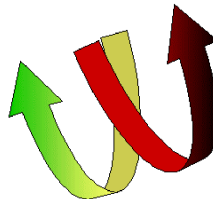


WASSERVERFÜGBARKEIT SOWIE ÖKOLOGISCHE, KLIMATISCHE UND SOZIOÖKONOMISCHE WECHSELWIRKUNGEN IM SEMIARIDEN NORDOSTEN BRASILIENS



WAVES

Verbundprojekt WAVES Statusbericht der ersten Hauptphase

Teilprojektübergreifende Arbeitsgruppe Szenarien Szenarien der zukünftigen Entwicklung in Piauí und Ceará

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.1997 - 31.07.2000

Berichtszeitraum: 01.08.1997 - 31.12.1999

Bearbeitung: Dr. Petra Döll
Dipl. Ing. Dagmar Fuhr
Dipl. Ing. Joachim Herfort
Dipl. Ing. Annekathrin Jaeger
Dipl. Ing. Andreas Printz
Dr. Susanne Voerkelius

15.2.2000

1 Einleitung	2
2 Was sind Szenarien?	2
3 Qualitative Referenzszenarien	3
3.1 Referenzszenarien A und B	3
3.1.1 Szenario A: Küstenboom und Cash Crops (Globalisierung)	4
3.1.1.1 Grundannahmen	4
3.1.1.2 Die Entwicklung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten	5
3.1.2 Szenario B : Integrierte ländliche Entwicklung (Dezentralisierung)	8
3.1.2.1 Grundannahmen	8
3.1.2.2 Die Entwicklung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten	8
3.1.3 Preisentwicklung von landwirtschaftlichen Produkten	11
3.2 Referenzszenario P: Bisherige Ergebnisse der Szenariogruppe Teresina	12
4 Einbindung der Szenarien für Piauí und Ceará in größerskalige Szenarien	14
5 Quantifizierung der treibenden Kräfte der Referenzszenarien A und B	16
5.1 Klimagrößen (Niederschlag, Temperatur, Einstrahlung, Luftfeuchte)	16
5.2 Bevölkerung	18
5.3 Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt	22
5.4 Urbanisierung	25
5.5 Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen	26
5.6 Potentiell für den Ackerbau verfügbare Flächen	28
5.7 Bewässerungsflächen	29
5.8 Betriebsgrößen	30
6 Interventionsszenarien	32
6.1 Verstärkte Ausdehnung der öffentlichen Wasserversorgung	32
7 Quantitative Indikatoren zur Beschreibung der zukünftigen Situation	33
7.1 Wasserknappheitsindex Verhältnis von Wassernutzung zu Wasserverfügbarkeit	33
8 Ausgewählte Modellergebnisse	34
8.1 Referenzszenarien	34
8.2 Interventionsszenarien	35
9 Schlussfolgerungen und Ausblick	36
10 Zitierte Literatur	37
11 Anhang	38

Zusammenfassung / Summary

Die Erstellung von Szenarien der zukünftigen Entwicklung ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Erarbeitung nachhaltiger Entwicklungspfade für Piauí und Ceará. Im Rahmen einer teilprojektübergreifenden Arbeitsgruppe Szenarien wurden, in Absprache mit den brasilianischen Partnern, zunächst qualitative Referenzszenarien bis zum Jahre 2025 entwickelt. Dann wurden die wichtigsten treibenden Kräfte zweier Referenzszenarien („Küstenboom und Cash Crops — Globalisierung“ und „Integrierte ländliche Entwicklung — Dezentralisierung“) quantifiziert, so dass sie als Eingabegrößen für die verschiedenen Modelle des WAVES-Programms verwendet werden können. Dabei wurde die historische Entwicklung der treibenden Kräfte berücksichtigt, und es wurde auf eine stimmige Einbindung in globale Szenarien geachtet. Des Weiteren wurde beispielhaft ein Interventionsszenario erstellt, das die Auswirkungen einer bestimmten Maßnahme zeigt. Beispielhaft wird ein Wasserknappeitsindex definiert und unter Verwendung der großskaligen Modelle der Wassernutzung und der Wasserverfügbarkeit für die heutigen Bedingungen sowie für die Referenz- und Interventionsszenarien berechnet.

Scenario construction is an important tool for identifying sustainable development paths for Piauí and Ceará. The cross-cutting working group „Scenarios“, in dialogue with the Brazilian partners, first developed qualitative reference scenarios up to the year 2025. Then, the most important driving forces of two reference scenarios („Coastal Boom and Cash Crops – Globalization“ and „Integrated Rural Development – Decentralization“) were quantified such that they could serve as input to the various models used in the WAVES program. The quantification was based on the historic development of the driving forces, and took into account global scenarios. Furthermore, an intervention scenario showing the impact of a certain measure was developed. Just as an example, a water scarcity index was defined, and its values for today and the reference and intervention scenarios were computed using the large-scale models of water use and water availability.

1 Einleitung

Die Erstellung von Szenarien ist die Methode der Wahl, um nachhaltige Entwicklungspfade zu identifizieren. Daher ist die Erarbeitung von Szenarien der zukünftigen Entwicklung in Piauí und Ceará eine zentrale Aufgabe im WAVES-Programm. Sie bedarf der interdisziplinären Zusammenarbeit, und bildet eben dadurch auch den Anlass für eine „echte“ interdisziplinäre Kommunikation (Minx et al., 1993).

Nach einem WAVES-Workshop im Kassel im November 1998, bei dem erste qualitative Referenzszenarien erarbeitet wurden, bildete sich die teilprojektübergreifende Arbeitsgruppe Szenarien, an der sich sieben Personen beteiligten. Die AG entwickelte die qualitativen Referenzszenarien weiter, über die dann mit den brasilianischen Partnern diskutiert wurde. Danach quantifizierte die AG Szenarien die treibenden Kräfte der Szenarien (abgesehen vom Klima). Die treibenden Kräfte dienten als Eingabe der verschiedenen Modelle, die im WAVES-Programm verwendet werden.

Im WAVES-Programm wurden insgesamt drei qualitative Referenzszenarien entwickelt (Kapitel 3). Im Kapitel 4 wird die Einbindung der Szenarien in globale Szenarien diskutiert. Zwei der Referenzszenarien wurden quantifiziert, d.h. es wurden quantitative Annahmen über ihre treibenden Kräfte getroffen (Kapitel 5), auf deren Grundlage mit Hilfe der im WAVES-Programm eingesetzten Modelle beispielhaft ein Wasserknappheitsindex (Kapitel 7 und 8) berechnet wurden (Kapitel 7 und 8). Dabei wurde auf eine konsistente Einbindung der Szenarien für Piauí und Ceará in globale Szenarien geachtet (Kapitel 4). Die beiden quantitativen Referenzszenarien umfassen den Zeitraum zwischen 1996 (Basisjahr) und 2025. Des Weiteren wurde beispielhaft ein Interventionsszenario entwickelt, das auf den quantitativen Referenzszenarien aufbaut (Kapitel 6) und die Auswirkung bestimmter Maßnahmen aufzeigt (Kapitel 9) Im Anhang A sind wichtigsten Basisdaten, die den Ist-Zustand im Untersuchungsgebiet widerspiegeln und als Grundlage für die Szenarioerstellung dienen, zusammengestellt.

2 Was sind Szenarien?

Szenarien sind plausible und widerspruchsfreie Bilder möglicher Zukünfte. Sie sind keine Prognosen, sondern beantworten die Frage „Was wäre wenn?“. Viele physische Systeme und wohl alle sozialen und ökonomischen Systeme sind so unzureichend verstanden, dass es nicht möglich ist, Prognosen des Systemverhaltens zu machen. Die Entwicklung solcher komplexer Systeme kann mit Hilfe von Szenarien besser verstanden werden. Szenarien helfen, die Konsequenzen menschlichen Handelns für die Zukunft abzuschätzen, was sie zu einem planerischen Hilfsmittel macht.

Ein aussagekräftiges Szenario zeigt viele Aspekte und Komponenten des betrachteten Systems (gesellschaftliche, naturräumliche, technologische) und berücksichtigt insbesondere deren Interdependenzen. Es ist sinnvoll, immer mehrere Szenarien vergleichend zu betrachten. Szenarien, die aus wissenschaftlichen Analysen entstehen, verbinden qualitatives Wissen mit quantitativer Modellierung. Sie sind auf einem Satz konsistenter und reproduzierbarer Annahmen über Systembeziehungen und -entwicklungen basiert, der sich auf das Wissen über die Systembeziehungen sowie auf historische Entwicklungen stützt. Ein Szenario bezieht sich nicht nur auf einen bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft, sondern berücksichtigt auch die zeitliche Entwicklung bis dahin.

Bisweilen wird unter dem Begriff „Szenario“ nicht das Gesamtbild einer möglichen Zukunft verstanden, sondern lediglich die Annahmen und treibenden Kräfte, die als Eingabegrößen für die bei der Szenarioerstellung verwendeten Modelle benötigt werden. Typische Beispiele für solche

Eingabegrößen sind die Bevölkerung und das Bruttoinlandsprodukt. Wir verwenden hier den Begriff „Szenario“ in seiner umfassenden Bedeutung, die die angenommenen treibenden Kräfte der Entwicklung und die über Modelle berechneten Größen einschließt. So beinhaltet ein WAVES-Szenario z.B. sowohl Annahmen zur zukünftigen Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts als auch die sich durch Modellierung berechnete industrielle Wassernutzung.

Als **Referenzszenarien** werden hier die Szenarien bezeichnet, in denen keine Maßnahmen angenommen werden, die explizit eine nachhaltige Entwicklung des Untersuchungsgebiets zum Ziel haben. Insbesondere sind damit solche Maßnahmen gemeint, die speziell in den vom WAVES-Projekt bearbeiteten Bereichen Wassermanagement, landwirtschaftliche Produktion und Migration durchgeführt werden könnten

Solche Referenzszenarien werden benötigt, um die Auswirkungen von konkreten Maßnahmen, welche in den sogenannten **Interventionsszenarien** simuliert werden, abschätzen zu können. Bei einem Interventionsszenario wird eine Maßnahme oder ein Maßnahmenpaket innerhalb des entsprechenden Referenzszenarios durchgeführt. So kann z.B. die Wirkung spezieller landwirtschaftlicher Subventionen für kleinbäuerliche Betriebe auf die Produktion und damit auf die Einkommen abgeschätzt werden — vor dem Hintergrund des entsprechenden Referenzszenarios mit den darin gegebenen sozioökonomischen, klimatischen und anderen Rahmenbedingungen. Die Modellierung derselben Intervention bei verschiedenen Referenzszenarien zeigt auf, wie abhängig die Wirkung dieser Intervention von den Rahmenbedingungen ist.

3 Qualitative Referenzszenarien

Im WAVES-Programm wurden zwei qualitative Referenzszenarien (RS) entwickelt, die jeweils unterschiedliche gesellschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten im Untersuchungsgebiet, aber auch global, widerspiegeln (RS A und B). Keines der beiden Referenzszenarien wird als wahrscheinlicher betrachtet als das andere. Des weiteren wurde für Piauí ein qualitatives Szenario erstellt, das eine Entwicklung wiedergibt, die von einer Gruppe von ExpertInnen aus Teresina (Piauí) als wahrscheinlich betrachtet wird (RS P). Die qualitativen Referenzszenarien A und B wurden im Rahmen des Workshops in Fortaleza im April 99 sowie bei anderen Treffen mit brasilianischen Projektpartnern diskutiert. Nur die Referenzszenarien A und B wurden im weiteren Verlauf der Arbeiten quantifiziert, und nur sie wurden als Basis für Interventionsszenarien verwendet.

3.1 Referenzszenarien A und B

RS A und B gemeinsam ist die Einteilung des Untersuchungsgebiets Piauí und Ceará in acht Szenarioregionen, die sich in Hinblick auf die Entwicklung der treibenden Kräfte voneinander unterscheiden (Abb. 1):

1. Teresina
2. Großraum Fortaleza und Pecém
3. Küstenregion
4. Süden von Piauí
5. Gebiete mit (vergleichsweise) großen potentiellen Wasserressourcen in Ceará
6. Gebiete mit (vergleichsweise) großen potentiellen Wasserressourcen in Piauí
7. Gebiete mit (vergleichsweise) geringen potentiellen Wasserressourcen in Ceará
8. Gebiete mit (vergleichsweise) geringen potentiellen Wasserressourcen in Piauí

Die Einteilung der beiden Bundesstaaten in der Szenarioregionen geschah unter folgenden Aspekten:

- ähnliche (agrar)ökonomische Bedingungen
- administrative Grenzen
- naturräumliche Bedingungen (sedimentärer vs. kristalliner Untergrund, Lage innerhalb des Einzugsgebiets, Niederschlag)

Dabei wurden für die Zuweisung bestimmter Kriterien jeweils die Kriterien gewählt, die für die zukünftige Entwicklung der Gebiete dominant erscheinen.

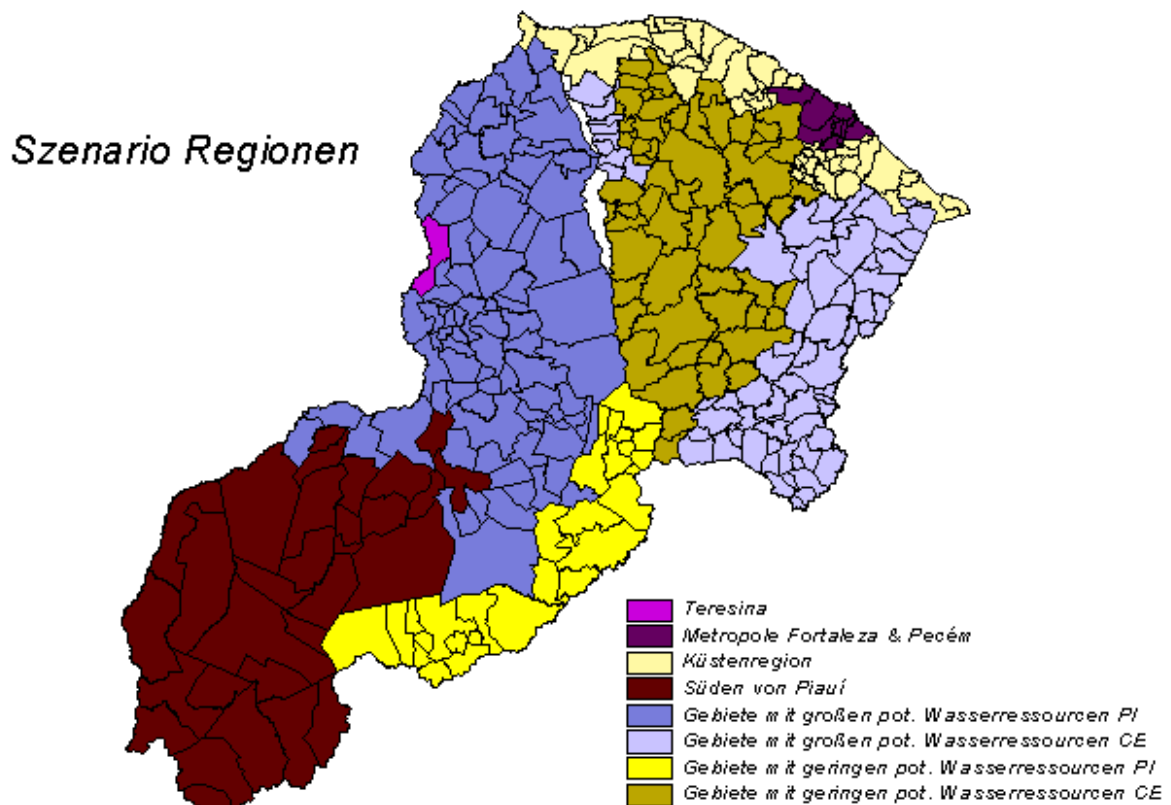


Abb. 1: Aufteilung des Untersuchungsgebietes in acht Szenarioregionen.

3.1.1 Szenario A: Küstenboom und Cash Crops (Globalisierung)

3.1.1.1 Grundannahmen

Bei Szenario A vollzieht sich die gesellschaftliche Entwicklung, ökonomisch-technologisch ausgerichtet, in einer Welt der Globalisierung der Wirtschaft mit freien Märkten und des wachsenden Wohlstands. Diese Welt ist gekennzeichnet durch zunehmenden Individualismus und Materialismus. Innovationen nicht nur auf technologischen Gebieten verbreiten sich schnell global. Die Unterschiede zwischen reichen und armen Regionen nehmen ab, soweit die natürlichen Ressourcen die Entwicklung nicht behindern. Das Bewusstsein gegenüber der Umwelt ist a priori nicht vorhanden, verbessert sich aber, wenn Umweltauswirkungen für die wirtschaftlichen Aktivitäten bedeutend werden. Unter solchen Bedingungen ist es interessant, sich ressourcensparenden Produktionsmethoden zuzuwenden.

Die Umsetzung dieser Entwicklungsrichtung führt in den Bundesländern Ceará und Piauí zu einer starken wirtschaftlichen Entwicklung und zu stark ansteigendem Tourismus in der Küstenregion. Das Hauptzentrum der Entwicklung liegt eindeutig in den Küstenstädten. Am wesentlichsten profitiert der Großraum Fortaleza von dieser Entwicklung. Deshalb machen sich auch hier am stärksten die Nachteile schnell wachsender Städte bemerkbar. Diese zeigen sich in verhältnismäßig zu langsamem Ausbau der Infrastruktur (z.B. Wasserversorgung) und dem Wachsen von Favelas in den Randgebieten der Stadt. Teresina zeigt aufgrund der ungünstigen Lage nur eine gemäßigte Entwicklung.

Im Hinterland wird, wo es die naturräumlichen Gegebenheiten zulassen (wasserreiche Gebiete), die marktorientierte Landwirtschaft mit Anbau von Cash Crops bestimmend. Die Subsistenzlandwirtschaft ist hier auf schnellem Rückzug. Im Süden von Piauí wird kommerzielle Viehwirtschaft betrieben.

3.1.1.2 Die Entwicklung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten

Großraum Fortaleza und Pecém

Die Region um Fortaleza erfährt eine starke Entwicklung. Besonders der industrielle Sektor profitiert vom freien Weltmarkt und der relativen Nähe zu den Absatzmärkten. Die positive Einstellung der Politik gegenüber der Globalisierung stützt die Entwicklung in dieser Region.

Neue, Ressourcen sparende Industrien werden aufgebaut (z.B. in Pecém), ältere Industrien im Ballungsgebiet von Fortaleza werden allmählich modernisiert. Diese Entwicklung führt zu einem starken Anstieg der Beschäftigten in der Industrie. Die Infrastruktur zeigt deutliche Verbesserungen (Straßen, Hafen und Wasserversorgung). Der Bereich der Bildung profitiert von dieser Entwicklung. Den Erfordernissen nach gut qualifizierten Angestellten wird Rechnung getragen.

In dieser Region steigt der Tourismus leicht an und ist auf die attraktivsten Küstenstandorte beschränkt. Der Tourismus hat einen luxuriösen Charakter mit hohem Ressourcen Verbrauch.

