974)
simple (Wanderfeldbau, wenig Inputs)	Bodenklasse 1	126.03 R\$	8.21 R\$	26.32 R\$	107.42 R\$
	Bodenklasse 2	76.42 R\$	-4.20 R\$	4.07 R\$	64.02 R\$
	Bodenklasse 3	144.63 R\$	8.21 R\$	26.32 R\$	119.83 R\$
	Bodenklasse 4	150.83 R\$	14.41 R\$	37.44 R\$	126.03 R\$
	Bodenklasse 5	225.25 R\$	26.81 R\$	59.69 R\$	188.04 R\$
	<i>Summe Kosten</i>	<i>-22.80 R\$</i>	<i>-22.80 R\$</i>	<i>-29.30 R\$</i>	<i>-22.80 R\$</i>
tractor (mechanisierte Bodenvorbereitung, wenig Inputs)	Bodenklasse 1	103.23 R\$	-33.19 R\$	-18.33 R\$	78.43 R\$
	Bodenklasse 2	47.42 R\$	-45.60 R\$	-40.58 R\$	28.82 R\$
	Bodenklasse 3	121.84 R\$	-26.99 R\$	-7.21 R\$	90.83 R\$
	Bodenklasse 4	128.04 R\$	-26.99 R\$	-7.21 R\$	97.03 R\$
	Bodenklasse 5	208.65 R\$	-8.39 R\$	26.16 R\$	165.24 R\$
	<i>Summe Kosten</i>	<i>-64.20 R\$</i>	<i>-64.20 R\$</i>	<i>-73.95 R\$</i>	<i>-64.20 R\$</i>
modern (mechanisiert, viel Inputs)	Bodenklasse 1	216.28 R\$	-360.43 R\$	-316.15 R\$	104.66 R\$
	Bodenklasse 2	79.85 R\$	-391.44 R\$	-371.77 R\$	-13.17 R\$
	Bodenklasse 3	98.45 R\$	-385.24 R\$	-360.64 R\$	5.44 R\$
	Bodenklasse 4	482.93 R\$	-310.82 R\$	-227.16 R\$	334.10 R\$
	Bodenklasse 5	458.12 R\$	-317.02 R\$	-238.28 R\$	309.29 R\$
	<i>Summe Kosten</i>	<i>-503.06 R\$</i>	<i>-503.06 R\$</i>	<i>-571.99 R\$</i>	<i>-503.06 R\$</i>
irrlow (bewässert, mech. Boden- vorbereitung, wenig Inputs)	Bodenklasse 1	229.28 R\$	229.28 R\$	374.15 R\$	229.28 R\$
	Bodenklasse 2	92.85 R\$	92.85 R\$	129.43 R\$	92.85 R\$
	Bodenklasse 3	272.69 R\$	272.69 R\$	452.02 R\$	272.69 R\$
	Bodenklasse 4	297.49 R\$	297.49 R\$	496.51 R\$	297.49 R\$
	Bodenklasse 5	489.73 R\$	489.73 R\$	841.34 R\$	489.73 R\$
	<i>Summe Kosten</i>	<i>-180.00 R\$</i>	<i>-180.00 R\$</i>	<i>-360.00 R\$</i>	<i>-180.00 R\$</i>
irrhhigh (bewässert, me- chanisiert, viel Inputs)	Bodenklasse 1	218.49 R\$	218.49 R\$	111.38 R\$	218.49 R\$
	Bodenklasse 2	69.66 R\$	69.66 R\$	-155.58 R\$	69.66 R\$
	Bodenklasse 3	94.46 R\$	94.46 R\$	-111.09 R\$	94.46 R\$
	Bodenklasse 4	509.94 R\$	509.94 R\$	634.19 R\$	509.94 R\$
	Bodenklasse 5	478.94 R\$	478.94 R\$	578.57 R\$	478.94 R\$
	<i>Summe Kosten</i>	<i>-562.86 R\$</i>	<i>-562.86 R\$</i>	<i>-1290.18 R\$</i>	<i>-562.86 R\$</i>

^{x)} Bodenklasse 1: Böden, die schlecht entwässert, zeitweise überflutet sind oder Salzanreicherungen besitzen
 Bodenklasse 2: Flachgründige Böden oder Böden mit hohem Ton- oder Steingehalt
 Bodenklasse 3: Sehr tiefgründige oder sandige Böden
 Bodenklasse 4: Böden mit durchschnittlichen chemischen Bedingungen für die ackerbauliche Produktion
 Bodenklasse 5: Böden mit guten chemischen Bedingungen für die ackerbauliche

Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Simulation des Interventionsszenarios „Erträge des Jahres 1942 (geringer Niederschlag), physische Wasserverfügbarkeit 75% im Vergleich zum Basisjahr, Produkt- und Betriebsmittelpreise von 1996 bzw. 1999“

Bei diesem Interventionsszenario wurde angenommen, dass 1996 ebenso wie 1942 ein sehr trockenes Jahr gewesen wäre mit dementsprechenden Erträgen des Ackerbaus. Zudem wurde eine Wasserverfügbarkeit für Bewässerung und Viehtränke von nur 50% im Vergleich zum Basisjahr angenommen. Die annuelle und interannuelle Niederschlagsvariabilität werden im Modell