Der Dienstleistungssektor expandiert bedeutend und profitiert von der steigenden Nachfrage, die sich aus dem Wachstum vieler wirtschaftlicher Sektoren dieser Region und aufgrund der zentralen Position ergibt. So wird z. B. der Anstieg des Tourismus in der Küstenregion in Fortaleza Serviceleistungen nach sich ziehen. Als Ergebnis des Wachstums in den unterschiedlichen Bereichen kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Aktivitäten des Bankwesens und des Handels.

Aus dem Bereich der Landwirtschaft werden nahezu alle existierenden Subsistenzbetriebe verschwinden und durch kleine aber intensiv wirtschaftende Betriebe ersetzt werden. Bei dieser Entwicklung ist die mittlere Größe und der Besitz der landwirtschaftlichen Unternehmen nahezu unverändert.

Für die Bevölkerung wird aufgrund der beschriebenen Entwicklungen die Attraktivität der urbanen Räume in diesem Gebiet deutlich erhöht. Das Bevölkerungswachstum bleibt auf dem bestehenden Niveau. Viele Immigranten kommen in der Hoffnung, auf dem industriellen oder dem Dienstleistungsbereich Arbeit zu finden aber ihre Erwartungen werden nicht erfüllt werden. Die bestehenden Favelas werden sich ausdehnen. Der informelle Teil des Dienstleistungsbereiches wird stark expandieren.

Insgesamt wird das mittlere Einkommen steigen. Die Einkommensgleichverteilung wird jedoch abnehmen aufgrund der großen Anzahl von Arbeitslosen und von Billiglohn-Arbeitern insbesondere im Servicesektor.

Der Küstenbereich

Der Küstenbereich zieht viele international Reisende an aufgrund der groß angelegten Entwicklung verschiedener Standorte für den luxuriösen Tourismus. Die Entwicklung der touristischen Standorte wird durch die verbesserte Infrastruktur (Flughäfen, Küstenautobahn, usw.) gefördert. Die Infrastrukturmaßnahmen beinhalten insbesondere moderne Wasserversorgungssysteme. Die Institutionen können problemlos den Tourismusaufschwung fördern und managen, da es eine moderne Infrastruktur gibt und Angestellte mit guter Ausbildung verfügbar sind (z.B. Sprachausbildung) .

In den größeren Städten (Parnaíba) wird eine industrielle Entwicklung stattfinden, wenn auch in kleinerem Umfang als im Bereich von Fortaleza. Darüber hinaus werden Handwerksbetriebe entstehen und eine Lebensmittel verarbeitende Industrie aufgebaut, die die regional produzierten landwirtschaftlichen Erzeugnisse verarbeitet. Alle Industriestandorte verwenden moderne, „low-input“ Technologien.

Die landwirtschaftlichen Flächen werden intensiv bewirtschaftet (Bewässerung / Düngung) und die Produktion hat sich hauptsächlich auf den luxusorientierten, touristischen, regionalen Markt eingestellt. Die Betriebsgröße wird leicht ansteigen. Die Entwicklung wird durch eine verbesserte Wasserinfrastruktur gefördert.

Der (formelle) Dienstleistungssektor steigt als Folge des boomenden Tourismus und der industriellen Aktivität. Der Teil des nicht am Tourismus orientierten Dienstleistungssektors wie der Handel und das Bankwesen wächst gleichermaßen.

Durch diesen rasanten Fortschritt wird die Region zu einem Zielort für Immigranten. Hierdurch wird die Bevölkerung stark anwachsen. Der Grad der Urbanisierung ist zunehmend.

Die durch die Wirtschaft neu entstandenen Arbeitsplätze reichen nicht aus, um der großen Zahl der Arbeitssuchenden gerecht zu werden. Dies führt zu einer wachsenden Anzahl von Menschen, die am Rand der Gesellschaft leben und die versuchen, ihren Lebensunterhalt durch Dienstleistungen auf dem informellen Sektor zu verdienen.

Die Einkommensentwicklung dieser Region ist positiv, wenngleich sie durch die große Zahl der Zuwanderer gedämpft wird. Diese Entwicklung resultiert in einer wachsenden Ungleichverteilung der Einkommen.

Teresina

Es wird angenommen, dass in Teresina nur eine gemäßigte Entwicklung stattfindet. Gründe hierfür sind die ungünstigen klimatischen Bedingungen und die weite Entfernung bis an die Küste und somit der fehlende Anschluss an globale Märkte. Hierdurch kann Teresina nur in geringem Umfang vom globalen Wachstum profitieren.

Vorhandene Trends bestehen weiter in die Zukunft und resultieren in einer gemäßigten Bevölkerungszunahme, einer steigenden Urbanisierung, einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion (z.B. durch Bewässerung) und dem Anwachsen des Dienstleistungssektors. Die Industrie wächst nur wenig. Tourismus kann sich in Teresina nicht entwickeln.

Gebiet mit (vergleichsweise) großen potentiellen Wasserressourcen

Die Entwicklung dieser Region ist gekennzeichnet durch eine marktorientierte Landwirtschaft (Cash Crops). Diese Entwicklung ist möglich aufgrund der positiven Entwicklungen auf dem Weltmarkt und der gut ausgebauten Infrastruktur.

Die Anbindung und Erreichbarkeit der Weltmärkte ist aufgrund der guten Transportmöglichkeiten sowie der bestehenden und neu ausgebauten Häfen gegeben. Die Produktionsbedingungen werden insbesondere durch eine gut ausgebaute Wasserversorgungsstruktur verbessert. Wesentlicher Bestandteil der Versorgungsstruktur ist die Wasserverfügbarkeit für die Landwirtschaft durch die Entwicklung von Wasserspeichermöglichkeiten und von Bewässerungstechniken.

Der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Betriebe arbeitet produktionsintensiv und lässt sich kennzeichnen durch den hohen Einsatz von Agrochemikalien (Dünger, Pestizide) und Wasser. Die wirtschaftlichen Erträge aus dem Bereich der Landwirtschaft erfahren einen deutlichen Zuwachs. Die in diesen Regionen produzierten Nahrungsmittel werden in der Küstenregion weiterverarbeitet.

Die Subsistenzlandwirtschaft verschwindet weitgehend. Die Flächen werden von den sich an den Markt orientierten Landwirten übernommen, wodurch sich die Betriebsflächen vergrößern und sich der Landbesitzes auf weniger Farmer konzentriert.

Die Anzahl der Arbeitsplätze auf dem landwirtschaftlichen Sektor sinkt, bei gleichzeitig wachsenden Einkommen. Die Einkommensgleichverteilung verschlechtert sich, da die Lohnarbeiter nur niedrige Einkommen erhalten, um den Wettbewerbsvorteil der regionalen Produktion auf dem Weltmarkt zu sichern. Andere Bereiche der Wirtschaft zeigen kein Wachstum, wodurch die Region für Immigranten unattraktiv wird. Stattdessen wandern Einwohner aus dem ländlichen Bereich ab.

Gebiete mit geringen potentiellen Wasserressourcen

Diese Region kann im Gegensatz zu der „Cash Crop“-Region nicht von der Öffnung der internationalen Märkte profitieren. Eine Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktivität ist aufgrund der geringen Wasserverfügbarkeit kaum zu erzielen und nicht profitabel. Eine Ausnahme könnte z.B. die Cashew-Plantagen sein.

Ein Großteil der Subsistenzbauern emigriert aufgrund der schlechten Lebensbedingungen und verkauft das Land an die bleibenden Subsistenzbauern. Die in der Region bleibenden Farmer können ihre Betriebsgrößen erhöhen, wodurch wenigstens ein Einkommen garantiert wird, um die Existenz aufrechtzuerhalten.

Die übrigen Wirtschaftssektoren zeigen keine positiven Entwicklungen, so dass viele Einwohner auswandern. Die Stagnation der Entwicklung kann zu keiner Effizienzverbesserungen der Wassernutzung führen.

Süden von Piauí

Der Süden von Piauí hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Regionen des wasserreichen Hinterlands. Die große Entfernung zur Küste und die weitläufigen extensiv genutzten Flächen beeinflussen jedoch seine Entwicklung.

Die landwirtschaftliche Produktion richtet sich nach der gestiegenen Nachfrage nach Fleisch der sich entwickelnden Küstenregion. Dies führt primär zu einer Intensivierung der Viehwirtschaft. In geringen Umfang wird auch Pflanzenproduktion betrieben. Das Tierfutter wird z.T. zugekauft. Die Subsistenzwirtschaft verschwindet allmählich.

Aufgrund von Rationalisierungsmaßnahmen ist das Arbeitsaufkommen in der Landwirtschaft gleichbleibend, so dass keine neuen Arbeitsplätze geschaffen werden. Durch die erhöhte Produktion steigen die Einkommen. Nicht-landwirtschaftliche Aktivitäten nehmen kaum zu, so dass die Region nicht wesentlich an Attraktivität gewinnt.

3.1.2 Szenario B : Integrierte ländliche Entwicklung (Dezentralisierung)

3.1.2.1 Grundannahmen

Im Szenario B findet eine dezentrale ländliche Entwicklung in Piauí und Ceará statt, die mit einer verstärkten Ausbildung von Mittelzentren und einer regionalen Marktorientierung verbunden ist. Der Ausdruck „Integrierte ländliche Entwicklung“ bezieht sich darauf, dass im Unterschied zum Referenzszenario A die Entwicklung nicht vorwiegend ökonomischen Zielen folgt, sondern auch soziale und ökologische Aspekte Berücksichtigung finden.

Ganz Brasilien ist in einer ökonomischen Krise. Subventionen und Investitionen sind rückläufig. Der primär innerbrasilianische Tourismus an den Küsten von Ceará bleibt bestehen, da Auslandsreisen zu teuer werden. Im Vergleich zu RS A ist die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung in beiden Hauptstädten zögerlicher. Die Bildung gut funktionierender Organisationsstrukturen und staatliche Steuererleichterungen für die weiterverarbeitende Industrie außerhalb der Metropolen gibt einen positiven Impuls für die Entwicklung von sekundärer Industrie in den Mittelzentren. Als wesentlicher Gegensatz zu RS A bilden sich im wasserreichen Hinterland außerhalb landwirtschaftliche Erwerbsquellen. Lösungen für ein optimiertes Landnutzungsmanagement werden primär auf regionaler Basis erarbeitet.

Die Weltbank und andere internationale Einrichtungen fördern gezielt die Landwirtschaft in krisenanfälligen semi-ariden Gebieten. Im Süden von Piauí wird Viehwirtschaft für den nationalen Markt betrieben.

3.1.2.2 Die Entwicklung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten

Großraum Fortaleza und Pecém

Die Region um Fortaleza zeigt aufgrund der schlechten wirtschaftlichen Situation Gesamtbrasilien und aufgrund abnehmender Investitionen nur eine gemäßigte wirtschaftliche Entwicklung. Mit dem neu gebauten Hafen in Pecém besteht eine günstige Anlieferungsmöglichkeit von Rohstoffen, was dieses Gebiet interessant für Industrie und Gewerbe macht. Da die ausländischen Investitionen nicht wie geplant erfolgen, findet der geplante Ausbau der neuen Industrieansiedlung in deutlich reduziertem Umfang statt. Die hier entstehenden Industrieanlagen sind, da sie moderner sind ressourcenschonender. In der sich entwickelnden Region kommt es aufgrund der neu geschaffenen Arbeitsplätze zu einem Zuzug von Arbeitskräften. Die Infrastruktur wird ausgebaut und in geringem Umfang bildet sich der Dienstleistungssektor aus. Fortaleza profitiert von dieser Entwicklung, da die Anwohner von Pecém zunehmendes Interesse an Konsumgütern und höherer Bildung haben. Auch das Kulturangebot der Stadt wird ausgebaut.

Wirtschaftliche Einbußen erfährt der Großraum Fortaleza dadurch, dass der Touristikmarkt aufgrund der schlechten innerbrasilianischen wirtschaftlichen Situation rückläufig ist. Neue Investitionen in den Tourismus finden nur in geringem Umfang statt. Die Attraktivität für den Auslandstourismus sinkt.

Die Anziehungskraft der Stadt selbst für Zuwanderer ist gering, da die Einkommensunterschiede zwischen Stadt und Land gesunken sind. Die große Zahl der verarmten Zuwanderer muss nicht mehr versorgt werden. Damit reduziert sich das Problem angemessene Unterkünfte, mit nur mangelhafter Abwasser und Müllentsorgung ohne ausreichenden Zugang zu Trinkwasser zu schaffen. Für die bestehenden Siedlungen kann eine langsame Verbesserung der Lebenssituation erreicht werden. Die Kriminalität ist rückläufig. Die Wachstumsrate ist gering.

Küste

Die Entwicklung dieser Region wird angeregt durch die bestehenden relativ guten Verkehrsverbindungen und die günstige Lage zu den nationalen Märkten. Hierdurch entstehen trotz schlechter wirtschaftlicher Situation in geringem Umfang Handel, Kleinindustrie und Gewerbe. Die eingesetzten Technologien erfahren eine langsame Modernisierung und Weiterentwicklung. Die Ansiedlung erfolgt dezentral entlang des Küstenstreifens. Hierdurch ist der Druck auf die regionalen Ressourcen gering. Der Ausbau der Infrastruktur findet zögerlich statt. Der stattfindende Naturverbrauch ist gering, so dass ein großes Entwicklungspotential für den Tourismus erhalten bleibt. Aufgrund der geringen Investitionen bleiben die meisten Tourismusangebote jedoch auf einfachem Niveau. Entsprechend bleibt der Ressourcenverbrauch (Wasser) gering.

Da es keine Innovationen auf dem Bereich der ländlichen Produktion gibt, bleibt ein Teil der Landwirtschaft auf dem Niveau der Subsistenz. Der andere Teil der Betriebe versorgt die Städte mit Frischprodukten. Die Lebensmittelverarbeitung für Produkte aus dem Küstenbereich nimmt nur einen unbedeutenden Bereich ein. Insgesamt findet eine zunehmende Urbanisierung statt durch die Migration in Gebiete mit Kleinindustrie und Gewerbe. Das Bevölkerungswachstum zeigt einen geringen Zuwachs.

Teresina

In Teresina zeigt die wirtschaftliche Entwicklung einen leicht positiven Trend. Dieser lässt sich im wesentlichen auf die starke Entwicklung des ländlichen Raumes und die Bildung der Mittelzentren im Hinterland zurückführen, da die Nachfrage nach Konsumgütern, höherer Ausbildung und nach einem ausgeweiteten Kulturangebot steigt wodurch neue Arbeitsplätze in diesen Sektoren entstehen. Auch der Servicesektor profitiert von dieser Entwicklung. Der zunehmende Einsatz moderner Informationstechnologien gewährleistet den Anschluss an moderne Entwicklungen in Wissenschaft und Kultur und entspricht damit dem Bedürfnis der in der Stadt lebenden Menschen.

Die Produktion der Nahrungsmittel für den Frischmarkt geschieht im unmittelbaren Hinterland von Teresina. Veredelte Primärprodukte werden aus den Mittelzentren des Hinterlands geliefert.

Das Ergebnis des sinkenden Einkommensgefälles zwischen der Metropole und dem Hinterland resultiert wie auch in Fortaleza in einer deutlichen Abnahme der Migration nach Teresina. Hierdurch müssen verarmte Zuwanderer nicht mehr versorgt werden. Eine stärkere Einkommensgleichverteilung entwickelt sich. Das Bevölkerungswachstum stagniert. Im Zuge der moderaten wirtschaftlichen Entwicklung findet eine Verbesserung Infrastruktur statt.

Gebiet mit (vergleichsweise) großen potentiellen Wasserressourcen

Im wasserreichen Hinterland findet eine bedeutende Entwicklung statt, die durch gezielte Maßnahmen zur Förderung des ländlichen krisenanfälligen Raumes durch internationale Geberorganisationen wie z.B. die Weltbank bewirkt wird. Teil der Maßnahmen für die ländliche Entwicklung ist die Förderung des privaten Engagements der hier lebenden Menschen. Dies geschieht mitunter über Selbstverwaltungsgremien und die zunehmenden Partizipationsmöglichkeiten in Organisationen, die für eine gerechte Steuerung der Ressourcenverteilung sorgen insbesondere der maßvollen und gerechten Wasserverteilung. Beispiel hierfür sind die Wassereinzugsgebietskomitees. Hierin vertreten ist die Gemeinschaft der Wassernutzer neben Organisationen die fachlich kompetent die Wasserverfügbarkeit beurteilen können sowie das Know-how für ein effektives Wassermanagement haben.

Weiterhin zielt die Förderung durch die internationalen Geldgeberorganisationen auf eine ökologisch vertretbare Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion. Deshalb werden im ländlichen Raum Beratungsdienste ausgebaut. Die Optimierung des Anbaus, der Anbauplanung, der

Betriebsorganisation sowie die Kenntnisse des Marktgeschehens erhöhen die betriebswirtschaftlichen Erfolge. Aufgrund angepasster Technologien erhöht sich trotz einer Intensivierung der Bewirtschaftung der Ressourcenverbrauch nicht. Die Subsistenzwirtschaft in der Landwirtschaft nimmt aufgrund der im gesamten Gebiet steigenden Produktion ab.

Durch die Schaffung außerlandwirtschaftlicher Erwerbsquellen erfährt der ländliche Raum im Hinterland noch weitere positive Entwicklungsimpulse. Mittelzentren entstehen. Steuerungsinstrument hierfür ist die staatliche Steuerentlastung insbesondere für die weiterverarbeitende Industrie und das ländliche Kleingewerbe, bei gleichzeitiger Nichtentlastung der Metropolen.

Die Ansiedlung der weiterverarbeitenden Industrie landwirtschaftlicher Primärprodukte führt zu Arbeitsplätzen mit besseren Verdienstmöglichkeiten. Weiterer Vorteil der weiterverarbeitenden Industrie ist die Haltbarmachung der Lebensmittel, so dass neben den gesicherten Märkten im Hinterland Exporte möglich werden.

Der Zugang zu Kleinkrediten fördert das Unternehmertum. Es entsteht ein handwerkliches, arbeitsintensives Gewerbe, das sich durch das steigende Bildungsniveau zu Betrieben mit mittleren Technologien entwickelt. Die Waren werden zunächst schwerpunktmäßig für die regionalen Märkte produziert. Durch die Vernetzung mit Organisationen des „fairen Handels“ werden die Kleingewerbe weiterentwickelt und neue Vermarktungsmöglichkeiten erschlossen.

Im Zuge der allgemeinen Entwicklung steigt die Nachfrage nach Konsumgütern und Dienstleistungen. Arbeitsplätze auf dem Service Sektor entstehen.

Durch die Steigerung des allgemeinen Wohlstands erfährt die Infrastruktur eine deutliche Verbesserung und ein Netz mit elementaren Dienstleistungen für alle wird aufgebaut. Es kommt zur Errichtung von Schulen und Ausbildungsstätten in den Mittelzentren, was zu einem Anstieg des Bildungsniveaus führt. Gezielte Ausbildungsprogramme erfüllen die Nachfrage nach gut qualifizierten Arbeitern.

Die verbesserte Gesundheitsfürsorge und bessere Wasserqualität resultieren in einer geringeren Kindersterblichkeit. Dennoch ist das Bevölkerungswachstum moderat da die Geburtenrate abnimmt. Die Produktivitätsentwicklung dieser Region verringern das Einkommensgefälle zwischen den Metropolen und dem Hinterland mit den Mittelzentren.

Gebiet mit geringen potentiellen Wasserressourcen

Die Entwicklung der wasserarmen Regionen wird wie die der wasserreichen Regionen im Hinterland durch dieselben Rahmenbedingungen geleitet: die weiterverarbeitende Industrie und das ländliche Kleingewerbe wird durch staatliche Steuerentlastung gefördert. Die Entwicklung dieser Region ist jedoch aufgrund der ungünstigen naturräumlichen Gegebenheiten deutlich schwieriger durchzuführen.

Die Standortbedingungen führen zu einer Flächenkonzentration bis Betriebsgrößen erreicht werden, die auch in den Jahren der Dürre eine Überlebensmöglichkeit garantieren. Die Basis für eine bescheidene Entwicklung im wasserarmen Hinterland ist eine Analyse der Standortgegebenheiten. Ein verbessertes Wassermanagement und die Entwicklung angepasster Technologien führen zur besseren Ausnützung der hier limitierenden teuren Ressource Wasser. Der zusätzliche Anbau von Sonderkulturen bewirkt z.T. eine über die Subsistenz hinausgehende Wirtschaftsweise, da höhere Gewinne pro Flächeneinheit erzielt werden können. Kleine Betriebe verarbeiten die Produkte dieser Sonderkulturen zu Waren, die auf dem nationalen Markt abgesetzt werden können. Der zu erzielende Gewinn pro Wassereinheit ist hier am höchsten.

In geringen Umfang entwickeln sich Arbeitsplätze für elementare Dienstleistungen. Die Infrastruktur wird ausgebaut. Insgesamt bleibt die Bevölkerungszahl in dieser Region konstant. Dies

ist das Ergebnis eines moderaten Bevölkerungswachstums das gekoppelt ist mit der Migration der Bauern kleiner landwirtschaftlicher Betriebe in das wasserreiche Hinterland

Süden von Piauí

Im Süden von Piauí dominiert zunehmend die extensive Viehwirtschaft, die von Großbetrieben mit einer kleinen Anzahl an festen Arbeitsplätzen betrieben wird. Die im geringen Umfang bestehende Subsistenzlandwirtschaft bleibt bestehen. Durch die extensive Bewirtschaftungsweise kann der Ressourcenverbrauch (z.B. Wasser) gering gehalten werden. Der Absatzmarkt für das produzierte Fleisch sind die relativ nahen sich bildenden Mittelzentren im Hinterland. Die nur in geringem Ausmaß bestehende Konkurrenz durch internationalen und nationalen Handel hat stabile Preise zur Folge. Darüber hinaus kann eine Weiterverarbeitung in den neu entstehenden Mittelzentren statt finden.

Stabile Verhältnisse im Hinblick auf das Bevölkerungswachstum, die Ressourcen-Verfügbarkeit (z.B. Wasserverfügbarkeit) Absatz und Preise führen zu einem Anstieg des Einkommens. Infolge davon entstehen kleine Schulen die das Bildungsniveau erhöhen. Die Schulen und dezentralen Gesundheitsstationen werden durch organisierte Fahrdienste allgemein erreichbar. Der z.T. bestehende Zugang zu modernen Informationstechnologien in den Betrieben gewährleisten den Anschluss an die Landesentwicklung Der Ausbau der allgemeinen Infrastruktur (Straßenbau, Wasserversorgung, Bau von Kläranlagen) wird nicht zuletzt wegen der relativ niedrigen Bevölkerungsdichte schwerpunktmäßig privat betrieben.

Die generelle wirtschaftliche Entwicklung hat zur Folge, dass sich in geringem Ausmaß auch die Lebensqualität der Menschen verbessert, die von der Subsistenzlandwirtschaft leben.

3.1.3 Preisentwicklung von landwirtschaftlichen Produkten

Die Daten für die Preisentwicklung von landwirtschaftlichen Produkten sind ein wesentlicher Bestandteil der Modellierung des Bereiches der Agrarökonomie. Da sie nicht quantitativ erfasst werden können wird eine qualitative Bewertung durchgeführt, die nicht in die qualitativen Szenarien eingegliedert wurde, da der Detaillierungsgrad deutlich den des Textes für die Szenarien übersteigt. Wir beschränken uns auf die Preisentwicklung pflanzlicher Produkte, da die Tierzucht im agrarökonomischen Modell bislang nicht integriert ist.

Für die beiden Referenzszenarien A und B werden unterschiedliche Preisentwicklungen zwischen 1996 und 2025 angenommen. Tabelle 1 zeigt qualitativ die angenommenen durchschnittlichen Entwicklungen der Preise der wesentlichen Kulturen im Untersuchungsgebiet Piauí und Ceará). Es wird davon ausgegangen, dass das in Zukunft erhöhte Einkommen eine Umstellung der traditionellen Eßgewohnheiten bewirkt und die Bevölkerung ihr Bedürfnis nach abwechslungsreicherer Nahrung, z.B. mehr frischem Obst decken kann. Dieser Effekt ist im Referenzszenario A größer als im Referenzszenario B.

Für Obst nehmen wir an, dass die Erträge pro Fläche sich stark erhöhen werden durch den Einsatz effektiverer Produktionsmethoden (Ausdehnung der Bewässerungsflächen / Einsatz von Agrochemikalien). Die Nachfrage steigt innerhalb der beiden Bundesstaaten stark an. Vor allem im RS A wird auch international die Nachfrage stärker. Dies führt zu einer Preiserhöhung.

Cashew wird primär für den internationalen Markt produziert, da es für die einheimische Bevölkerung auch weiterhin zu teuer sein wird. Aufgrund erhöhter nationaler und internationaler Konkurrenz werden die Preise leicht sinken.

Die verbesserten Anbaubedingungen führen zu einer deutlich höheren Produktion an Gemüse. Die ansteigende Nachfrage, z.B. der Touristen in den Küstenregionen (RS A) bzw. die veränderten Eßgewohnheiten kompensieren diesen Anstieg, so dass die Preise unverändert bleiben.

Mais, Bohnen und Maniok werden für den Eigenbedarf und den nationalen Markt produziert, In schlechten Jahren werden Mais und Maniok importiert. Durch bessere Vorsorgemöglichkeiten und den sinkenden Bedarf durch veränderte Eßgewohnheit ist zukünftig kein Import mehr notwendig. Die Preise sind also nicht vom Weltmarkt abhängig und werden aufgrund der sinkenden Nachfrage fallen.

Soja wird als Tierfutter verwendet und vor allem in den Süden exportiert. Die Intensivierung der Viehwirtschaft im Süden von Piauí im RS A erhöht den Bedarf und lässt die Preise steigen.

Durch sinkende Ölpreise reduziert sich der Bedarf an Zuckerrohr, dass vor allem als Treibstoff verwendet wird, und die Preise fallen. Im Szenario B wird hingegen die Energiegewinnung aus biologisch nachwachsenden Rohstoffen eher gefördert.

Tab. 1: Qualitative Szenarien der Entwicklung der Preise (inflationsbereinigt) für pflanzliche Produkte zwischen 1996 und 2025 (+: Zunahme, -: Abnahme, +/-: unverändert)

Produkte	Referenzszenario A (Globalisierung)	Referenzszenario B (Dezentralisierung)
Cashew	-	-
Obst (bewässert)	+	+/-
Gemüse	+/-	+/-
Maniok, Bohnen, Mais	--	-
Reis	--	-
Soja	+	+/-
Zuckerrohr	-	+/-

3.2 Referenzszenario P: Bisherige Ergebnisse der Szenariogruppe Teresina

Im Rahmen eines WAVES Seminars im April dieses Jahres hat sich in Teresina eine Szenariogruppe gebildet. Der Kern der Gruppe besteht aus den brasilianischen WAVES Partnern in Teresina. Daneben sind Teilnehmer aus Behörden, öffentlichen Einrichtungen, Universitäten und Ministerien zu den Treffen eingeladen.

Ziel ist es, ein Referenzszenario aus der Sicht der Brasilianer „vor Ort“ zu erstellen, anhand dessen auch die beiden Szenarien A und B überprüft werden können. Bisher wurde versucht, die Rahmenbedingungen bzw. Grundannahmen eines qualitativen Szenarios für den Bundesstaat Piauí zu entwickeln. Ab Dezember soll dann für die (vier) Szenarioregionen in Piauí, die für die Referenzszenarien A und B festgelegt worden sind, Zukunftsszenarien zu erstellen. Es zeigte sich in der bisherigen Phase deutlich, dass die Brasilianer am ehesten ein aus der heutigen Sicht wahrscheinlichstes Szenario bevorzugen. Dieses variiert stark, ja nach den persönlichen Ansichten der Teilnehmer. Aus der bisherigen Diskussion kristallisieren sich folgende Vorstellungen über die Zukunft von Piauí heraus.

Auch in der Zukunft die Landwirtschaft, mit vor- und nachgelagerten Bereichen die treibende wirtschaftliche Kraft in Piauí sein. Im Küstenstreifen um Parnaíba wird der Tourismussektor weiter ausgebaut werden. Jedoch könnte eine mangelhafte Infrastruktur das Wachstum stark limitieren. Der Fischereisektor wird ebenfalls leicht wachsen. Auch hier könnte jedoch die mangelnde Infrastruktur sowie der räumlich eng begrenzte Küstenabschnitt von Piauí die Entwicklung stark begrenzen. Im landwirtschaftlichen Bereich gibt es punktuelle Bewässerungsprojekte der Regierung, deren Erfolg jedoch stark angezweifelt wird.

Teresina wird wohl weiter an Bedeutung als Dienstleistungszentrum gewinnen, insbesondere im medizinischen Bereich und im Erziehungswesen. Dabei reicht der Einfluss bis in die benachbarten Bundesstaaten. Ansiedlung verarbeitender Industrie, außerhalb des landwirtschaftlichen Bereiches, wird kaum stattfinden. Im Umfeld von Teresina wird es zu einer Zunahme von bewässerten Obstbaubetrieben kommen, die mit hohem technischen Standart für den Weltmarkt produzieren. Da diese Produktionsweise jedoch mit hohem finanziellem Input verbunden ist, wird sie auch in Zukunft nur einer Elite zur Verfügung stehen. Kleinere Betriebe werden im Umfeld von Teresina zunehmend Gemüsebau betreiben, jedoch für den lokalen Markt mit deutlich geringern Gewinnmargen.

Für die übrigen Landesteile, abgesehen vom Süden Piauí, gibt es keine genauen Vorstellungen. Außerhalb von regionalen Unterzentren wie Picos und Floriano wird von einer Stagnation der Entwicklung ausgegangen. Die Region Picos hält eine gewisse Sonderstellung inne, da hier vor allem eine Zunahme des Gemüsebaus, aufgrund der günstigen Verkehrslage und der Wasserverfügbarkeit, erwartet wird. Daneben wird von einer Zunahme der Imkerei und der Cashew-Produktion ausgegangen. Für größere Bewässerungsprojekte in anderen Regionen des Landesinneren, die zur Zeit wieder von der Regierung aktiviert werden, gelten dieselben Limitationen wie für die Bewässerungsprojekte der Küstenregion.

Der Süden von Piauí nimmt eine Sonderstellung ein. Hier wird vor allem eine Zunahme von landwirtschaftlichen Großbetrieben erwartet, die hauptsächlich Mais und Soja anbauen. Fraglich bleibt jedoch, wie nachhaltig der Anbau ist. Der Süden zählt heute noch zu den „Pionierfronten“ Brasiliens. Ein Teil der Szenariengruppe befürchtet die tendenzielle Fortführung des „Raubbaus“, der dann rasch zu Bodendegradation und Betriebsaufgabe führen kann. Möglicherweise kann dieser Prozess aber durch ein aufkommendes „ökologisches“ Bewusstsein in der Bevölkerung verhindert werden. Daneben gibt es noch einen Prozess der Abspaltung des Südens von Piauí. Dabei geht es vor allem um eine Verbesserung der Infrastruktur für den Export von Soja und Mais, die von der Landesregierung aus Teresina bisher nicht ausreichend zur Verfügung gestellt wird.

Zusammenfassend wird von einer Stärkung der Landwirtschaft im Exportbereich und in der Weiterverarbeitung der landwirtschaftlichen Produkte im Bundesstaat, z.B. Cashew, ausgegangen. Dies deckt sich zum Teil auch mit den Entwicklungs- und Aktionsplänen der Landesregierung. Gleichzeitig werden aber die staatliche Bürokratie und schlecht geplante Regierungsprojekte als Entwicklungshemmnisse angesehen. Andererseits wird allgemein von einer langsamen Verbesserung der wirtschaftlichen und politischen Situation ausgegangen. Dadurch könnten sich dann die oben beschriebenen Prozesse zumindest teilweise realisieren (Abb. 2).

Die Vorstellungen der Szenariengruppe enthält somit Elemente beider Referenzszenarien, die von der AG Szenarien in Deutschland entwickelt worden sind. Die Obstbaubetriebe um Teresina sind stark exportorientiert und lassen sich damit eindeutig RS A (Cash Crops) zuordnen. Die Mais- und Sojaproduktion in Südpiauí ist ebenfalls exportorientiert, enthält aber aufgrund der Tendenz zu einer Abspaltung vom Rest des Staates auch Elemente von Entwicklungsszenario B (Dezentralisierung). Der Rest der landwirtschaftlichen Betriebe, hauptsächlich kleinere und mittlere Betriebe, wird versuchen, in Form von Kooperativen mehr marktorientiert zu wirtschaften, zunächst für den internen Markt, später auch für externe Märkte. Eine solche Entwicklung fördert die Bildung von regionalen Entwicklungszentren. Im Unterschied zu Szenario B wird jedoch davon ausgegangen, dass die Initiative zur Dezentralisierung sowohl vom Staat als auch von den Landwirten ausgeht. In jedem Fall wird der Prozess nicht ohne staatliche „Starthilfe“ auskommen. Entscheidend für die Erfolgseinschätzung der staatlichen Förderung ist dabei, in wie weit diese „entbürokratisiert“ werden kann und sich an den Möglichkeiten und Interessen der Betroffenen orientiert.

Positive Entwicklungsfaktoren	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15
1 Bildung Internationaler Wirtschaftsblöcke		A	A/D	A	A/D	A	A/D					D				D
2 Gründung von Kooperative, NGO's, Verbänden			A	A	A	A	(A)	A				D				D
3 Schaffung von Arbeitsplätzen				A	A				A			D				
4 Langsames aber nachhaltiges Wirtschaftswachstum		A	A		A	A			(A)			D			D	
5 Verbesserung des Bildungswesen		A	A	A		A	A	A					D			D
6 Entwicklung von Regionalen Zentren		A	A	A	A						D	D	A/D		A/D	A
7 Sensibilisierung für Umweltfragen		(A)			A								D			D
8 „Politischer Wille“	A	A	A	A	A	A	A				D	D	D	D	D	D
9 Migration		A				A						A	A		A	A
Negative Entwicklungsfaktoren																
10 Anhaltenden Finanzkrise der öffentlichen Hand		D	D	D	D	D			A			A	A	A	A	A
11 Arbeitslosigkeit steigt weiter an			D	D	D	D							A	A	A	
12 Zunahme der städtischen Problembereichen					D				A		A			A	A	A
13 Stagnation der politischen und administrativen Reformen	D	D	D	D	D	D			A		A	A	A		A	
14 Infrastrukturprobleme werden nicht verbessert		D		D	D	D					A		A	A		A
15 Umweltverschmutzung und Degradierung lw. Flächen		A			D	D	A						A	A	A	

Abb. 2: Entwicklungsfaktoren und deren Kausalzusammenhänge für den Bundesstaat Piauí, nach Ansicht der Mitglieder der Szenariengruppe aus Teresina. **A**: Faktor der Zeile fördert den Faktor der Spalte; **D**: Faktor der Zeile hemmt den Faktor der Spalte; kein Eintrag: kein Einfluss oder nicht bestimmt.

4 Einbindung der Szenarien für Piauí und Ceará in größerskalige Szenarien

Da die zukünftige Entwicklung in Piauí und Ceará nicht losgelöst von den globalen und gesamtbrasilianischen Entwicklungen betrachtet werden kann, ist es sinnvoll, die Szenarien für das Untersuchungsgebiet in größerskalige Szenarien einzubinden. Insbesondere der Klimawandel ist in erster Linie abhängig von Emissionen, die in anderen Gebieten des Globus produziert werden. Ein Szenario des Klimawandels im Untersuchungsgebiet ist also im wesentlichen ein Ausschnitt eines globalen Klimaszenarios, bei dem die Emissionen und damit der Klimawandel als Funktion der globalen Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaftswachstum, Technologie-wandel etc. definiert ist. Doch auch die demographische und sozioökonomische Entwicklung im Untersuchungsgebiet ist stark abhängig von der globalen Entwicklung und speziell der Brasiliens.

Im Rahmen der Forschungen zum Klimawandel wurden und werden globale Szenarien durch das Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC entwickelt (Leggett et al., 1992). Die IPCC-Szenarien zeichnen sich dadurch aus, dass in ihnen allem Emissionsszenarien festgelegt werden, die dann für die Berechnungen des zukünftigen Klimas durch Klimamodelle verwendet werden. Die Emissionsszenarien werden dabei aufgrund von Szenarien der Entwicklung von Bevölkerung, Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie berechnet. Die IPCC-Szenarien werden nach dem rein wissenschaftlichen Einigungsprozess mit den Regierungen vieler Staaten abgestimmt, da sie die Grundlage, d.h. die Referenzszenarien, für Klimaverhandlungen darstellen. Für den Third Assessment Report des IPCC, der für das Jahr 2000 geplant ist, werden zur Zeit

neue Emissionsszenarien entwickelt, die im Special Report on Emission Scenarios (SRES) niedergeschrieben werden. Diese Emissionsszenarien werden erst Anfang 2000 in ihrer endgültigen Fassung vorliegen; es gibt jedoch einen weitgediehenen Entwurf des SRES (Zweiter Entwurf vom August 1999), auf dessen Grundlage die Einbindung der WAVES-Szenarien in globale Szenarien erfolgte. Die Einbindung erfolgt gemäß der Stimmigkeit der Hintergrundgeschichten (storylines) der qualitativen Referenzszenarien mit denen der globalen Szenarien.

Im SRES werden vier Szenariofamilien entworfen (A1, A2, B1, B2, vgl. Abb. 3), die die globale Entwicklung von u.a. Bevölkerung, pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt und Emissionen von Treibhausgasen bis zum Jahre 2100 unterschiedlich beschreiben. Keine Szenariofamilie wird als wahrscheinlicher betrachtet als die andere. Die erstellten Szenariofamilien stellen eine gewisse Spannbreite der möglichen Entwicklungen dar und liegen im Bereich vieler anderer Szenarien aus der Literatur. Es wurde jedoch explizit festgelegt, keine extremen Szenarien aufnehmen zu wollen. Insbesondere Katastrophenszenarien, die einen Zusammenbruch von Wirtschaft und Gesellschaft beinhalten, wurden nicht berücksichtigt, da sie wegen der dann wahrscheinlich geringen Emissionen im Hinblick auf klimarelevante Maßnahmen uninteressant sind. Für jede Szenariofamilie wurde ein quantitatives Kernszenario (marker scenario) festgelegt.

	eher ökonomisch/ materiell orientiert	eher ökologisch/ auf gesellschaftliche Innovation orientiert
Globalisierung (homogene Welt)	A1	B1
Regionalisierung (heterogene Welt)	A2	B2

Abb. 3: Die vier globalen Szenariofamilien des Third Assessment Report des IPCC.