über die Erträge des Ackerbaus abgebildet, die von der AG Agrarökosysteme (Uni Hohenheim) für verschiedene Referenzjahre bereitgestellt wurden. Den Wasserverbrauch des landwirtschaftlichen Sektors im Basisjahr 1996 errechnet RASMO. Für die Simulation wird von diesem Wert ausgegangen. Es wird zwei Aspekten besondere Berücksichtigung eingeräumt:

1. Niedrigere Erträge als im Basisjahr bewirken eine Verminderung des Angebotes an Agrarprodukten, daher ist von einem Ansteigen der Produktpreise auszugehen. Die Preise werden in RASMO (noch nicht) modellintern ermittelt. Ein Ansetzen der Produkt- und Betriebsmittelpreise des Basisjahres wäre sicherlich fehlerhaft, daher wird zudem mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1999 gerechnet, das ebenfalls wie 1942 ein trockenes Jahr gewesen ist.
2. Am Beginn der Produktionsperiode kennen die Landwirte das aktuell für die Vegetationsperiode bedeutende Niederschlagsregime nicht, daher ist ihre Produktionsentscheidung wohl von ihrer langjährigen Erfahrung, aber nicht von der aktuellen Situation abhängig. Aus diesem Grunde wird die Simulation einerseits für die aktuelle Produktionsentscheidung des Basisjahres durchgeführt; es wird aber zusätzlich die zu erwartende Anpassungsreaktion des Agrarsektors auf eine Klimaänderung simuliert.

Tabelle 14: Durchschnittliche prozentuale Änderung des jährlichen Bareinkommens von Betrieben in Picos für das Szenario „Preise für 1996, Erträge für 1942 (trockenes Jahr), Wasserverfügbarkeit 50% des Basisjahres“ im Vergleich zum Basisjahr 1996

Simulationsbedingungen	< 10 ha	10-100 ha	> 100 ha
mit Preisen von 1996 bei gleichem Entscheidungsverhalten	-56,01 %	-31,88 %	-27,51 %
mit Preisen von 1996 mit Reaktion des Agrarsektors	-56,91 %	-46,65 %	-16,27 %
mit Preisen von 1999 bei gleichem Entscheidungsverhalten	-43,06 %	-22,66 %	-21,48 %
mit Preisen von 1999 mit Reaktion des Agrarsektors	25,32 %	-11,63 %	9,50 %

Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

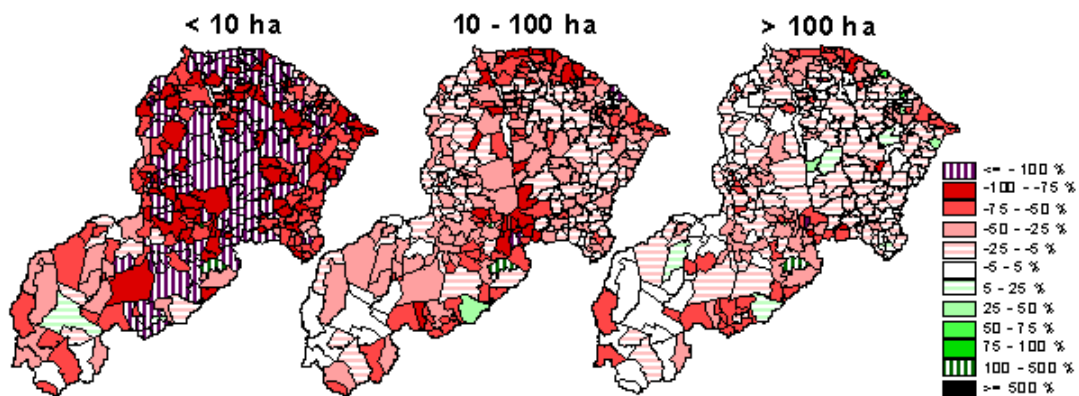
Abbildung 20 (regionale Differenzierung) und Tabelle 14 (Beispiel Picos) zeigen die prozentualen Änderungen des jährlichen Bar-Einkommens der Betriebe. Die Ergebnisse sind sehr von der Simulationsart abhängig, dies macht die Notwendigkeit der modellinternen Preisbildung deutlich (Berücksichtigung der Nachfrageseite, vgl. Kapitel 3).

Die Kleinbetriebe sind von einer Dürre am stärksten betroffen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in der Realität negative Einkommen (die im Modell aufgrund von Zukäufen notwendig werden, um die Subsistenz zu sichern) aufgrund der mangelnden Kapitalverfügbarkeit nicht möglich sind. Würde man dem Modell keine unbegrenzte Kreditmöglichkeit einräumen, wäre das Problem nicht lösbar. Dies bedeutet wiederum, dass die Kleinbauern in Trockenjahren entweder Hunger leiden, auswandern, von Verwandten unterstützt werden oder Lebensmittelhilfe vom Staat bekommen („cestas basicas“).