Ein Vergleich der Hintergrundgeschichten der globalen Szenarien mit denen der Referenzszenarien A und B zeigt, dass RS A (Globalisierung) mit dem globalen Szenario A1 und RS B (Dezentralisierung) mit dem globalen Szenario B2 stimmig ist. A 1 beschreibt eine zukünftige Welt mit einer sehr schnellen ökonomischen Entwicklung sowie einer starken Globalisierung mit wirtschaftlichem und kulturellem Austausch, wodurch die Unterschiede zwischen den verschiedenen Weltregionen weitaus geringer werden als sie es heute sind. Die angenommene starke Zunahme des pro-Kopf-BIPs und die Angleichung der Lebensverhältnisse in Entwicklungsländern an die Lebensverhältnisse in Industrieländer führen zu einem niedrigen Bevölkerungswachstum. In einer solchen Welt erscheint die im RS A beschriebene Entwicklung im Untersuchungsgebiet, die eine starke touristische und industrielle Entwicklung im Küstengebiet und eine Produktion von Cash Crops im Hinterland beinhaltet, plausibel. Die global starke Wirtschaftsentwicklung sorgt einerseits für Abnehmer für die industriellen und landwirtschaftlichen Produkte und andererseits für steigende Touristenzahlen aus Ländern, die heute noch kaum am globalen Tourismus teilnehmen.

Das globale Szenario B2 beschreibt hingegen eine heterogene Welt, in die einzelnen Weltregionen ihren eigenen Weg gehen und lokale Traditionen und Problemlösungen im Vordergrund stehen. Der technologische, ökonomische und soziale Wandel ist langsamer und regional unterschiedlicher als im Szenario A1. Ein weiterer Unterschied zu A1 ist, dass in stärkerem Maße Wege zur Erreichung von ökonomischer, sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit gesucht wer-

den; die gesellschaftliche Innovation ist weitaus stärker als in A1. Dabei dominieren Initiativen auf lokaler und regionaler Skale. In der Welt des globalen Szenarios B2 ist eine integrierte ländliche Entwicklung, wie sie das Referenzszenario B beschreibt, denkbar. Die Konzentration auf lokale und regionale Absatzmärkte, der verbunden ist mit dem Ausbleiben eines Tourismus- und Industriebooms an der Küste, ist stimmig mit dem eher schwachen Welthandel in B2. Auch ist eine nachhaltige Entwicklung wohl eher durch das Ausbleiben eines solchen Booms sowie der wahrscheinlich umweltbelastenden Produktion von Cash Crops möglich. Die Diversifizierung der Produktion im Hinterland (nicht nur Landwirtschaft, sondern auch verarbeitende Industrie) bedarf sozialer und ökonomischer Innovation, d.h. politischen Willens, innovativer UnternehmerInnen und gut ausgebildeter MitarbeiterInnen.

5 Quantifizierung der treibenden Kräfte der Referenzszenarien A und B

Die Quantifizierung der treibenden Kräfte der Referenzszenarien konzentriert sich auf die Eingabegrößen, die für die Modellierung notwendig sind. Diese Quantifizierung erfolgt — außer im Falle der Klimagrößen — für jede der acht Szenarioregionen, d.h. die Änderung der treibende Kräfte innerhalb einer Szenarioregion wird als homogen angenommen, und die Änderungsrate wird auf jedes Munizip innerhalb einer Szenarioregion, d.h. auf den Ausgangswert für das Munizip im Jahr 1996, angewendet. Die Szenarien für Bevölkerung, pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt und Urbanisierungsgrad wurden aus den globalen IPCC-Szenarien A1 und B2 abgeleitet. Allerdings wurde die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts als weit weniger stark als in den IPCC-Szenarien angenommen. Die globalen Szenarien sind räumlich lediglich in vier Regionen aufgelöst, wobei das Untersuchungsgebiet zur Region LAN (Lateinamerika-Afrika-Naher Osten) gehört. Für das Szenario A1 standen darüber hinaus auch die entsprechenden Szenarien für Lateinamerika zur Verfügung (Bert de Vries, persönliche Mitteilung, Juli 1999). Durch Vergleich der historischen Entwicklung der Größen Bevölkerung, pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt und Urbanisierungsgrad in Brasilien sowie in Piauí und Ceará mit der historischen Entwicklung in Lateinamerika wurden dann vor dem Hintergrund der globalen Szenarien die Szenarien der treibenden Kräfte für Brasilien, die beiden Bundesstaaten sowie die acht Szenarioregionen entwickelt.

Des Weiteren wurden quantitative Szenarien bezüglich des Anteils der Bevölkerung mit geringem Einkommen entwickelt. Abschließend wird die zukünftige Ausdehnung der potentiell für den Ackerbau zur Verfügung stehenden Flächen und der Bewässerungsflächen beschrieben sowie die Veränderungen in den Größen der landwirtschaftlichen Betriebe.

Eine Grundlage für die Erstellung der Szenarien ist der Ist-Zustand und die historische Entwicklung der Szenariogrößen. Anhang A bietet eine Zusammenstellung der wichtigsten Grunddaten, die nach den acht Szenarioregionen aggregiert sind, und die für die von uns betrachteten Fragestellungen aussagekräftig sind.

Die hier beschriebenen treibenden Kräfte umfassen nur die zentralen Kräfte, die für mehr als ein Modell wichtig sind und daher gemeinsam im WAVES-Programm abgestimmt wurden. Darüber hinaus gibt es weitere treibende Kräfte, die nur für jeweils ein Einzelmodul der integrierten Modelle notwendig ist. Szenarien zu diesen treibenden Kräften werden in den entsprechenden Teilprojektberichten beschrieben.

5.1 Klimagrößen (Niederschlag, Temperatur, Einstrahlung, Luftfeuchte)

Es wäre konsistent mit der Idee der Einbindung der WAVES-Szenarien in globale Szenarien, für die Referenzszenarien jeweils Klimaszenarien zu verwenden, die Klimamodelle unter Annahme der globalen Emissionsszenarien A1 (für RS A) bzw. B2 (für RS B) berechnen. Die Ergebnisse

solcher Klimamodellierungen werden jedoch erst in den nächsten ein bis zwei Jahren vorliegen. Daher wird für das Untersuchungsgebiet ein Klimaszenario genutzt, das unter Verwendung des Emissionsszenarios IS92a (Leggett et al., 1992) mit dem globalen Klimamodell ECHAM4-OPYC (Röckner et al., 1996) berechnet wurde. Um zu detaillierteren Aussagen für die Untersuchungsregion zu kommen, wurde im Rahmen des WAVES-Programms ein regionales Szenarienmodell entwickelt, das auf statistischer Basis die aus dem globalen Klimamodell gewonnenen Informationen mit Beobachtungen aus dem Untersuchungsgebiet koppelt und so ein plausibles Klimaszenario für Piauí und Ceará liefert (s.a. Abschlussbericht Klimaanalyse und -modellierung).

Die CO₂-Äquivalentkonzentrationen des Szenarios IS92a, die unter Berücksichtigung von CO₂, CH₄ und N₂O berechnet wurden, liegen bis zum Jahr 2050 geringfügig unter denen der Szenarien A1 und B2, wobei die Emissionen von B2 etwas kleiner sind als die von A1, aber noch immer größer als die von IS92a. (Abb. 4). Wegen der geringen Unterschiede der Emissionen bis 2050 zwischen den drei Szenarien sind auch die unter den drei Szenarien zu erwartenden Klimaänderungen recht ähnlich, und die Verwendung der IS92a-Änderung angemessen. Zu beachten ist jedoch, dass insbesondere die Unsicherheit bei der Berechnung von Niederschlag durch Klimamodelle sehr groß ist. Daher berechnen unterschiedliche Klimamodelle für das gleiche Emissionsszenario stark unterschiedliche Niederschläge.

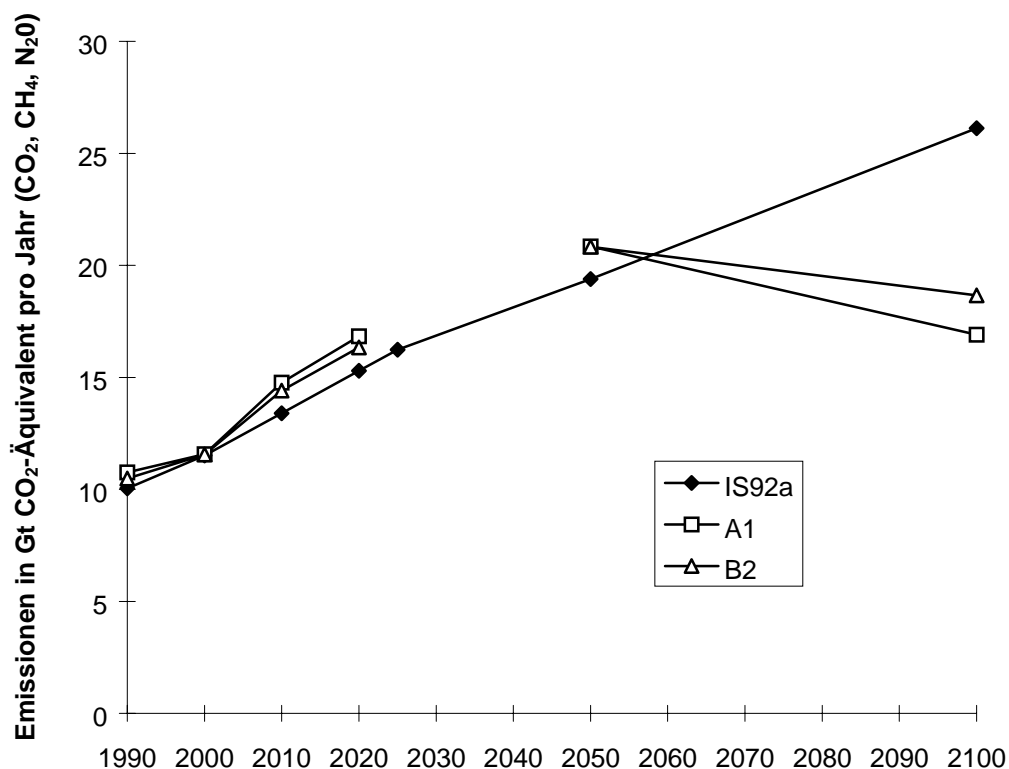


Abb. 4: Vergleich der Emissionen von Treibhausgasen in den Szenarien IS92a, A1 und B2.

Das Klimaszenario konnte nur für den Teil des Untersuchungsgebiets erstellt werden, der sich östlich von -43.25° geographischer Länge befindet, da westlich davon keine Messdaten, die zum Herunterskalieren der Ergebnisse des Klimamodells geeignet sind, zur Verfügung stehen. Für den Südwesten von Piauí steht daher kein Klimaszenario zur Verfügung.

5.2 Bevölkerung

Die Bevölkerung ist wohl die zentrale Kenngröße der WAVES-Szenarien. So wird Trockenheit immer nur dann zum Problem, wenn der Bedarf der Bevölkerung nicht gedeckt werden kann. Auch die Einkommensmöglichkeiten in der Landwirtschaft sind stark abhängig von der Anzahl der Personen, die von landwirtschaftlicher Tätigkeit lebt.

Abbildung 5 zeigt die historische Entwicklung der mittleren jährlichen Wachstumsrate der Bevölkerung in Piauí, Ceará, Brasilien und Lateinamerika seit 1940, die zukünftige Entwicklung in Lateinamerika bis 2050 gemäß dem globalen Szenario A1 sowie die vom IBGE (1997a) prognostizierte Wachstum bis 2020. Das globale Bevölkerungswachstum im Szenario A1 folgt der niedrigen Projektion von Lutz (1996), während das im Szenario B2 die mittlere Projektion der UN (1998) ist. Global und auch in der Weltregion Lateinamerika-Afrika-Naher Osten (LAN) wächst die Bevölkerung bei A1 stärker als bei B2. In der Weltregion LAN steigt die Bevölkerung im Szenario B2 bis über das Jahr 2100 hinaus, während im Szenario A1 bereits 2070 das Bevölkerungsmaximum erreicht ist.

Das Bevölkerungswachstum in Brasilien ist in den letzten 20 Jahren unter das mittlere Wachstum in ganz Lateinamerika gefallen und lag für den Zeitraum 1996 bei 1.35% verglichen mit 1.84% (SRES) bzw. 1.73 (Inter-American Development Bank) für Lateinamerika. Es ist auch in Zukunft zu erwarten, dass sich der Modernisierungstrend und der gesellschaftliche Wandel fortsetzt, so dass, verbunden mit sinkenden Fertilitäten, die Wachstumsrate weiterhin abnehmen wird.

Für das Szenario A nehmen wir an, dass sich die Wachstumsrate für Brasilien bis zum Zeitraum 2040-2050 an die Wachstumsrate für Lateinamerika im globalen Szenario A1 von 0.21% angeglichen haben wird, und dass die Abnahme der Wachstumsrate zwischen 1996 und diesem Zeitraum linear sein wird. Dies entspricht einer Wachstumsrate von 0.68% im Jahre 2025.

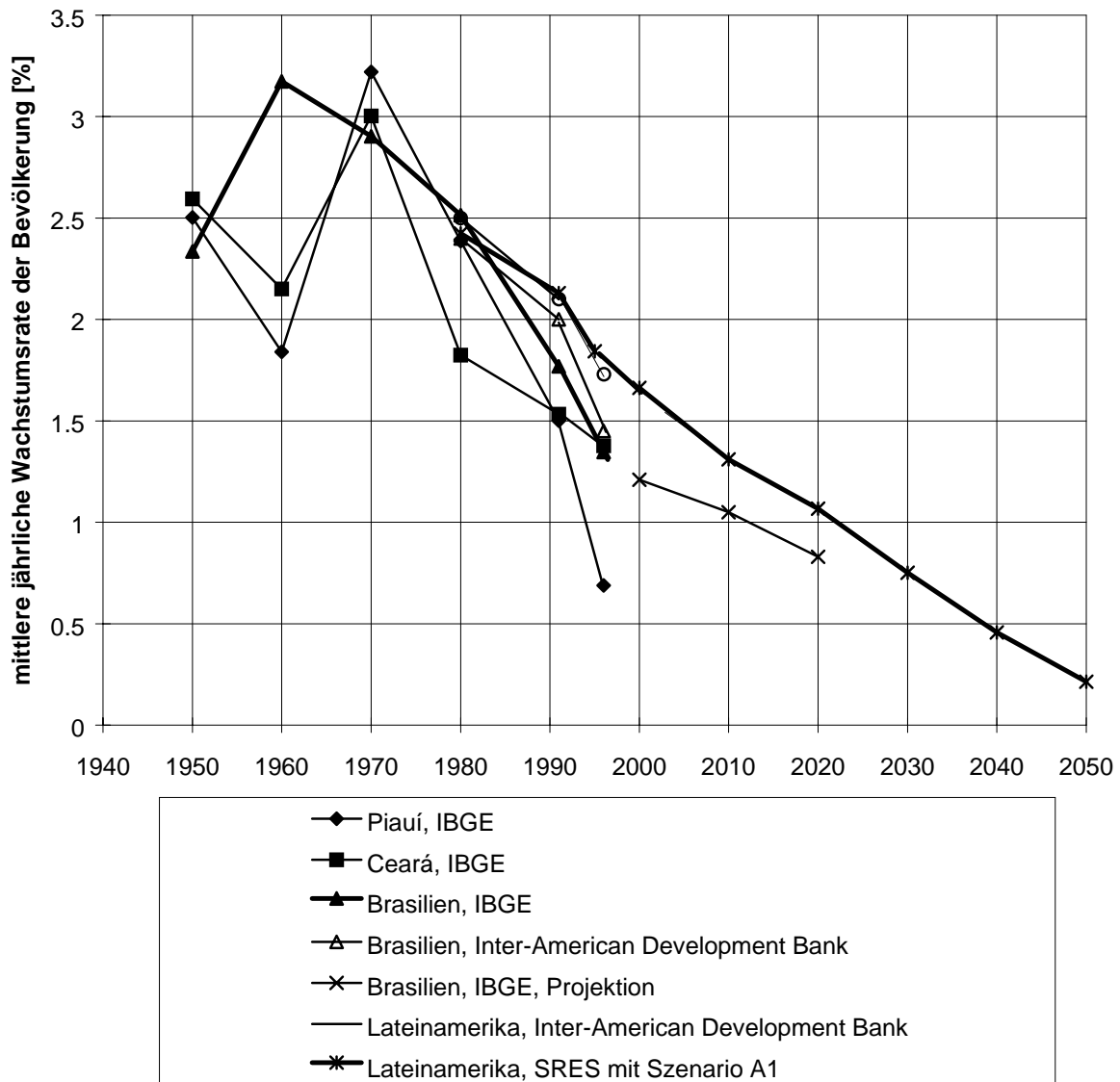


Abb. 5: Historische Entwicklung der mittleren jährlichen Wachstumsraten der Bevölkerung von Piauí, Ceará, Brasilien und Lateinamerika, zukünftige Raten in Lateinamerika im globalen Szenario A1 und zukünftige Raten für Brasilien gemäß einer Projektion des IBGE. Eingezeichnet die im allgemeinen die mittlere Wachstumsrate der vorangegangenen 10 Jahre; Ausnahmen: Werte bei 1991 sind Mittelwert 1980-1991, Wert bei 1995 ist Mittelwert 1991-1995, Werte bei 1996 sind Mittelwerte 1991-1996 und Werte bei 2000 sind Mittelwerte 1995-2000.

Für das globale Szenario B2 liegen keine Werte für Lateinamerika, sondern nur für die Weltregion LAN vor. Ein Vergleich zwischen A1 und B2 für diese Weltregion zeigt, dass die Wachstumsraten des Szenarios B2 bis 2025 nur wenig über denen des Szenarios A1 liegen. Für die LAN-Weltregion beträgt die mittlere jährliche Wachstumsrate zwischen 1990 und 2030 bei B2 1.62%, bei A1 1.56% (der Wert für Lateinamerika liegt im Szenario A1 bei 1.22%). Es ist also anzunehmen, dass die Bevölkerungsentwicklung in Brasilien im Falle des Szenarios B für den Zeitraum bis 2025 sehr ähnlich der im Szenario A ist.

Für die Entwicklung der Bevölkerungsszenarien im WAVES-Untersuchungsgebiet ist eine genaue Quantifizierung der Bevölkerungsszenarien für ganz Brasilien nicht notwendig, da die Bevölkerung im Untersuchungsgebiet nur einen kleinen Anteil an der brasilianischen Bevölkerung hat; zudem unterscheidet sich die heutige Fertilität im Untersuchungsgebiet deutlich von der in Gesamtbrasilien, und die Migration aus dem Untersuchungsgebiet heraus spielt eine wichtige

Rolle für die Bevölkerungsentwicklung. So ist die starke Abnahme der Wachstumsrate der Bevölkerung in Piauí für den Zeitraum 1991-1996 auf nur 0.69% (Abb. 5) einer sehr hohen Netto-Migration aus Piauí heraus zu verdanken, und nicht einer starken Abnahme der Fertilität.

Für die Entwicklung von Szenarien der Bevölkerungsentwicklung im Untersuchungsraum Piauí und Ceará ist es also notwendig, die Rate des natürlichen Bevölkerungswachstums (Differenz zwischen der Geburten- und der Sterberate) und die Netto-Migration (Differenz zwischen Abwanderung und Zuwanderung) getrennt zu analysieren. Als Datengrundlage standen für die Jahre 1991 und 1996 Geburtenraten (IBGE, 1996b) und Sterberaten (IBGE, 1996a) sowie die Bevölkerungszahl in den beiden Staaten (IBGE, 1997b) zur Verfügung. Daraus kann das natürliche Bevölkerungswachstum sowie die Netto-Migration zwischen 1991 und 1996 bestimmt werden (Tab. 2).

Tab. 2: Bevölkerungsdaten für Piauí und Ceará in den Jahren 1991 (IBGE, 1991) und 1996 (IBGE, 1997b, b, c).

	1991	1996	Mittelwert 1991-1996
Piauí			
Bevölkerung (Mio.)	2.58	2.67	
Wachstumsrate (%)			0.69
Geburten je 1000 Einwohner	26.43	25.26	
Todesfälle je 1000 Einwohner	10.13	8.17	
Natürliches Bevölkerungswachstum (%)	1.63	1.71	1.67
Fiktive Bevölkerung ohne Migration		2.80	
Netto-Migration (Personen) 1991- 1996			125000
jährliche Netto-Migration (% der Gesamtbevölkerung)		0.93 (geschätzt)	
Ceará			
Bevölkerung (Mio.)	6.37	6.81	
Wachstumsrate (%)			1.35
Geburten je 1000 Einwohner	28.20	27.46	
Todesfälle je 1000 Einwohner	9.67	8.32	
Natürliches Bevölkerungswachstum (%)	1.85	1.91	1.88
Fiktive Bevölkerung ohne Migration		6.97	
Netto-Migration (Personen)			157000
Netto-Migration (% der Gesamtbevölkerung)		0.46 (geschätzt)	

Daneben stellte uns das IBGE 1999 Daten zu der Anzahl der Bevölkerung zur Verfügung, die 1996 in einem anderen Munizip gewohnt haben als 1991. Daraus lässt sich berechnen, dass die Netto-Migration für den Zeitraum 1991 bis 1996 im Falle von Piauí 71000 Personen umfasste, im Falle von Ceará 74000 Personen. Diese Zahlen sind wesentlich geringer als die, die sich aus dem natürlichen Bevölkerungswachstum und der Gesamtbevölkerungsentwicklung ergeben (Tab. 2). Eine solch geringe Netto-Migration würde auf sehr niedrige Raten des natürlichen Bevölkerungswachstums schließen lassen (Mittelwerte 1991-1996 Piauí: 1.23%. Ceará: 1.58%, verglichen mit Brasilien: 1.35%), die nicht plausibel erscheinen; der Mittelwert 1991-1993 für die Anzahl der Kinder während eines Frauenlebens liegt in Ceará bei 3.82 und in Piauí bei 3.52, während der Wert für Brasilien mit 2.63 deutlich geringer ist (Moura und Teixeira, 1999). Daher sind die in Tabelle 2 angegebenen Werte des natürlichen Bevölkerungswachstum und der Netto-Migration die deutlich wahrscheinlicheren Werte, die dann auch für die Szenarioerstellung übernommen wurden.

Es erscheint sinnvoll, für beide Referenzszenarien dieselbe Entwicklung der Gesamtbevölkerung im Untersuchungsgebiet anzunehmen. Unterschiedlich ist jedoch die Entwicklung der Be-

völkerungsverteilung innerhalb des Untersuchungsgebiets, d.h. zwischen den Szenarioregionen. Die Hintergrundgeschichten der beiden Szenarien sind derart gelagert, dass sich aus jeweils unterschiedlichen Gründen derselbe Trend in der Entwicklung des natürlichen Bevölkerungswachstum und der Netto-Migration aus dem Untersuchungsgebiet heraus ergeben kann. So kann im RS A das hohe Wachstum des pro-Kopf-BIPs im Vergleich zum RS B zu einer verstärkten Abnahme des natürlichen Bevölkerungswachstums führen. Andererseits kann dies durch eine höhere Ungleichverteilung der Einkommen ausgeglichen werden, wodurch große Bevölkerungsgruppen in ihrer Fertilität wiederum weniger stark abnehmen; zudem sollte die soziale Innovation im RS B eine vergleichsweise starke Abnahme des natürlichen Bevölkerungswachstums bewirken. Ein Unterschied im natürlichen Bevölkerungswachstum zwischen RS A und RS B lässt sich also nur schwerlich begründen. Dasselbe gilt für die Netto-Migration. Im RS A spricht das hohe pro-Kopf-BIP für eine geringe Netto-Migration, im RS B die stärkere regionale Ausrichtung, die sich z.B. in der Entwicklung von attraktiven Mittelzentren innerhalb des Untersuchungsgebiets ausdrückt.

Für die Entwicklung der Gesamtbevölkerung im Untersuchungsgebiet wird also nur ein Szenario erstellt. Dazu wird ein einfaches Modell verwendet, dass, getrennt für Piauí und Ceará, altersgruppenspezifische Geburts-, Sterbe- und Netto-Migrationsraten berücksichtigt, um die Bevölkerungsentwicklung zu berechnen. Ausgehend von den Geburten- und Sterberaten und der Netto-Migration im Jahre 1996 (Tab. 2) wird angenommen, dass die Geburtenrate pro 1000 Einwohner 2025 auf 16.18 (65% des Werts von 1996) in Piauí und auf 16.72 (62%) in Ceará gefallen sein wird, die Sterberate auf 7.00 (88%) in Piauí und 7.03 (86%) in Ceará und die Netto-Migration auf 0.62% (65%) in Piauí und 0.31% (64%) in Ceará. Die Geburten- und Sterberaten liegen dann noch immer über den Werten 13.7 und 6.6, die für Gesamtbrasilien im Jahr 2020 projiziert werden (IBGE, 1997a). Die Abnahme der Netto-Migration erfolgt linear, die Abnahme der Geburten- und Sterberaten nichtlinear. Auf diese Art und Weise berechnet sich die in Tabelle Tab. 3 dargestellte Bevölkerungsentwicklung im Untersuchungsgebiet Piauí und Ceará.

Tab. 3: Bevölkerungsentwicklung im Untersuchungsgebiet Piauí und Ceará zwischen 1996 und 2025 (gilt für Referenzszenario A und B)

Jahr	Bevölkerung im Untersuchungsgebiet (Mio.)	Jahr	Bevölkerung im Untersuchungsgebiet (Mio.)
1996	9.46	2011	10.91
1997	9.57	2012	10.99
1998	9.68	2013	11.07
1999	9.79	2014	11.14
2000	9.90	2015	11.22
2001	10.00	2016	11.29
2002	10.10	2017	11.37
2003	10.20	2018	11.44
2004	10.29	2019	11.51
2005	10.39	2020	11.58
2006	10.48	2021	11.65
2007	10.57	2022	11.72
2008	10.66	2023	11.79
2009	10.75	2024	11.86
2010	10.83	2025	11.93

Das Bevölkerungswachstums in den Szenarioregionen ist je nach Referenzszenario unterschiedlich. Es wird definiert über die Veränderung des Anteils der Bevölkerung einer Szenarioregion an der Gesamtbevölkerung des Untersuchungsgebiets, wie es in Tabelle 3 aufgelistet ist (Tab. 4). Es wird angenommen, dass sich die Anteile zwischen 1996 und 2025 linear verändern. Der Anteil an der Gesamtbevölkerung erhöht sich für diejenigen Szenarioregionen, für die eine starke Zuwanderung zu erwarten ist. Im RS A (Globalisierung) sind das der Großraum Fortaleza und die Küste, die durch Industrie- und Tourismus an wirtschaftlicher Attraktivität gewinnen. Die Cash-Crop-Produktion im Hinterland (mit großen potentiellen Wasserressourcen) bedarf wenig Arbeitskräften, so dass der Anteil der Bevölkerung (entsprechend dem Trend zwischen 1991 und 1996) weiter abnimmt. Auch im RS B (Dezentralisierung) erhöhen sich die Bevölkerungsanteile im Großraum Fortaleza, in Teresina und in der Küstenregion, jedoch gegenüber dem heutigen Trend und dem im RS A stark abgeschwächt. Gleichfalls abgeschwächt ist der heutige Trend in den Gebieten mit relativ großen und mit relativ geringen potentiellen Wasserressourcen, was auf die Dezentralisierung, die stärkeren regionalen Bindungen und die Art der wirtschaftliche Umstrukturierung in diesen (ländlichen) Gebieten zurückzuführen ist.

Tab. 4: Entwicklung des Anteils der Bevölkerung in den Szenarioregionen an der Gesamtbevölkerung von Piauí und Ceará, differenziert nach Referenzszenarien.

Szenarioregion	1991	1996	Referenz-	Referenz-
			szenario A	szenario B
			2025	2025
Teresina	6.7	6.9	8.1	7.3
Großraum Fortaleza	26.1	27.6	35.4	30.6
Küstenregion	12.7	12.8	17.4	13.3
Süden von Piauí	3.1	2.9	2.4	2.9
Gebiete mit großen potentiellen Wasserressourcen	33.9	32.9	26.9	31.9
Gebiete mit geringen potentiellen Wasserressourcen	17.6	16.9	9.8	14.0

5.3 Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt

Das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist, wenn auch nur in eingeschränkter Weise, ein Maß für den Wohlstand und die wirtschaftliche Aktivität einer volkswirtschaftlichen Einheit. Zu bedenken ist, dass das BIP nur die wirtschaftlichen Aktivitäten, die mit einem Transfer von Geld verbunden sind, berücksichtigt. Ausnahmen davon sind die Subsistenzlandwirtschaft und das Bewohnen des eigenen Hauses (van Dieren, 1995). Unbezahlte Tätigkeiten im Haushalt bleiben unberücksichtigt, ebenso wie die Degradation der Natur und die Erschöpfung natürlicher Ressourcen. Ein weiteres Problem liegt in der Umrechnung der einzelnen Währungen, bei die Kaufkraft in den einzelnen volkswirtschaftlichen Einheiten widerspiegeln muss. Trotz allem ist es sinnvoll, das BIP als Maß für die ökonomische Entwicklung zu verwenden, da es der einzige weltweit anerkannte und nach vergleichbarer Methodik berechnete Indikator ist. Für die im WAVES-Programm eingesetzten Modelle ist das BIP eine Eingabegröße, die u.a. die Wassernutzung, die Investitionen und die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten beeinflusst.

Abbildung 6 zeigt die historische Entwicklung des pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts von Piauí, Ceará, Brasilien und Lateinamerika seit 1970 sowie die zukünftige Entwicklung in Lateinamerika laut dem globalen Szenario A1. Seit den achtziger Jahren liegt das pro-Kopf-BIP in Brasilien knapp über dem Durchschnittswert von Lateinamerika (zu beachten sind die unterschiedlichen Bezugsgrößen 1990-US\$ und 1995-US\$), wobei die jährlichen Wachstumsraten des pro-Kopf-BIPs denen von Lateinamerika als ganzes sehr ähnlich sind (Abb. 7). Wir nehmen daher an, dass die zukünftigen Wachstumsraten in Brasilien gleich denen in Lateinamerika sein werden.

Es fällt auf, dass das für das globale Szenario A1 angenommene zukünftige Wachstum des pro-Kopf-BIPs in Lateinamerika mit etwa 4.7% pro Jahr weit über dem Wachstum der vergangenen Jahre liegt. Möglicherweise liegt der hohe Wert darin begründet, dass die globalen Szenarien vor allem Referenzszenarien der Emission von Treibhausgasen sind, vor dessen Hintergrund die Wirksamkeit von Reduktionsmaßnahmen analysiert werden sollen; ein geringes Wirtschaftswachstum, verbunden mit technologischem Fortschritt, könnte bereits ohne Reduktionsmaßnahmen zu einer Abnahme der Emissionen führen.

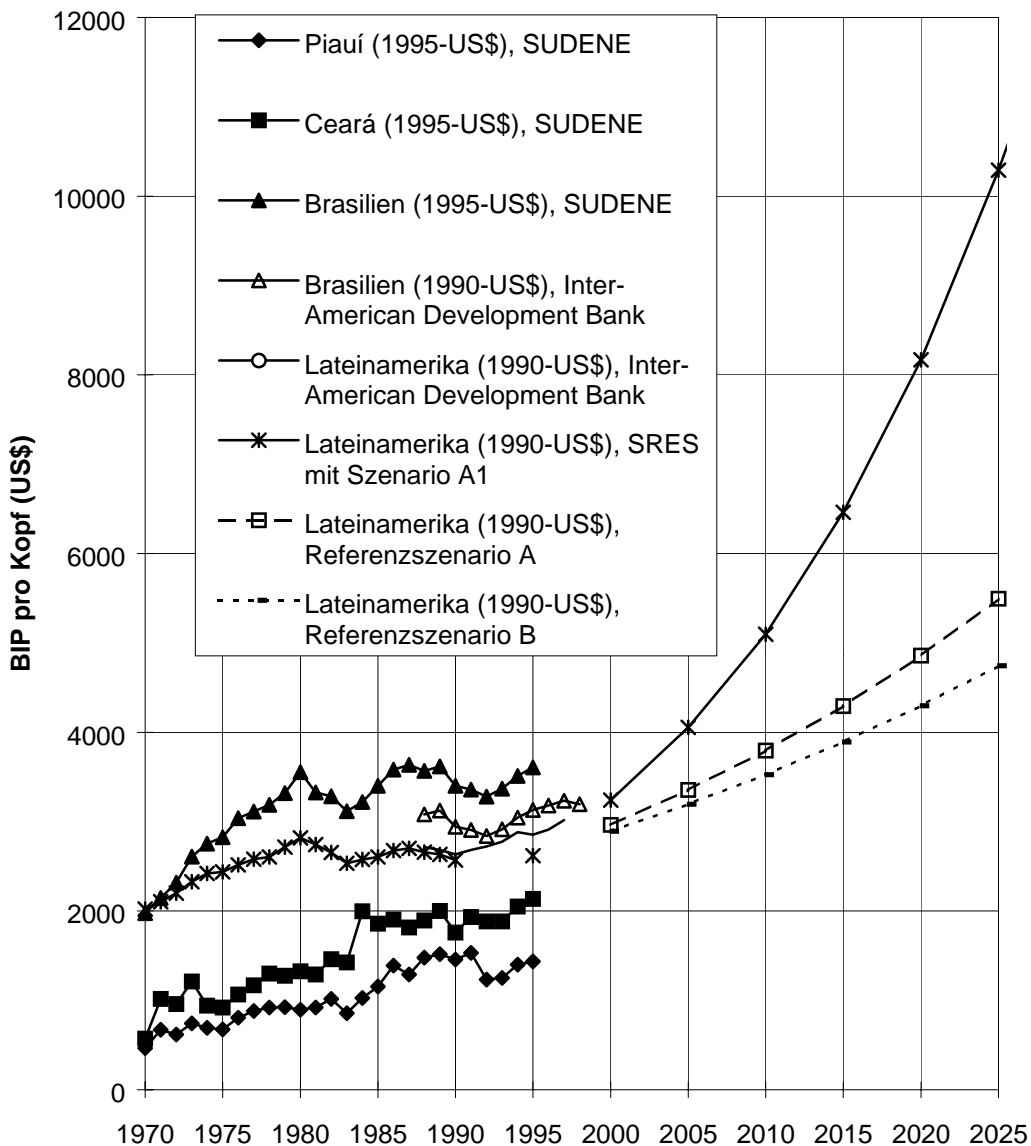


Abb. 6: Historische Entwicklung des pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts von Piauí, Ceará, Brasilien und Lateinamerika sowie die Entwicklung in Lateinamerika im globalen Szenario A1 und den Referenzszenarien A und B.

Für das globale Szenario B2 standen uns noch keine Zeitreihen für Lateinamerika zur Verfügung, sondern lediglich ein Mittelwert des jährlichen Wachstums in der Weltregion Lateinamerika-Afrika-Naher Osten für den Zeitraum 1990-2050 (LAN-Mittelwert). Da der entsprechende Mittelwert für das Szenario A1 mit 4% unter dem Mittelwert 1995-2025 für Lateinamerika von

4.7% liegt, kann ausgehend vom LAN-Mittelwert des Szenarios B2 von 2.5% von einer Wachstumsrate für Lateinamerika von 2.9% ausgegangen werden.

Uns erschienen die hohen Wachstumsraten in beiden globalen Szenarien wenig plausibel. Daher haben wir uns entschieden, von den IPCC-Szenarien abzuweichen und eine Wachstumsrate des pro-Kopf-BIPs in Lateinamerika und Brasilien von 2.5% pro Jahr für das Referenzszenario A und von 2.0% pro Jahr für das Referenzszenario B während des Zeitraums 1996-2025 anzusetzen. Auch Raskin et al. (1998) verwenden in ihren beiden globalen Szenarien vergleichbare Werte (2.0 und 2.3%) für Lateinamerika.