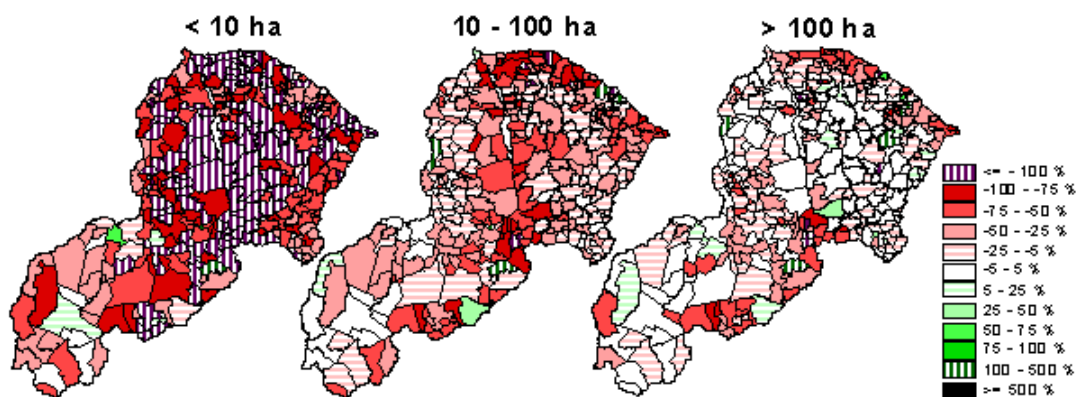
Die Simulationen einer möglichen Anpassungsreaktion des Agrarsektors auf ein trockeneres Klima zeigen eine stärkere Betonung der Viehhaltung gegenüber dem Ackerbau. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass die Leistungen der Produktionsverfahren der Tierhaltung in regionaler Differenzierung und in Abhängigkeit vom Klima abgesehen vom Wasserbedarf noch nicht untersucht sind. Dies – und die fehlende Preisreaktion auf eine veränderte Nachfrage – lässt die Ergebnisse teilweise fragwürdig erscheinen. So ist es unwahrscheinlich, dass es unter Dürrebedingungen zu einer Erhöhung der Einkommen bei den großen Betrieben kommt (vgl. Simulationsart „mit Preisen von 1999 mit Reaktion des Agrarsektors“).

In einem Dürrejahr muss von der verminderten Produktion ein höherer Anteil für die Subsistenz verwendet werden. Bei den Großbetrieben kehrt sich diese Tendenz deshalb um, da diese im Basisjahr mehr Saisonkräfte als Familienarbeitskräfte beschäftigen (beide Gruppen werden durch auf dem Betrieb produzierte Güter ernährt). Die Saisonkräfte werden im Dürrejahr nicht beschäftigt, daher sinkt der Anteil der für die Subsistenz verwendeten Produktion.

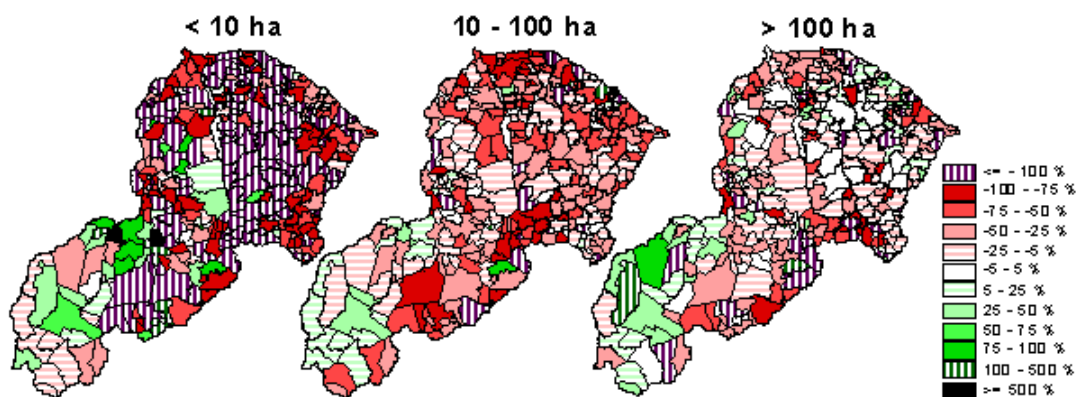
a) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1996 bei gleichem Entscheidungsverhalten



b) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1996 mit Reaktion des Agrarsektors



c) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1999 bei gleichem Entscheidungsverhalten



d) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1999 und Reaktion des Agrarsektors