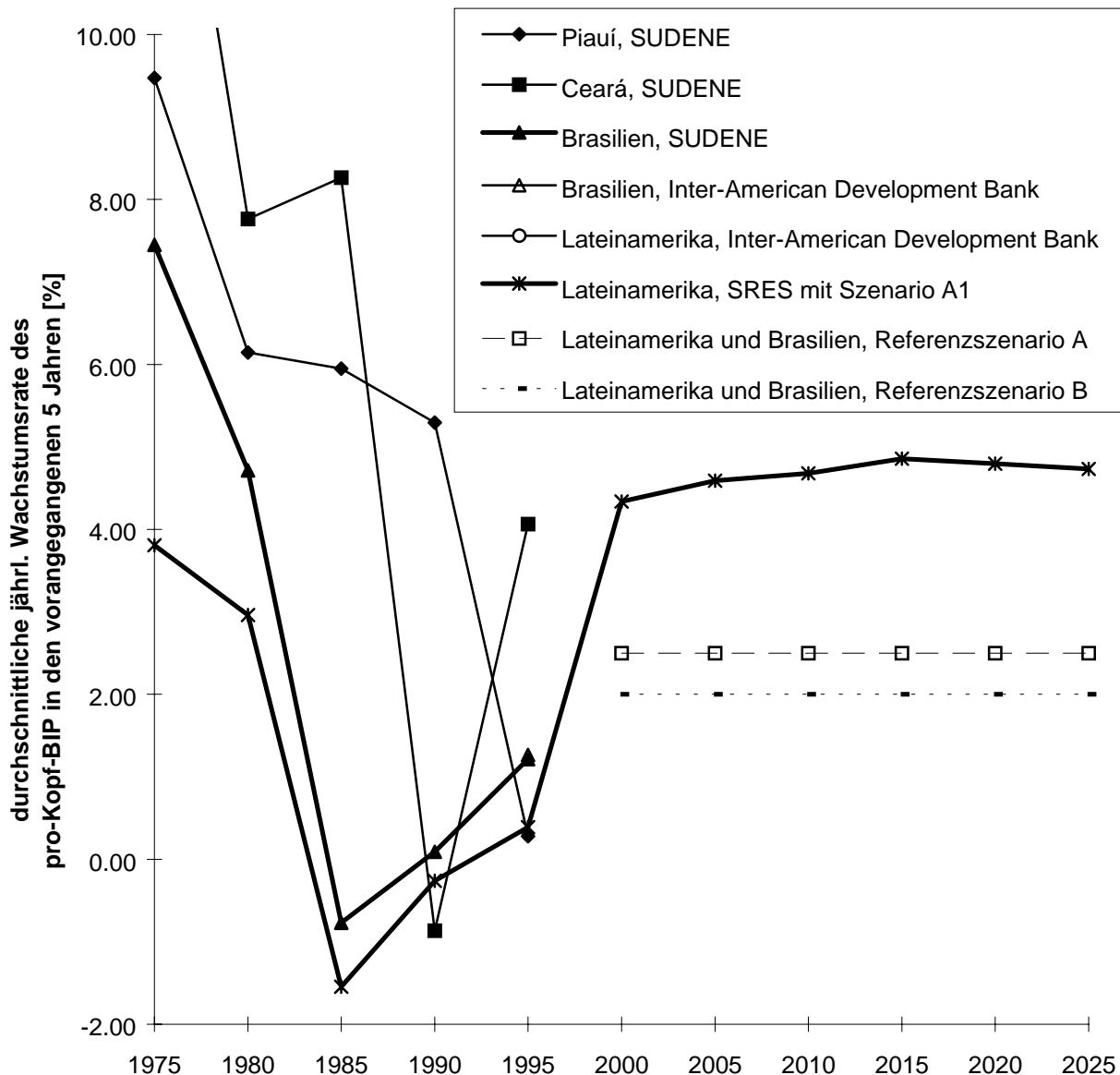


Abb. 7: Historische Entwicklung der jährlichen Wachstumsrate des pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts von Piauí, Ceará, Brasilien und Lateinamerika sowie die Entwicklung in Lateinamerika laut des globalen Szenarios A1 und der Referenzszenarien A und B; eingezeichnet sind jeweils die mittleren jährlichen Wachstumsraten der vergangenen 5 Jahre.

Das pro-Kopf-BIP in Piauí und Ceará ist bis heute geringer als das in Brasilien (Abb. 6). Die Wirtschaftsentwicklung in beiden Staaten weist starke jährliche Schwankungen auf. Die Wachstumsraten sind in den letzten beiden Jahrzehnten tendenziell gefallen, lagen jedoch meist deutlich über den Wachstumsraten Gesamtbrasiliens (Abb. 7). So nahm das pro-Kopf-BIP

in Brasilien von 1997 auf 1998 um 1.1% ab, in Piauí stieg es jedoch um 2.1% und in Ceará um 0.4%. Langfristig betrachtet unterscheidet sich das Wirtschaftswachstums in beiden Staaten nicht signifikant. Wir schließen daraus für RS A und B, dass sich die wirtschaftliche Entwicklung in Piauí und Ceará nicht stark unterscheiden wird, sie aber im Gesamtuntersuchungsgebiet etwas stärker sein wird als die in Brasilien. In Szenarioregionen mit einer starken wirtschaftlichen Entwicklung lt. den qualitativen Referenzszenarien (vgl. Abschnitte 3.1.1 und 3.1.2) wird von einem gegenüber der brasilianischen Entwicklung verstärkten Anstieg des pro-Kopf-BIPs ausgegangen. Tabelle 5 listet die für RS A und B angenommenen Wachstumsraten in den sechs Szenarioregionen.

Tab. 5: Szenarien der Wachstumsrate des pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts in den sechs Szenarioregionen des Untersuchungsgebiets. Die angegebene jährliche Rate wird als konstant angenommen für jedes Jahr zwischen 1996 und 2025.

Szenarioregion	jährliches Wachstum des pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts zwischen 1996 und 2025 [%]	
	RS A	RS B
Teresina	2.5	2.2
Großraum Fortaleza	2.7	2.2
Küstenregion	2.7	2.2
Süden von Piauí	2.7	2.2
Gebiete mit großen potentiellen Wasserressourcen	2.7	2.4
Gebiete mit geringen potentiellen Wasserressourcen	2.5	2.2

5.4 Urbanisierung

Der globale Trend eines zunehmenden Urbanisierungsgrades der Bevölkerung gilt auch für das Projektgebiet. So stieg der urbane Bevölkerungsanteil im Untersuchungsgebiet von 61,8% im Jahre 1991 auf 66,1% 1996. Verschiedene globale Szenarien gehen davon aus, dass der Urbanisierungsgrad in Zukunft noch weiter ansteigen wird, der jährliche Zuwachs jedoch bis 2025 abnehmen wird (IPCC-SRES, 1999; WRI, 1996). Da das Untersuchungsgebiet auf noch relativ hohem ruralem Niveau startet (Gesamtbrasilien hatte nach WRI bereits 1995 78% urbanen Bevölkerungsanteil), kann davon ausgegangen werden, dass dort bis 2025 noch nicht die Sättigungsgrenze erreicht sein wird.

Es wird vereinfacht von einer jährlich konstanten Zunahme des Urbanisierungsgrads in jeder Szenarioregion ausgegangen, entsprechend der in den beiden Referenzszenarien unterschiedlichen Entwicklungstendenzen (Tab. 6). Für das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt sich jedoch in beiden Szenarien ein mittlerer Urbanisierungsgrad von 78 % (78.1 in RS A, 78, 4% in RS B), was einer konstanten jährlichen Zunahme des Urbanisierungsgrads von 0.6% bzw. einer konstanten jährlichen Abnahme des Anteils der ländlichen Bevölkerung von 1,5% entspricht. Auf den ersten Blick überrascht, dass die Urbanisierung im RS A nicht größer ist als im RS B. Das erklärt sich mit der relativ niedrig definierten Urbanitätsschwelle in Brasilien (>2000 Einwohner): die bei einer in RS B angenommene endogene Wirtschaftsentwicklung findet vor allem durch mittlere Betriebe (Handwerk) statt, die sich in vergleichsweise kleinen ‚verstädterten‘ Orten im ansonsten ruralen Hinterland sowie in den Muniziphauptstädten ansiedeln. Eine weitere Ausdifferenzierung der Szenarios z.B. bzgl. der Entwicklung raumordnerisch bedeutsamer Zentrenhierarchien soll zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfolgen.

Tab. 6: Urbanisierungsgrad der Szenarioregionen des Untersuchungsgebiets für die Jahre 1991, 1996 und 2025 (a), konstante jährliche Urbanisierungsrate 1996-2025 (b), konstante jährliche Abnahme des ruralen Bevölkerungsanteiles 1996-2025 (c), in %.

Szenarioregion	1991	1996	2025 RS A			2025 RS B		
	a)	a)	a)	b)	c)	a)	b)	c)
Teresina	92.9	93.6	97	0.12	2.56	97	0.12	2.56
Großraum Fortaleza	97.1	97.2	98	0.03	1.13	98	0.03	1.13
Küstenregion	49.3	53.5	75	1.17	2.11	70	0.93	1.5
Süden von Piauí	36.4	42.8	50	0.54	0.46	60	1.17	1.23
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	42.1	47.5	60	0.81	0.93	70	1.35	1.91
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	50.5	54.9	65	0.58	0.87	75	1.08	2.01
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	20.7	29.0	37	0.84	0.41	42	1.28	0.69
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	43.4	48.8	55	0.41	0.44	60	0.72	0.85
<i>Gesamtgebiet (Piauí und Ceará)</i>	<i>61.8</i>	<i>66.1</i>	<i>78</i>	<i>0.58</i>	<i>1.50</i>	<i>78</i>	<i>0.59</i>	<i>1.54</i>

5.5 Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen

Zur Beurteilung der Lebensqualität ist es notwendig, nicht nur Informationen über das durchschnittlich pro-Kopf-BIP zu haben, sondern auch über die Einkommensverteilung und insbesondere über den Anteil der Personen an der Bevölkerung, denen nur ein vergleichsweise geringes Einkommen zur Verfügung steht. Außerdem ermöglicht eine solche Information auch Rückschlüsse auf Handlungsmöglichkeiten der Bevölkerung, z.B. im Hinblick auf die (selbstfinanzierte) Versorgung mit sicherem Trinkwasser.

Ein Standard-Maß der Einkommensverteilung ist der Gini-Index. Der Gini-Index ist jedoch insofern ein unbestimmtes Maß, als es nicht möglich ist, aus ihm allein die Anteile der Bevölkerung, die unterhalb eines bestimmten Einkommens liegen, zurückzurechnen. Daher verwenden wir als Maß für den Anteil der Bevölkerung mit einem vergleichsweise geringen Einkommen die einzige weitere für die Munizipien verfügbare Größe: der Anteil der Personen an der Gesamtbevölkerung, denen weniger als die Hälfte des Mindesteinkommens zur Verfügung steht (dabei wird das Haushaltseinkommen auf die Familienmitglieder bezogen).

Bei einem pro-Kopf-BIP pro Jahr von ca. 3670 1995-US\$ in Brasilien, jedoch nur 1445 1995-US\$ in Piauí und 2136 1995-US\$ in Ceará im Basisjahr 1996, betrug das (für Gesamtbrasilien festgesetzte) Mindesteinkommen 114 1995-US\$ pro Monat, d.h. 1368 1995-US\$ pro Jahr. Tabelle 7 zeigt, dass Anteil der Personen, denen weniger als die Hälfte des Mindesteinkommens zur Verfügung steht, sehr hoch ist, und dass sich dieser Anteil zwischen 1980 und 1991 kaum verändert hat.

Tab. 7: Anteil der Personen, denen weniger als die Hälfte des Mindestlohns zur Verfügung stand (PNUD et al., 1998) (kaufkraftbereinigt)

	An Anteil der Personen, denen weniger als die Hälfte des Mindestlohns zur Verfügung stand [%]	
	Piauí	Ceará
1970	94.50	90.04
1980	80.17	70.23
1991	78.14	72.78

Munizipspezifische Informationen existieren lediglich für das Jahr 1991, aber nicht für das WAVES-Basisjahr 1996. Aufgrund der geringen Änderungen zwischen 1980 und 1991 nehmen wir an, dass in jedem Munizip der Anteil der Personen, denen weniger als die Hälfte des Mindestlohns zur Verfügung stand, im Jahr 1996 gleich dem im Jahr 1991 war.

Damit der Anteil auch als Maß für die Einkommensverteilung dienen kann, muss die angenommene zukünftige Einkommensgrenze ($0.5 \cdot \text{Mindestlohn}$) an das pro-Kopf-BIP gekoppelt werden. Wir nehmen an, dass die Einkommensgrenze sich in jedem Jahr (in etwa wie das pro-Kopf-BIP) um 4.9% (RS A) bzw. 3.1% erhöht (vgl. Tab. 5). Bei dieser Definition der Einkommensgrenze bleibt die Einkommensverteilung (aufgeteilt nach nur zwei Klassen) gleich, wenn der Anteil der Bevölkerung unter der Einkommensgrenze gleich bleibt. Dann profitieren beide Einkommensklasse prozentual gleich stark von einer Erhöhung des pro-Kopf-BIP.

Der Anteil der Personen unter der Einkommensgrenze ist heute (1991) in Teresina und im Großraum Fortaleza mit ca. 55% deutlich niedriger als im restlichen Untersuchungsgebiet mit ca. 85% (Tab. 8). Dies erklärt sich durch das in den Großstädten deutlich höheren pro-Kopf-BIP. Allerdings sind zu einen die Lebenshaltungskosten in den Großstädten wesentlich höher als anderswo, und die ländliche Bevölkerung bedarf zudem weniger Geldeinkommens, da die geldlose Subsistenzwirtschaft zum Lebensunterhalt beiträgt (die Wertschöpfung aus der Subsistenzlandwirtschaft ist beim Einkommen nicht berücksichtigt).

Für jede der acht Szenarioregionen listet Tabelle 8 die prozentuale Änderung des Anteils der Personen unter der Einkommensgrenze zwischen 1996 und 2025. Durchgehend wird angenommen, dass im RS A, dem ökonomisch starken Globalisierungsszenario die Ungleichheit der Einkommen steigt. Vom BIP-Wachstum profitieren, bei Cash-Crop-Anbau in den wasserreichen Gebieten und im Süden von Piauí und einem Tourismus- und Industrieboom an der Küste, vorwiegend die wirtschaftlich Starken; in diesem Szenario wird angenommen, dass es keinen gewollten sozialen Ausgleich, d.h. eine politisch gesteuerte Einkommensverteilung nach unten gibt. Im RS B, dem Dezentralisierungsszenario, dominiert die soziale Innovation und das Streben nach Nachhaltigkeit, was zu einer Verringerung der Einkommensungleichheit führt. Die Entwicklung zwischen 1996 und 2026 wird als linear angenommen.

Tab. 8: Szenarien der prozentualen Änderung der Anteile der Personen an der Gesamtbevölkerung mit vergleichsweise geringem Einkommen.

Szenarioregion	mittlerer Anteil der Bevölkerung unterhalb der Einkommensgrenze			Änderung des Anteils zwischen 1996 und 2025 [%]	
	1991(=1996)	2025 RS A	2025 RS B	2025 RS A	2025 RS B
Teresina	56	57	51	+1.8	-8.9
Großraum Fortaleza	54	59	49	+9.3	-9.3%
Küstenregion	83	88	78	+5.7	-5.7
Süden von Piauí	87	92	87	+5.7	0
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	85	90	78	+5.9	-8.2
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	81	86	74	+6.2	-8.6
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	88	89	83	+1.1%	-5.7
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	86	87	81	+1.2%	-5.8%

5.6 Potentiell für den Ackerbau verfügbare Flächen

Zur Beschreibung der Änderung der Landnutzung werden zwei wesentliche Aspekte quantifiziert: die potentiell für den Ackerbau zur Verfügung stehende Fläche und die Änderung der Bewässerungsflächen. Sie bestimmen entscheidend die Erträge und damit die Beschäftigungssituation und die Einkommen in der Landwirtschaft. Sie gehen als Parameter in das agrarökonomische Modell RASMO ein.

Die Flächen, auf denen potentiell Ackerbau betrieben werden kann, umfassen, gemäß der Definition im Modell RASMO, das tatsächlich genutzte Ackerland, die Kunstweiden und die zur Zeit nicht genutzten, aber produktiven Flächen innerhalb der landwirtschaftlichen Betriebe. Nicht eingeschlossen, aber zur gesamten Betriebsfläche dazugehörig, sind die Brachflächen, Naturweiden, Naturwälder, Forst und die nicht nutzbaren Flächen. Brachflächen sind deshalb nicht eingeschlossen, weil sie ohne Bebauung bleiben müssen, um eine langfristig nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. RASMO optimiert, innerhalb der potentiell für den Ackerbau zur Verfügung stehenden Fläche, die tatsächlich für den Ackerbau genutzte Fläche. Daher ist es notwendig, die potentiell für den Ackerbau verfügbaren Flächen als Szenario vorzugeben.

Die Änderung der Größe dieser Flächen in den letzten 10 Jahren zeigt Tabelle 9. Sie hat in dieser Zeit stark abgenommen. Dabei ist zu beachten, dass sich die ungenutzten Flächen im gleichen Verhältnis verringert haben wie die aktuell genutzten Flächen und nicht, wie man zunächst annehmen könnte, eher aufgegeben wurden.

Tab. 9: Fläche, die dem Ackerbau potentiell zur Verfügung stand (IBGE, Censo Agropecuario 1995/96)

	Fläche, die dem Ackerbau potentiell zur Verfügung stand, in ha		Änderung der Fläche, in %
	1985	1996	
Ceará	3.753.924	2.495.301	-34
Piauí	4.269.103	3.172.876	-26

Die für die jeweiligen Referenzszenarien definierten prozentualen Änderungen der Flächen, auf denen potentiell Ackerbau realisiert werden kann, sind in Tabelle 10 aufgelistet. In den Großstädten wird sich aufgrund des Bevölkerungswachstums und der damit verbundenen Bebauung der Boden verteuern und somit weniger als Ackerland genutzt werden. Die Betriebe im Süden von Piauí haben noch viele ungenutzte Flächen. Da zudem auch die relativ hohen Niederschläge große potentielle Entwicklungsmöglichkeiten bieten, nehmen wir an, dass dort möglicherweise neue landwirtschaftliche Flächen erschlossen werden. Im Globalisierungsszenario durch den Anbau von z. B. Soja, im Dezentralisierungsszenario durch die Ausbildung neuer Mittelzentren und den damit verbundenen Bevölkerungsanstieg. In den wasserreicheren Gebieten werden die Ackerflächen nur geringfügig ausgedehnt. Es wird zwar wesentlich mehr produziert, was jedoch auf effektivere Produktionsmethoden, wie z. B. Bewässerung, zurückzuführen ist. Außerdem werden verstärkt Früchte mit geringerem Platzbedarf angebaut (auch an der Küste). Die wasserärmeren Gebiete entwickeln sich v.a. im Globalisierungsszenario sehr geringfügig, es werden viele Menschen abwandern (vgl. Tab. 4) und entsprechend Betriebe aufgegeben werden.

Tab. 10: Entwicklung der Gesamtflächen aller Betriebe, die potentiell für den Ackerbau verfügbar sind, entsprechend der Referenzszenarien.

Szenarioregion	Potentiell für den Ackerbau verfügbare Fläche, in 1000 ha			Änderung der Fläche zwischen 1996 und 2025, in %	
	1996	2025 RS A	2025 RS B	2025 RS A	2025 RS B
Teresina	21.877	10.938	10.938	- 50	- 50
Großraum Fortaleza	79.379	31.752	31.752	- 60	- 60
Küstenregion	619.582	557.624	588.603	- 10	- 5
Süden von Piauí	1102.558	1157.686	1212.814	+ 5	+ 10
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	1493.405	1538.207	1568.075	+ 3	+ 5
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	881.191	907.627	925.251	+ 3	+ 5
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	530.046	424.036	477.041	- 20	- 10
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	940.136	752.109	846.123	- 20	- 10

Nimmt man eine durchschnittliche Größe pro Betriebstyp an, so ist mit der Festlegung der gesamten für den Ackerbau potentiell zur Verfügung stehenden Fläche ebenfalls die Fläche pro Betriebsgrößenklasse definiert, unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.8 angegebenen prozentualen Verteilung der Betriebsgrößenklassen.