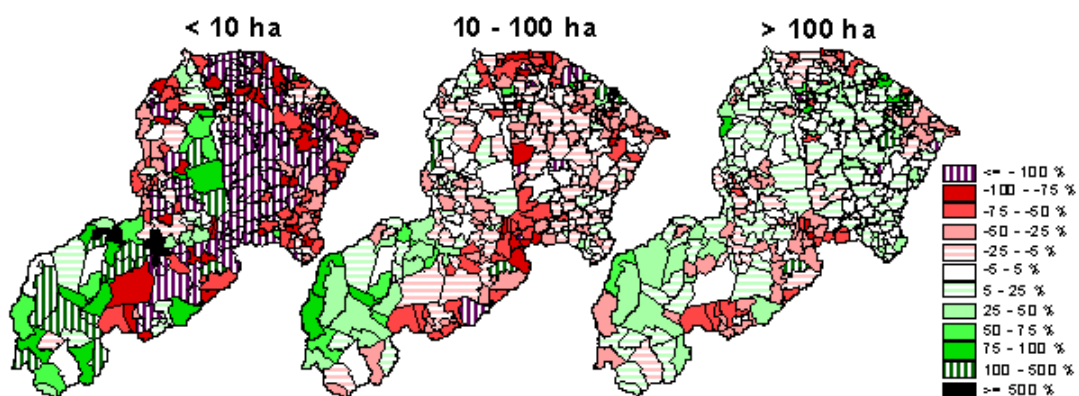
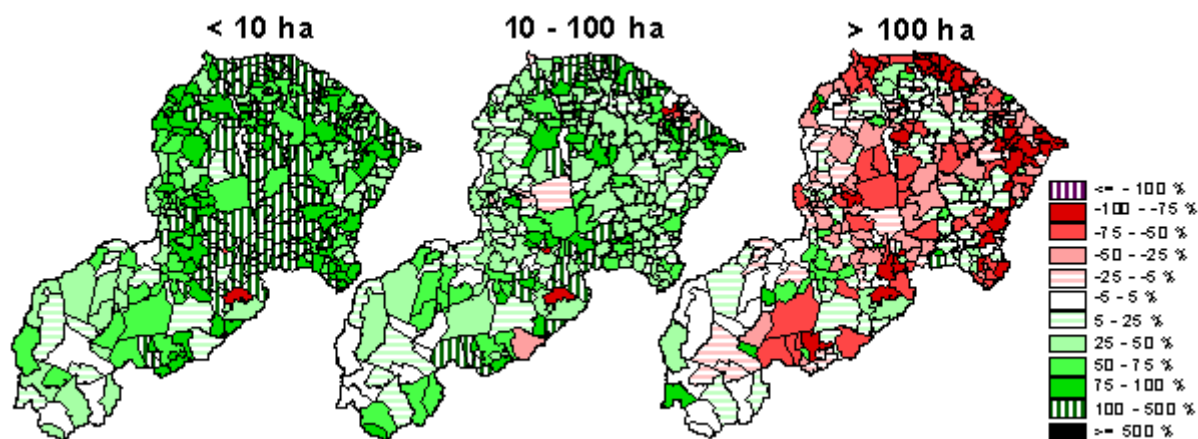


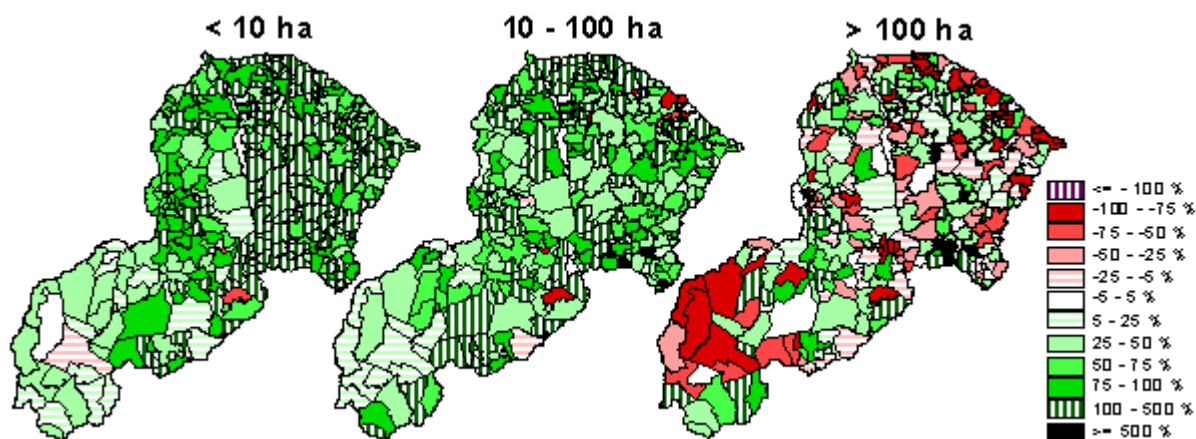
Abb. 20: Prozentuale Änderung des jährlichen Bareinkommens für das Szenario „Preise für 1996, Erträge für 1942 (trockenes Jahr), Wasserverfügbarkeit 50% des Basisjahres“ im Vergleich zum Basisjahr 1996. Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

a) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1996 bei gleichem Entscheidungsverhalten



Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

b) mit Produkt- und Betriebsmittelpreisen von 1999 bei gleichem Entscheidungsverhalten



Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Abb. 21: Prozentuale Änderung des Wertes marktfähiger Produkte, die für die Subsistenz verwendet werden zu denen, die verkauft werden „Preise für 1996, Erträge für 1942 (trockenes Jahr), Wasserverfügbarkeit 75% des Basisjahres“ Im Vergleich zum Basisjahr 1996

Simulation des Interventionsszenarios „50% der Familienarbeitskraft sind nicht mehr im Agrarsektor beschäftigt (und werden nicht mehr durch ihn ernährt)“

Bei diesem Interventionsszenario wurde angenommen, dass 50% der Familienarbeitskräfte den Agrarsektor verlassen (z.B. durch Migration bzw. Beschäftigung in anderen Wirtschaftssektoren), d.h. ihre Arbeitskraft steht nicht mehr zur Verfügung und sie werden nicht mehr durch die auf dem Betrieb erzeugten Agrarprodukte ernährt. Die Simulation zeigt, dass vor allem die Produktion von Grundnahrungsmitteln (Maniok, Bohnen, Mais) zurückgeht (vgl. Tab. 15). Dies geht einher mit einem Rückgang der genutzten Fläche, wobei die Flächenerträge durch einen Intensitätswechsel (vgl. Tab. 16) leicht ansteigen. Der Übergang zur mechanisierten Bodenvorbereitung (Intensitätsniveau „tractor“) lässt die Hektarerträge bei gleichem Inputeinsatz nur leicht ansteigen, er spart aber gegenüber des Intensitätsniveaus „simple“ (Wanderfeldbau) an Arbeitskraft ein.

Tabelle 15: Ackerbauliche Produktion und Herdenbestände für das Basisjahr und das Szenario „50% Familienarbeitskraft“ (Ceará und Piauí)

Crop production (1000 ton)	Base year	Scenario	Changes
Grass	11671	11079	-592
Cassava	1071	954	-117
Coco	712	632	-80
Bean	646	464	-182
Maize	508	373	-136
Banana	444	387	-57
Cashew	323	270	-53
Rice	321	261	-59
Cane	311	303	-8
Mango	195	193	-2
Tomato	129	104	-25
Melon	29	30	1
Capim	22	22	0
Cotton	4	4	0

Number of animals (1000)	Base year	Scenario	Changes
COW	4086	3993	-93
PIG	2438	2604	166
GOAT	2329	1575	-753
SHEEP	2898	1771	-1127
CHICK	28948	25674	-3275

Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Tabelle 16: Prozentualer Anteil der Intensitätsstufen des Ackerbaus für das Basisjahr und das Szenario „50% Familienarbeitskraft“ (Ceará und Piauí)

	SIMPLE	TRACTOR	MODERN	IRRLOW	IRRHIGH
BASE YEAR	22.5 %	47.7 %	24.7 %	3.0 %	2.2 %
SCENARIO	14.2 %	54.4 %	25.5 %	3.4 %	2.5 %
CHANGES	-8.3 %	6.7 %	0.8 %	0.4 %	0.3 %

Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

Trotz halber Verfügbarkeit an Familienarbeitskraft können die Kleinbetriebe teilweise ihr Bareinkommen steigern (vgl. Abb. 22)! Selbstverständlich ist dabei zu berücksichtigen, dass bei diesem Interventionsszenario auch 50% weniger Familienarbeitskräfte ihre Subsistenz aus der landwirtschaftlichen Produktion bestreiten.

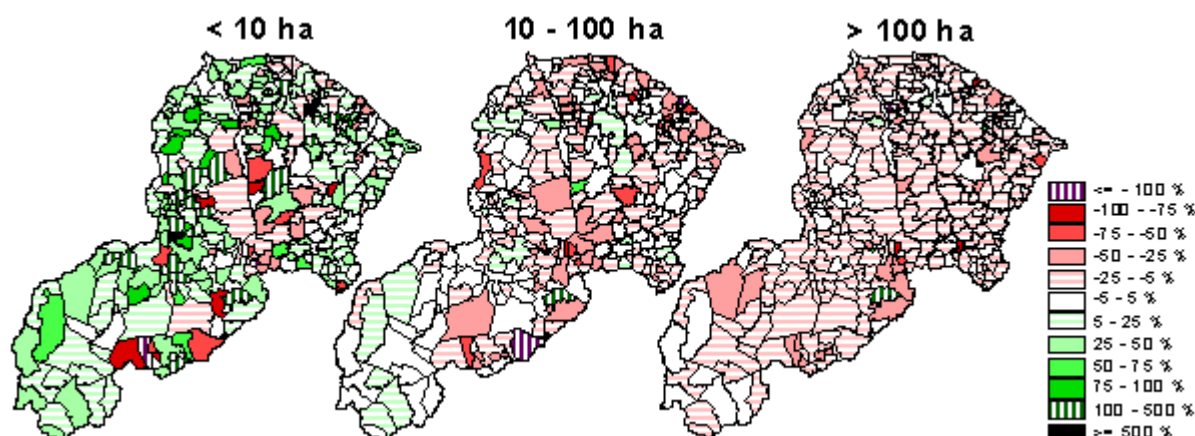


Abb. 22: Prozentuale Änderung des jährlichen Bareinkommens für das Szenario „50% Familienarbeitskraft“. Quelle: Berechnungen des Modells RASMO auf Grundlage der in Tabelle 1 genannten Quellen

2.4 Diskussion

Unter den herrschenden Rahmenbedingungen stellt die Landwirtschaft keine nachhaltige Lebensgrundlage für alle zur Zeit lebenden Menschen im ländlichen Raum dar! Vor allem der Ackerbau, der für die Kleinbetriebe bedeutender ist als die Viehhaltung, zeigt eine hohe Vulnerabilität gegenüber dürrebedingten erniedrigten Erträgen und einer verminderten Wasserverfügbarkeit.