5.7 Bewässerungsflächen

Der prozentuale Anteil der bewässerten Flächen entspricht in den meisten Munizipien nur einem kleinen Teil der gesamten Betriebsfläche. In Piauí und im wasserärmeren Ceará beträgt er weniger als 0.1%. Durch Bewässerung lassen sich hohe Ertragssteigerungen erreichen, so dass auf von einer gegebenen Anbaufläche auch mehr Menschen leben können. Es wird für beide Referenzszenarien angenommen, dass sich die Bewässerungsflächen in den nächsten Jahren in allen Szenarioregionen ausdehnen werden. Sowohl unter den Bedingungen der Globalisierung und des Anbaus von Cash Crops als auch bei einer dezentralen Entwicklung ist davon auszugehen, dass es zu einer ähnlich starken Ausdehnung der Bewässerung kommt, insbesondere für den Anbau von hochwertigen Feldfrüchten (Obst und Gemüse). Zudem lassen in beiden RS das höhere BIP Investitionen im Wasserbereich zu.

Es wurden für jede der 8 Regionen Szenarien definiert, die die Veränderung der Bewässerungsfläche als prozentualen Anteil der bestehenden Fläche ausweisen (Tab. 11). Enthalten sind ca. 84000 ha zusätzliche Ackerfläche, die dann bewässert sein wird, wenn alle bislang geplanten Bewässerungsprojekte implementiert sein werden. In den Großstädten Fortaleza und Teresina verkleinern sich die Betriebsflächen (vgl. Tab. 10), wobei eher unbewässerte Flächen aufgegeben werden und sich der Anteil der bewässerten somit erhöht. Außerdem ist Wasser dort leicht verfügbar und sehr billig und somit eine Ausdehnung um 500 bzw. 300% möglich. Werden die für die Küstenregion geplanten Bewässerungsprojekte umgesetzt, erhöht sich schon allein dadurch die Bewässerungsfläche um 170%. Der Süden von Piauí hat nur wenige Bewässerungsflächen. Die angenommene Verachtfachung der bisherigen Flächen entspricht somit nur einer recht geringen Zunahme der absoluten Fläche. Die wasserreichen Gebiete werden sich in beiden Szenarien stark entwickeln und einander angleichen. Durch die geringeren Ausgangszahlen ist die prozentuale Erhöhung in Piauí stärker. In den wasserarmen Gebieten hingegen sind schon fast alle möglichen Wasserressourcen in Nutzung. Da die gesamte Produktion ungefähr gleich bleibt (siehe Storyline), der Niederschlag aber sinken wird, werden auch hier die Flächen ausgedehnt.

Tab. 11: Szenario der Änderung der Ausdehnung der Bewässerungsfläche.

Szenarioregion	Bewässerungsfläche in ha		Änderung der Bewässerungsfläche in %
	1996	2025	1996-2025
Teresina	1018	4072	+ 300
Großraum Fortaleza	695	4170	+ 500
Küstenregion	10476	41904	+ 300
Süden von Piauí	1470	11760	+ 700
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	10402	62412	+ 500
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	28138	112552	+ 300
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	103	309	+ 200
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	3964	15856	+ 300
<i>Gesamtgebiet (Piauí und Ceará)</i>	56266	252035	+348

Anders als bei den anderen Szenariogrößen erfolgt die Zuweisung auf die Munizipien innerhalb einer Szenarioregion nicht durch gleichmäßige prozentuale Erhöhung der 1996 in den Munizipien vorhandenen Bewässerungsflächen. Vielmehr werden für das Jahr 2025 die für bestimmte Munizipien bereits heute geplanten Bewässerungsprojekte nur diesen Munizipien zugewiesen; die Restflächen werden gleichmäßig auf alle Munizipien innerhalb der Szenarioregion verteilt. Dadurch erhalten auch die vielen Munizipien, in denen 1996 nicht bewässert wurde, Bewässerungsflächen. Darüber hinaus wurde angenommen, dass die Verteilung der Arten bewässerter Feldfrüchte innerhalb jedes Munizips im Jahre 2025 eine andere ist als 1996 (vgl. Teilprojektbericht Großskalige Wassermanagementmodellierung).

5.8 Betriebsgrößen

Um Aussagen über das Einkommen und dessen Verteilung machen zu können, muss die Größe der einzelnen Betriebe näher definiert werden. Dazu werden, wie auch im agrarökonomischen Modell RASMO, die Betriebe in drei Größenklassen unterteilt: kleine, die vorwiegend subsistenzorientiert arbeiten (mit weniger als 10 ha Betriebsfläche), mittlere bis 100 ha Betriebsfläche und Großbetriebe (> 100 ha).

Die historische Entwicklung der Anzahl der Betriebe bezogen auf die einzelnen Betriebsgrößenklassen von 1950 bis 1995 zeigt Abbildung 8. Die Anzahl der kleinen Betriebe hat sich danach bis 1985 stark erhöht, was v.a. auf eine zunehmende Zersplitterung zurückzuführen ist, da in der selben Zeit die von ihnen beanspruchte Fläche nur von 18.1 auf 22.6 Millionen ha gestiegen ist. Mittlerweile ist die beanspruchte Fläche wieder auf 18.6 Millionen ha gesunken, die Anzahl der Betriebe hat sich ebenfalls verkleinert und es ist anzunehmen das diese Tendenz sich fortsetzen wird, weil eine stärkere Zersplitterung kaum möglich ist. Im Globalisierungsszenario werden tendenziell die Großbetriebe dominieren, im Dezentralisierungsszenario hingegen die mittleren Betriebe an Bedeutung gewinnen.

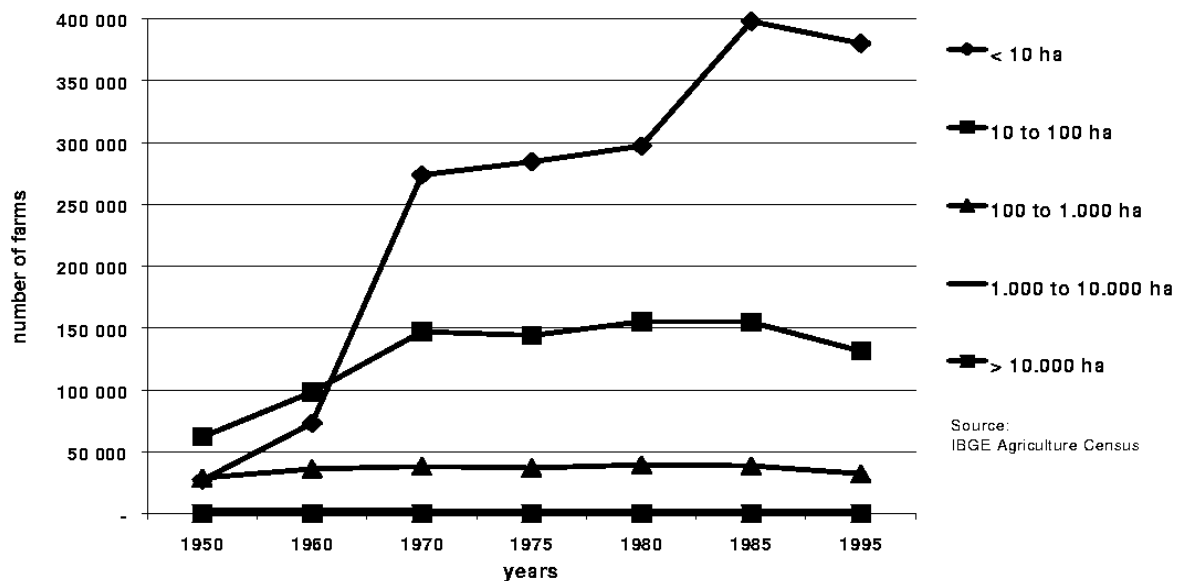


Abb. 8: Historische Entwicklung der Anzahl der Betriebe pro Betriebsgrößenklasse in Piauí und Ceará von 1950 bis 1995.

Zur Beschreibung von Änderungen der Größe der einzelnen Betriebe wird der veränderte Anteil der Anzahl der Betriebe pro Betriebsgrößenklasse im Bezug auf die Gesamtzahl der Betriebe für alle Szenarienregionen definiert (Tab. 12). In den Großstädten wird in beiden Szenarien die gesamte Betriebsfläche erheblich verkleinert (siehe auch Abschnitt 5.6); vor allem die großen Betriebe werden fast vollständig verschwinden, womit sich der Anteil der übrigen stark erhöht. Eine ähnliche Tendenz gibt es im Küstengebiet, wobei hier aber zusätzlich der Anbau von Obst und Gemüse in den mittleren Betrieben verstärkt wird. Im südlichen Piauí sinkt die Bevölkerungszahl, wobei vorrangig die ärmeren Subsistenzlandwirte abwandern werden und sich deren Anteil auf die anderen Kategorien verteilen wird. Die sich neu bildenden Betriebe (die gesamte Fläche dehnt sich aus, siehe Tab. 10) werden eher groß (RS A) bzw. mittelgroß (RS B) sein. Die wasserreicheren Gebiete entwickeln sich ähnlich. Die Besitzer der kleineren Betriebe arbeiten z. B. auf den neu entstandenen Cash-Crop-Farmen (v.a. RS A) oder auch in der verarbeitenden Industrie (RS B, siehe Storyline). Die wasserärmeren Gebiete von Ceará gleichen sich denen von Piauí an, diese wiederum ändern und entwickeln sich kaum.

Tab. 12: Szenarien der Änderung der Anzahl der Betriebe pro Betriebsgrößenklasse in Prozent bezogen auf die Gesamtzahl der Betriebe.

Szenarioregion	Anzahl der Betriebe	Anzahl der Betriebe pro Betriebsgrößenklasse in %			Änderung des Anteils zwischen 1996 und 2025 in %	
		1996	2025 RS A	2025 RS B	2025 RS A	2025 RS B
Teresina	bis 10 ha	86	89	89	3	3
	bis 100 ha	11	10	10	-9	-9
	über 100 ha	3	1	1	-67	-67
Großraum Fortaleza	bis 10 ha	83	89	89	7	7
	bis 100 ha	13	10	10	-23	-23
	über 100 ha	4	1	1	-75	-75
Küstenregion	bis 10 ha	78	70	68	-10	-13
	bis 100 ha	18.5	25	30	35	62
	über 100 ha	3.5	5	2	43	-43
Süden von Piauí	bis 10 ha	44	34	30	-23	-32
	bis 100 ha	38	41	50	8	32
	über 100 ha	17	25	20	47	18
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	bis 10 ha	72	43	35	-40	-51
	bis 100 ha	21	50	60	138	186
	über 100 ha	7	7	5	0	-29
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	bis 10 ha	74	43	35	-42	-53
	bis 100 ha	22	50	60	127	173
	über 100 ha	4	7	5	75	25
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	bis 10 ha	52	52	45	0	-13
	bis 100 ha	40	40	50	0	25
	über 100 ha	8	8	5	0	-38
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	bis 10 ha	66.5	63	48	-5	-28
	bis 100 ha	26	29	35	12	35
	über 100 ha	7.5	8	7	7	-7

6 Interventionsszenarien

6.1 Verstärkte Ausdehnung der öffentlichen Wasserversorgung

Um die Lebensqualität in Piauí und Ceará zu erhöhen, werden, vor allem mit Hilfe von Sonderprogrammen der brasilianischen Bundesregierung, heute Anstrengungen übernommen, den Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung zu erhöhen und so für einen immer größeren Anteil der Bevölkerung eine sichere Wasserversorgung zu gewährleisten. So wird in beiden Referenzszenarien davon ausgegangen, dass sich der Anschlussgrad an die öffentliche Wasserversorgung erhöhen wird (Tab. 13). In der Tabelle ist auch angegeben, welchem Anteil an der städtischen Bevölkerung der jeweilige Anschlussgrad entspricht. Heute ist nämlich fast ausschließlich die städtische Bevölkerung (Siedlungen über 2000 Einwohner), vorwiegend die der Muniziphauptstädte, angeschlossen. Bei den Referenzszenarien gehen wir davon aus, dass auch ein kleiner Anteil der ländlichen Bevölkerung, über kleine Wassergewinnungsanlagen und Leitungsnetze, die ordnungsgemäß betrieben werden, mit sicherem Wasser versorgt wird.

Die betrachtete Intervention besteht in einer verstärkten Ausdehnung der öffentlichen Wasserversorgung auf die gesamte städtische Bevölkerung und auf 15% der ländlichen Bevölkerung (vgl. Tab. 6). Tabelle 13 zeigt die sich aus dieser Maßnahme ergebenden Anschlussgrade in den Szenarioregionen. Die verstärkte Ausdehnung der öffentlichen Wasserversorgung verur-

sacht gegenüber den Referenzszenarien erhöhte Kosten und bewirkt eine erhöhte Wassernutzung, die angesichts der mangelnden Wasserverfügbarkeit problematisch sein könnte. Andererseits erhöht sich dadurch die Lebensqualität.

Tab. 13: Anschlussgrad der Bevölkerung an der öffentlichen Wasserversorgung.

Szenarioregion	Anteil der Bevölkerung, die an die öffentliche Wasserversorgung über das Leitungsnetz angeschlossen ist, in % (in % der städtischen Bevölkerung)				
	1997	2025 RS A	2025 RS B	2025 Intervention RS A	2025 Intervention RS B
Teresina	93.6 (100)	95 (98)	95 (98)	97	97
Großraum Fortaleza	68.3 (70)	80 (82)	80 (82)	98	98
Küstenregion	30.5 (57)	60 (80)	45 (64)	79	75
Süden von Piauí	41.6 (97)	50 (100)	50 (82)	58	66
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Piauí)	41.5 (87)	55 (92)	55 (79)	66	75
Gebiete mit großen pot. Wasserressourcen (Ceará)	37.1 (68)	50 (77)	50 (67)	70	79
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Piauí)	22.1 (76)	30 (81)	30 (71)	46	51
Gebiete mit geringen pot. Wasserressourcen (Ceará)	33.7 (69)	40 (73)	40 (67)	62	66

7 Quantitative Indikatoren zur Beschreibung der zukünftigen Situation

Indikatoren beschreiben quantitativ den Zustand eines Systems und sind daher auch geeignet, Zustandsänderungen anzuzeigen. Sie sind die Grundlage für eine Situationsbewertung und deswegen für politische Entscheidungen sowie deren Bewertung notwendig. Beispielsweise wird im allgemeinen das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt als Indikator des Wohlstands betrachtet und der Erfolg von Maßnahmen an seiner Entwicklung beurteilt. Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung werden seit vielen Jahren aufgestellt und diskutiert (vgl. IISD, 1999). Die United Nations Commission for Sustainable Development entwickelte z.B., den Kapiteln der Agenda 21 folgend, 134 Indikatoren, die für die Anwendung auf Gesamtstaaten gedacht sind. Es besteht jedoch zudem der Bedarf nach einem hochaggregierten, leicht verständlichen Sustainable Development Index, der den Indikator Bruttoinlandsprodukt ergänzen oder ersetzen könnte.

Im Rahmen des WAVES-Programms sind insbesondere solche Indikatoren von Interesse, die einerseits Aussagen zur nachhaltigen Entwicklung im Untersuchungsgebiet machen und andererseits die interdisziplinären Arbeitsergebnisse aus dem Bereich Wasser-Landwirtschaft-Migration nutzen. Beispielhaft wird im folgenden ein Indikator für Wasserknappheit vorgestellt, der Ergebnisse der Modellierung der Wassernutzung mit denen der hydrologischen Modellierung verbindet. Des weiteren werden die Änderungen dieses Indikators in den Referenzszenarien A und B gezeigt sowie die Auswirkung der oben vorgestellten Intervention, nämlich eines verstärkten Anschlusses der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung.

7.1 Wasserknappheitsindex Verhältnis von Wassernutzung zu Wasserverfügbarkeit

Als Index für Wasserknappheit wird der Quotient der langjährigen Mittel der jährlichen Gesamtwasserentnahme und der jährlichen Wasserverfügbarkeit in jedem Munizip definiert. Wasserverfügbarkeit im Munizip meint hier die Wasserverfügbarkeit eines Munizips inklusive der Zu-

leitung aus höher gelegenen Munizipien über das Gewässernetz, abzüglich der konsumptiven Wassernutzung aller oberstrom gelegenen Munizipien:

$$\text{Index_Wasserknappheit}_i = \frac{\text{Gesamtwasserentnahme}_i}{\text{Abfluss}_i - \sum_1^n \text{konsumptiveGesamtnutzung}_j}$$

i: Munizip, für das Index der Wasserknappheit berechnet wird

j: Munizip, welches oberstrom von Munizip i liegt

Ein Schwellenwert des Wasserknappheitsindex, ab dem ein kritischer Zustand vorliegt, ist bislang nicht wissenschaftlich abgesichert. Im Rahmen der global angelegten World Water Vision, die zur Zeit von der World Water Commission erstellt wird, wurde vereinbart, dass der kritische Wert (für große Einzugsgebiete) bei 0.4 angesetzt wird.

Ein Nachteil des auf Jahresmittelwerten basierenden Wasserknappheitsindex ist, dass saisonale Engpässe unberücksichtigt bleiben. Allerdings ist er robuster als z.B. ein Index, der auf Monatswerten beruht, vor allem deswegen, weil die Bewirtschaftung von Stauseen bei großskaligen Modellierungen nur angenähert simuliert werden kann.

8 Ausgewählte Modellergebnisse

8.1 Referenzszenarien

Abbildung 9 zeigt den Wasserknappheitsindex heute und im Jahr 2025 unter den Bedingungen des Referenzszenarios A (RSA). Dabei wurde munizipspezifisch für den Ist-Zustand der Wasserknappheit die Wasserentnahme der Jahre 1996-98 sowie der langjährige mittlere Abfluss der Jahre 1951-1980 verwendet, und für das Jahr 2025 die Wassernutzung in diesem Jahr sowie der langjährige mittlere Abfluss im Zeitraum 2011-2040. Für die Berechnung der Bewässerungswassernutzung wurden dieselben Klimaperioden verwendet wie für die Berechnung des Abflusses. In den meisten Munizipien ist sowohl heute als auch im Jahre 2025 der Wasserknappheitsindex kleiner als 0.1, d.h. die jährliche Wassernutzung beträgt weniger als 10% der jährlichen Wasserverfügbarkeit. In wenigen Munizipien übersteigt die Wasserentnahme die Wasserverfügbarkeit an Oberflächenwasser; dies ist wohl zumindest im sedimentären Bereich auf die nicht-nachhaltige Nutzung von Grundwasser zurückzuführen. 2025 ist der Wasserknappheitsindex in 80% der Munizipien größer als heute. In den meisten Munizipien kann die Steigerung der Wassernutzung nicht durch eine klimabedingte Steigerung des Abflusses ausgeglichen werden (in 90% der Munizipien steigt die Wassernutzung, in 53% der Abfluss). Für das Referenzszenario B (RSB) ergibt sich ein fast identisches räumliches Muster wie für RSA.