Wie bereits dargelegt, konzentriert sich die Arbeitskraft in Kleinbetrieben. Diese ist die meiste Zeit des Jahres unterbeschäftigt ist, wobei – trotz hoher Saisonalität des Arbeitszeitbedarfes – bei den Kleinbetrieben zu keiner Zeit restriktiver Arbeitskräftemangel entsteht. Die ländlichen Familien verwenden einen beträchtlichen Teil der landwirtschaftlichen Produktion für ihre Subsistenz. Das Interventionsszenario „50% Familienarbeitskraft“ (s.o.) zeigt, dass sich die Allokation der Produktionsfaktoren nicht im Pareto Optimum befinden. Der landwirtschaftliche Sektor fungiert als „menschliches Auffangbecken“. Eine wichtige Aufgabe des Agrarsektors besteht in der (kargen) Ernährung der Menschen, die in ihm arbeiten. Ob eine Agrarreform diese Situation entschärfen kann, kann erst geklärt werden, wenn der betriebsgrößenspezifische Anteil an den Bodenklassen und an den feuchten Gunststandorten näher untersucht wird. Es stellt sich die Frage, ob nicht die intensiv nutzbaren Standorte vorwiegend von Kleinbetrieben genutzt werden, so dass eine Landumverteilung wenig bewirken würde.

Die Analyse des Agrarsektors im Basisjahr hat gezeigt, dass dieser ökologisch sensible Raum sehr stark landwirtschaftlich genutzt ist. Die Simulation eines Dürrejahres belegte, dass die Subsistenz der landwirtschaftlichen Arbeiter unter diesen Rahmenbedingungen nicht gewährleistet ist, so dass Unterernährung, Migration oder Hilfe durch den Staat („cestas básicas“) die zwingende Folge sind. Als eine der vulnerabelsten Gruppen sind die saisonalen Arbeitskräfte einzuschätzen, da ihr auf wenige Monate beschränkter Lohn in Dürre Jahren völlig entfällt.

Als vorläufiges Fazit lässt sich sagen, dass unter den gegebenen ökologischen Bedingungen die derzeitige landwirtschaftliche Nutzung nicht nachhaltig ist. Eine Intensivierung durch einen Technologiesprung bzw. einer erhöhten Kapitalverfügbarkeit würde zwar die Produktion steigern und – in Verbindung mit Lagerhaltung - die Vulnerabilität hinsichtlich dürrebedingter Produktionsausfälle vermindern, es würde aber die Schieflage, dass zu viele Menschen im Agrarsektor beschäftigt sind, im Falle einer Mechanisierung noch weiter verschärfen. Es ist die Meinung des Autors, dass nur die Migration bzw. die Beschäftigung eines großen Teiles der im landwirtschaftlichen Sektor beschäftigten Menschen in nicht-landwirtschaftlichen Sektoren (Industrie und Dienstleistung), nachhaltige Entwicklungspfade in Ceará und Piauí ermöglicht.

2.5 Zusammenarbeit mit anderen Teilprojekten und brasilianischen Wissenschaftlern

Tabelle 17 gibt einen Überblick über die wichtigsten Schnittstellen zu anderen Fachbereichen:

Tabelle 17: Übersicht über die wichtigsten Schnittstellen zu anderen Fachbereichen

Input	
Klima	<ul style="list-style-type: none"> Niederschlagsverhältnisse für agrarökologische Zonen und Referenzjahre (Diese Daten gehen über die Erträge der AG Agrarökosysteme in das Modell ein)
Agrarökosysteme	<ul style="list-style-type: none"> Anteile von 5 Bodenklassen an der gesamten Ackerfläche (%) Potentiell bewässerbare Fläche pro Gemeinde (%) Erträge des Ackerbaus für 5 Bodenklassen und 5 Intensitätsniveaus
Ökonomie, einzelbetriebliche Ebene	<ul style="list-style-type: none"> Futterwerte für verschiedene Futtermittel (Futterwertanalyse von Proben aus Tauá)
Soziokulturelle Analysen	<ul style="list-style-type: none"> Zuordnung Gemeinden <> Szenarioregionen
Output	
Integriertes Modell	<ul style="list-style-type: none"> Komplette Modellstruktur mit Ergebnissen: Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe, Umfänge der Produktionsverfahren, Auslastung der Familienarbeitskraft, Wert der für die Subsistenz benötigten Produkte vs. Verkauf, Wasserbedarf des Agrarsektors etc.
Soziokulturelle Analysen	<ul style="list-style-type: none"> Einkommen landwirtschaftlicher Betriebe Zuordnung Gemeinden <> agrarökologische Zonen
Landschafts-ökologie	<ul style="list-style-type: none"> Bedarf der Produktionsverfahren des Ackerbaus an landwirtschaftlichen Inputs, Traktorstunden und Bewässerungswasser für 14 Kulturen und 5 Intensitätsniveaus Produzentenpreise für landwirtschaftliche Produkte Betriebsmittelpreise Deckungsbeiträge der Produktionsverfahren des Ackerbaus für 4 agrarökologische Regionen, 5 Intensitätsstufen und 5 Bodenklassen

Die Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Francisco de Assis Veloso Filho (Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí – UFPI), der während der ersten Hauptphase seine Doktorarbeit zum Thema Regionalplanung und Strukturwandel landwirtschaftlicher Betriebe schrieb, bestand in erster Linie in Fachgesprächen zu diesem Thema. Prof. Veloso arrangierte zahlreiche Treffen mit Schlüsselpersonen. Für das Vorhaben äußerst wertvoll war die fruchtbare Zusammenarbeit bei einer gemeinsamen Primärerhebung mit Herr Fábio Carvalho im September/Oktober 1999, einem Stipendiaten von Prof. Veloso. Ferner wurden zwei Stipendiaten von Herrn Prof. Veloso in ein Geographisches Informationssystem eingearbeitet. Senhor Dr. Hoston Tomás Santos do Nascimento von der „Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)“ in Teresina lieferte wesentliche Daten im Bereich der Viehhaltung. Er wurde nicht durch das CNPq finanziell gefördert und es bestand mit ihm für die erste Projektphase kein offizielles Partnerschaftsabkommen. Da sich in der ersten WAVES-Hauptphase weder auf deutscher noch auf brasilianischer Seite eine Arbeitsgruppe hauptsächlich mit der Tierhaltung befasste, waren seine Experteneinschätzungen von hohem Wert.

2.6 Bibliographie

2.6.1 Eigene Publikationen

- Gaese, H. (1997). Protecionismo, mercados de fatores de produção e retorno à economia de mercado na América Latina, in: Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI): Brasil e Alemanha: A construção do Futuro (Hrsg. L.A. Moniz Bandeira, S. Pinheiro Guimarães, Brasília.
- Gaese, H. (1996). Sektorale und räumliche Wirkungen des Technischen Fortschritts: Aspekte der Agrarentwicklung am Beispiel Brasiliens, in: Entwicklungsländerbezogene Forschung - Standortgerechte Technologien für den ländlichen Raum, Hrsg. FH Köln, Inst. für Tropentechnologie, Köln 1996.
- Gaese, H. (1996). Standorte und Diversität landwirtschaftlicher Betriebssysteme in Nordost-Brasilien, in ABP, Schriftenreihe des Zentrums Portugiesischsprachige Welt an der Universität zu Köln, 1/1996, IKO-Verlag.
- Gaese, H. (1994). Ursachen und Entwicklung regionaler Disparitäten im Agrarsektor Brasiliens, in: ABP, Schriftenreihe des Zentrums Portugiesischsprachige Welt an der Universität zu Köln, IKO-Verlag.
- Hinterthür, H. & Gaese, H. (1999). Die Berücksichtigung des Produktionsfaktors Arbeit in einem Agrarsektormodell für einen bevölkerungsreichen semiariden Raum in Entwicklung: das Beispiel Nordost-Brasilien. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Heft 133, S. 99-105.

2.6.2 Zitierte Literatur

- Beltrão, V. & Lamour, C. (1985). Uso atual e potencial dos solos do Nordeste. SUDENE. Projeto Nordeste, 6. Recife.
- Britz, Wolfgang (1998). Vorlesungsskript „Methoden quantitativer Politikinformationssysteme“. http://www.agp.uni-bonn.de/agpo/courses/infmet_d.htm. Universität Bonn.
- Brühl, Dieter (1994). A terra era nossa vida: Armut und Familien in Nordostbrasilien. Frankfurt a.M. (Verlag für Interkulturelle Kommunikation).
- Food and Agriculture Organization 1996: Brazil Food Balance Sheet. <http://www.fao.org>
- Fundação Getulio Vargas, <http://fgvdados.fgv.br>. Rio de Janeiro
- Hazell, P. B.R. and R.D. Norton (1986). Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. New York (MacMillan Publishing Company).
- Hees, Wolfgang (1996). Grundlos für Großgrund - Die unendliche Geschichte der Agrarreform. In: Blätter des IZ3W. Heft 215, S. 9-11.
- Howitt, R. (1995). Positive Mathematical Programming. In: Amer.J.Agr.Econ, 77(2), pp.329-42.
- IBGE (1996). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1996. Rio de Janeiro.
- IBGE (1998). Censo Agropecuário 1995/96. Rio de Janeiro.
- IBGE: (1996). Estudo Nacional da Despesa Familiar. Rio de Janeiro.
- Legel, S. (Hrsg.) (1990). Nutztiere der Tropen und Subtropen. Leipzig (Hirzel Verlag).
- SUDENE/PAPP - Projeto PNUD/SUDENE/Banco Mundial - CPATSA (1990). Coeficientes técnicos para pecuária e a agricultura do Nordeste. SUDENE, Vol. 1-3. Recife.
- Tavares, Ricardo (1995). Land a. democracy: Reconsidering the agrarian Question. In: Nacla. Report on the americas. New York. Vol. 6, pp. 23-30.
- Veloso, Francisco (1999). Planejamento regional e transformação de agricultura tradicional – Lições da experiência no estado do Piauí. Tese de Doutorado. São Paulo.

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

Die ursprüngliche Planung konnte zum größten Teil umgesetzt werden. Durch die Erfordernisse der Integrierten Modellierung (Bereitstellung vieler ökonomischer Kenngrößen auf der Basis aller Gemeinden) und die schlechte Datenlage wurde ein großer Teil der Arbeitszeit für die Programmierung des Agrarsektormodells und die Beschaffung, Bewertung und adäquaten Integration benötigter Daten in das Modell, verwendet. So konnte das ursprünglich im Antrag genannte Ziel „Ableitung von möglichen Entwicklungspfaden“, was weitgehend der Entwicklung der WAVES-Szenarien und deren Simulation entspricht, bis jetzt nur teilweise verwirklicht werden.

Zudem wurde deutlich, dass die realitätsnahe Abbildung des gesamten Agrarsektors in seiner regionalen und betriebstypenspezifischen Differenzierung eine Komplexität der Darstellung erfordern, die die Zeit- bzw. Personalmittel schnell erschöpfen. So muss für eine realitätsnahe Berechnung der WAVES-Szenarien das Marktgleichgewicht (z.B. Erfassung der Nachfrageseite, modellinterne freie Preisbildung) und die Abbildung der Wirkung agrarpolitischer Instrumente auf den Agrarsektor Berücksichtigung finden. Die Preise von Agrarprodukten sollten modellintern ermittelt werden, damit sie preiselastisch auf ein verändertes Angebot von bzw. Nachfrage nach Agrarprodukten reagieren.

Hinsichtlich der Bodengüte der Ackerflächen ist bisher nur die räumliche Verteilung der Bodenklassen für die Gemeinden bekannt, für die Ackerfläche wird – in grober Vereinfachung - die gleiche Verteilung angenommen mit der Ausnahme, dass die nicht landwirtschaftlich nutzbaren Flächen herausgerechnet werden. Zudem stellt sich die Frage, ob die für die meisten Kulturen „guten“ Böden im Besitz z.B. der Großbetriebe sind oder ob eine in Bezug auf Betriebsgröße bzw. Rechtsstatus unabhängige Bodengüteverteilung angenommen werden kann.

Zudem differenziert der Agrarsensus die Ackerflächen hinsichtlich der Wasserverfügbarkeit nur in bewässert bzw. nicht bewässert. Es gibt aber feuchte Ausnahmestandorte wie die „Baixo“-Flächen (feuchte Niederungen) und die „Vazante“-Flächen (temporär überflutete Flächen), die für die Agrarproduktion vor allem im semiariden Raum von großer Bedeutung sind, da sie den Anbau von Kulturen mit hohem Wasserbedarf wie Zuckerrohr und Futtergras (capim elefante) ohne Zusatzbewässerung ermöglichen.

Die Tierhaltung war in der ersten Hauptphase des Projektes ein „Stiefkind“, da eine entsprechende Arbeitsgruppe fehlte. Daher konnten die Koeffizienten für die Tierhaltung nicht in regionaler Differenzierung und für unterschiedliche Niederschlagsregime formuliert werden.

RASMO betrachtet die Subsistenz der Familienarbeitskräfte und der Saisonarbeiter. Welche Rolle die übrigen Familienmitglieder, die ihre Arbeitskraft nicht dem landwirtschaftlichen Betrieb zur Verfügung stellen, in Hinsicht auf die Subsistenz spielen, ist noch nicht untersucht. Auch die Wichtigkeit der „cestas básicas“, der staatlichen Lebensmittelhilfe in Dürrezeiten, bedarf einer tiefergehenden Untersuchung.

Obwohl RASMO durch die Methode der „Positive Mathematical Programming“ auf das Basisjahr kalibriert wird und somit auch nicht ökonomische Ziele wie Risikovermeidung impliziert sind, wäre es angebrachter, Risiko explizit z.B. durch „Strafaktionen“ in der Zielfunktion zu integrieren. Bestimmte Produktionsverfahren des Ackerbaus weisen im Modell hohe Deckungsbeiträge auf, die nur unter bestimmten Voraussetzungen in der Realität erwirtschaftet werden können (ausreichende Niederschläge, gute Management-Kenntnisse des Betriebsleiters, kein Schädlingsbefall). In der Realität gibt es aber z.B. beim Tomatenanbau eine hohe Risikoaversion der Landwirte, da - bei hohen Kosten – die von der Arbeitsgruppe „Agrarökosysteme“ errechneten Erträge aufgrund vieler Faktoren fraglich sind. Hierzu zählen Ertragsdepressionen durch ausbleibende Niederschläge, Fehler im Management und Schädlingsbefall (z.B. durch „Mosca Branca“). Ein anderes Beispiel: Die Rechnungen von RASMO bewerten das Produkti-

onsverfahren „Rinder“ im Basisjahr als ökonomisch vorzüglich gegenüber „Schafen“ und „Ziegen“. Dabei missachtet RASMO die Dürre-resistenz von Schafen und Ziegen, diese also aufgrund der Risikoaversion gegenüber der Dürre trotz niedrigeren Deckungsbeiträgen gehalten werden. Diese Erwägungen sollen u.a. in der zweiten Projektphase berücksichtigt 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.