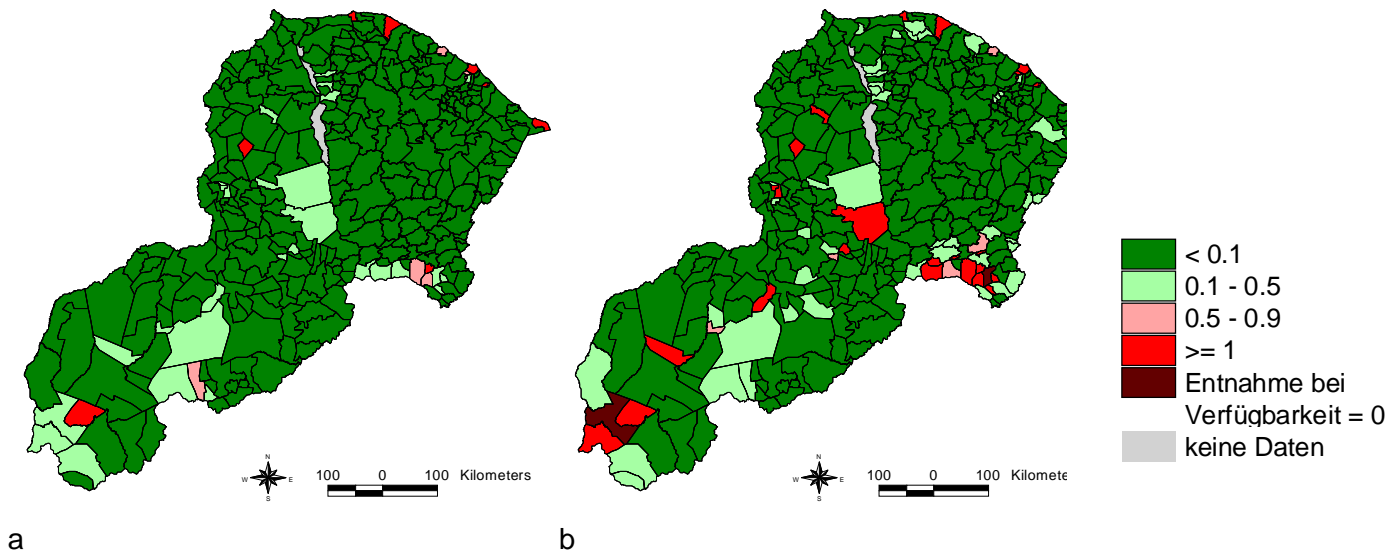


Abb. 9: Munizipspezifischer Wasserknappeitsindex unter heutigen Verhältnissen (a) und im Jahre 2025 entsprechend dem Referenzszenario A.

8.2 Interventionsszenarien

Die bessere öffentliche Wasserversorgung im Interventionsszenario „Verstärkte Ausdehnung der öffentlichen Wasserversorgung“ führt im Vergleich zu den beiden Referenzszenarien (in denen bereits ein gegenüber heute erhöhter Anschlussgrad angenommen wird) in allen Munizipien zu einer erhöhten Wassernutzung (Tab. 14), da angenommen wird, dass angeschlossene Haushalte mehr Wasser verbrauchen als nicht-angeschlossene. Abbildung 10 zeigt die räumliche Verteilung der sich daraus ergebenden Änderung des Wasserknappeitsindex im Vergleich zu den Referenzszenarien. Der Wasserknappeitsindex nimmt in den Interventionsszenarien A und B gegenüber den Referenzszenarien in ca. der Hälfte der Munizipien geringfügig um maximal 0.1 zu; in wenigen Munizipien steigt der Index in den Interventionsszenarien stark an, und zwar in Munizipien, in denen die Wasserentnahme bereits in den Referenzszenarien die Wasserverfügbarkeit übersteigt. Im Rest der Munizipien ist der Einfluss der Intervention auf den Index vernachlässigbar. Die Zunahme des Index im Interventionsszenario A gegenüber RSA findet vor allem in Munizipien der Küstenregion und Gebieten mit großen potentiellen Wasserressourcen, dagegen tritt die Zunahme des Index im Interventionsszenario B gegenüber RSB verstärkt im Süden von Piauí und den Gebieten mit geringen potentiellen Wasserressourcen auf. Aus diesen Berechnungen lässt sich schlussfolgern, dass auch ein erhöhter Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung, der ja mit einer Verbesserung der Lebensqualität verbunden ist, nur in ganz wenigen Munizipien zu einer kritischen Erhöhung des Wasserknappeitsindex führen würde und daher unter dem Aspekt der nachhaltigen Wasserversorgung unproblematisch ist.

Tab. 14: Wasserentnahmen der Haushalte und Gesamtwasserentnahmen in Ceará und Piauí für 1997 sowie die Referenz- und Interventionsszenarien in 2025

		1997	RSA	RSB	ISA	ISB
C	Wasserentnahme Haushalte [10^6 m ³ /a]	225.54	296.8	260.48	337.92	303.4
E	Gesamtwasserentnahme [10^6 m ³ /a]	691.25	1749.39	1668.77	1790.51	1711.69
P	Wasserentnahme Haushalte [10^6 m ³ /a]	123.57	130.29	125.56	138.07	137.71
I	Gesamtwasserentnahme [10^6 m ³ /a]	322.35	763.84	751.96	771.62	764.11

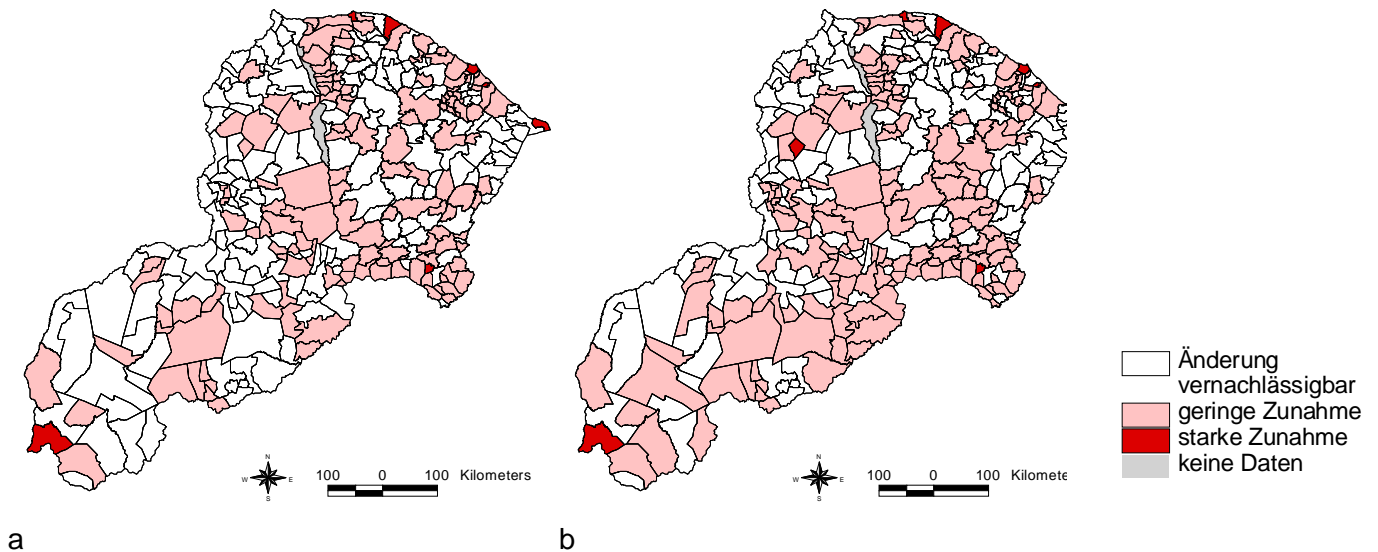


Abb. 10: Änderung des Wasserknappheitsindex im Interventionsszenario „Erhöhung des Anschlussgrades an die öffentliche Wasserversorgung“ im Vergleich zum jeweiligen Referenzszenario A und B: ISA-RSA (a) und ISB-RSB (b).

9 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die entwickelten quantitativen Szenarien der treibenden Kräfte der Entwicklung im WAVES-Untersuchungsgebiet bilden die Grundlage für Modellberechnungen der zukünftigen Situation in Piauí und Ceará. Sie liefern die notwendigen Eingangsgrößen für Berechnungen sowohl mit den Einzelmodellen als auch mit den integrierten Modellen. Indikatoren, vor allem solche, die Aussagen zur nachhaltigen Entwicklung ermöglichen und durch die im WAVES-Programm erstellten Modelle berechenbar sind, dienen der Bewertung der heutigen und zukünftigen Situation und sind daher wichtig für politische Entscheidungen, speziell in der Regionalplanung. Der berechnete munizipspezifische Wasserknappheitsindex und seine möglichen Entwicklungen bis zum Jahre 2025 unter zwei Referenzszenarien sowie einer Interventionsmaßnahme ist nur ein Beispiel für die Indikatoren, die in der restlichen Projektlaufzeit berechnet werden. So werden anders definierte Indices der Wasserknappheit (z.B. basierend auf Monatswerten) dargestellt und analysiert werden. Andere Indikatoren werden z.B. die Einkommen aus der Landwirtschaft (pro Betriebsgrößenklasse), die Lebensqualität sowie die Migration beschreiben. Darüber hinaus werden weitere Interventionsszenarien erstellt werden.

10 Zitierte Literatur

- IBGE (1997a): Brasil em números. Rio de Janeiro.
- IBGE (1997b): Contagem da População. Rio de Janeiro.
- IBGE (1996a): Taxa Bruta de Mortalidade.
<http://www.datasus.gov.br/cgi/ibd97/demog./a11.htm>.
- IBGE (1996b): Taxa Bruta de Natalidade.
<http://www.datasus.gov.br/cgi/ibd97/demog./a07.htm>.
- IBGE (1991): Censo Demográfico. Rio de Janeiro.
- IISD (International Institute for Sustainable Development) (1999): Beyond delusion: Science and policy dialogue on designing effective indicators for sustainable development. Sustainable Development, 25(1).
- Inter-American Development Bank (1999): <http://www.iadb.org>.
- Leggett, J.; W.J. Pepper and R.J. Swart (1992): Emission Scenarios for the IPCC: An Update. In: IPCC, Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lutz, W. (Hrsg.) (1996): The Future Population of the World: What can we Assume Today?, 2. Auflage, Earthscan, London.
- Minx, E.; Neuhaus, Ch.; Waschke, T. (1993): Vom Brückenbauen oder: Wie machbar ist Interdisziplinarität? Organisationsentwicklung. Heft 1/93. 52-64.
- Moura, H.A.; Teixeira, P. (1997): As Tendências Recentes do Crescimento Populacional Nordeste. <http://www.fundaj.gov.br/docs/text/texpop.html>, Fundação Joaquim Nabuco, Recife.
- PNUD; IPEA; FJP, IBGE (1998): Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. ESM Consultoria, Belo Horizonte. (PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, FJP: Fundação João Pinheiro (Governo de Minas Gerais), IBGE: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Raskin, P. et al. (1998): Bending the curve toward global sustainability, SEI Report 8, Stockholm.
- Röckner, E. et al. (1996): The atmospheric general circulation model ECHAM-4: Model description and simulation of present day climate. MPI-Report No. 218, MPI für Meteorologie, Hamburg.
- SUDENE (1996): Agregados Economicos Regionais, Recife.
- UN (1998): World Population Projections to 2150. United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.
- van Dieren, W. (Hrsg.) (1995): Taking Nature into Account: A Report to the Club of Rome, Springer, New York.
- WRI - World Resources Institute (1996): World Resources 1996-97. <http://www.wri.org/wri/wr-96-97/>.

11 Anhang

Szenarien der zukünftigen Entwicklung in Piauí und Ceará

Tabelle der Indikatoren für die Ermittlung der treibenden Kräfte

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
1	LOEK	AREA 1996 km ²	1.789	4.204	25.754	95.490	103.582	50.976	34.911	66.548	383.253	237.657	145.597
		Bevölkerung											
2	SOLAM	Bevölkerung 1991	599.272	2.336.303	1.132.933	275.144	1.297.559	1.735.443	257.430	1.314.698	8.948.782	2.582.137	6.366.647
3	SOLAM	Bevölkerung 1996	655.473	2.615.507	1.212.164	277.899	1.318.858	1.801.512	260.163	1.340.799	9.482.375	2.673.085	6.809.290
4	SOLAM	% POP an Untersu- chungsgebiet 1991	6,70	26,11	12,66	3,07	14,50	19,39	2,88	14,69			
5	SOLAM	% POP an Untersu- chungsgebiet 1996	6,91	27,58	12,78	2,93	13,91	19,00	2,74	14,14			
6	SOLAM	Bevölkerungsdichte 1991	335,00	555,71	43,99	2,88	12,53	34,04	7,37	19,76	23,35	10,86	43,73
7	SOLAM	Bevölkerungsdichte 1996	366,41	622,12	47,07	2,91	12,73	35,34	7,45	20,15	24,74	11,25	46,77
8	SOLAM	rurale Bevölkerung 1991	42.361	68.846	574.214	174.951	751.768	859.528	204.133	743.791	3.419.592	1.214.953	2.204.640
9	SOLAM	urbane Bevölkerung 1991	556.911	2.267.457	558.720	100.193	545.791	875.915	53.298	570.907	5.529.192	1.367.184	4.162.007
10	SOLAM	rurale Bevölkerung 1991 Anteil in Prozent	7,1	2,9	50,7	63,6	57,9	49,5	79,3	56,6	38,2	47,1	34,6
11	SOLAM	urbane Bevölkerung 1991 Anteil in Prozent	92,9	97,1	49,3	36,4	42,1	50,5	20,7	43,4	61,8	52,9	65,4
12	SOLAM	rurale Bevölkerung 1996	41.706	72.804	563.170	158.997	692.585	812.732	184.700	686.517	3.213.211	1.116.970	2.096.241
13	SOLAM	urbane Bevölkerung 1996	613.767	2.542.703	648.994	118.902	626.273	988.780	75.463	654.282	6.269.164	1.556.115	4.713.049
14	SOLAM	rurale Bevölkerung 1996 Anteil in Prozent	6,4	2,8	46,5	57,2	52,5	45,1	71,0	51,2	33,9	41,8	30,8

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
15	SOLAM	urbane Bevölkerung 1996 Anteil in Prozent	93,6	97,2	53,5	42,8	47,5	54,9	29,0	48,8	66,1	58,2	69,2
16	SOLAM	Haushalte 1991 gesamt	120.009	502.793	227.643	53.933	262.856	367.546	52.117	277.197	1.864.094	519.132	1.344.962
17	SOLAM	Haushalte 1991 rural	8.107	13.709	110.870	32.892	146.721	173.914	40.394	149.618	676.225	236.025	440.200
18	SOLAM	Haushalte 1991 urban	111.902	489.084	116.773	21.041	116.132	193.632	11.725	127.579	1.187.868	283.106	904.762
19	SOLAM	Haushalte 1996 gesamt	144.940	604.241	259.144	59.057	287.708	406.068	57.340	302.068	2.120.566	565.002	1.442.592
20	SOLAM	Haushalte 1996 rural	8.722	15.223	115.173	32.256	144.612	174.744	39.393	147.119	677.242	233.046	444.196
21	SOLAM	Haushalte 1996 urban	136.218	589.018	143.971	26.801	143.096	231.324	17.947	154.949	1.443.324	350.448	1.092.876
22	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1991 gesamt	4,99	4,65	4,98	5,10	4,94	4,72	4,94	4,74	4,80	4,98	4,73
23	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1991 rural	5,23	5,02	5,18	5,32	5,12	4,94	5,05	4,97	5,06	5,15	5,01
24	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1991 urban	4,98	4,64	4,78	4,76	4,70	4,52	4,55	4,47	4,65	4,83	4,60
25	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1996 gesamt	4,52	4,33	4,68	4,71	4,58	4,44	4,54	4,44	4,47	4,58	4,43
26	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1996 rural	4,78	4,78	4,89	4,93	4,79	4,65	4,69	4,67	4,74	4,79	4,72
27	SOLAM	durchschnittliche Be- wohnerzahl pro Haus- halt 1996 urban	4,51	4,32	4,51	4,44	4,38	4,27	4,20	4,22	4,34	4,44	4,31

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
28	SOLAM	Lebenserwartung bei der Geburt (in Jahren) 1970										49,1	48,6
29	SOLAM	Lebenserwartung bei der Geburt (in Jahren) 1980										54,6	52,6
30	SOLAM	Lebenserwartung bei der Geburt (in Jahren) 1991	65,2	63,4	58,7	60,5	59,7	59,8	59,8	60,4	61,0	60,9	61,1
31	SOLAM	Lebenserwartung bei der Geburt (in Jahren) 1996										64,4	65,1
32	SOLAM	Durchschnittsalter 1991	23,9	25,3	24,6	23,3	24,4	25,7	24,1	25,5	25,0	24,1	25,3
33	SOLAM	Durchschnittsalter 1996	25,6	26,3	25,5	24,9	26,0	26,9	25,7	26,7	26,2	25,8	26,4
34	SOLAM	Bevölkerungsentwick- lung 1991 zu 1996 in Personen	56.201	279.204	79.231	2.755	21.299	66.069	2.733	26.101	533.593	90.948	442.643
35	SOLAM	Bevölkerungsentwick- lung 1991 zu 1996 in %	9,38	11,95	6,99	1,00	1,64	3,81	1,06	1,99	5,96	3,52	6,95
36	SOLAM	Jährliches Bevölke- rungswachstum 1991- 1996	1,81	2,28	1,36	0,20	0,33	0,75	0,21	0,39	1,17	0,69	1,35
37	SOLAM	Zuwanderung total im Zeitraum 1991 zu 1996	44.022	153.291	53.631	10.236	47.927	75.775	7.415	52.794	445.091	119.253	325.838

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
38	SOLAM	Netto-Migration aus beiden Staaten heraus 1991 - 1996 (geschätzt) Personen	5.876	61.886	-43.330	-24.932	-92.878	-104.785	-21.547	-112.459	-332.169	-136.867	-195.302
39	SOLAM	Netto-Migration aus beiden Staaten heraus 1991 - 1996 (geschätzt) in Prozent an Bevölke- rung 1991	0,98	2,65	-3,82	-9,06	-7,16	-6,04	-8,37	-8,55	-3,71	-5,30	-3,07
		Einkommen											
40	SOLAM	Durchschnittseinkom- men pro Person 1991 (in Einheiten Minimum- lohn (SM))	1,01	1,13	0,37	0,31	0,34	0,41	0,30	0,33	0,61	0,50	0,65
41	SOLAM	Durchschnittseinkom- men pro Haushaltsvor- stand 1991 gesamt (in Cruzeiros Wert 1991)	107.638	112.743	41.507	35.800	37.390	43.447	35.515	36.823	63.751	54.015	67.314
42	SOLAM	Durchschnittseinkom- men pro Haushaltsvor- stand 1991 rural (in Cruzeiros Wert 1991)	35.929	30.677	28.486	22.313	20.439	26.864	19.012	23.019	24.381	21.237	26.067
43	SOLAM	Durchschnittseinkom- men pro Haushaltsvor- stand 1991 urban (in Cruzeiros Wert 1991)	112.831	114.427	51.601	52.916	49.783	57.889	36.270	50.812	83.871	75.830	86.387
44	SOLAM	Einkommenskonzentration Gini-Index 1991	0,6473	0,6166	0,5037	0,5438	0,5327	0,5546	0,4996	0,5147	0,5602	0,5587	0,5608

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
45	SOLAM	Haushalte, in denen das Familienoberhaupt weniger als 1 SM verdient rural 1991	5.748	10.846	89.036	28.477	127.435	145.193	32.403	129.899	569.037	200.252	368.785
46	SOLAM	Prozent der Haushalte, in denen das Familienoberhaupt weniger als 1 SM verdient rural 1991	70,90	79,12	80,31	86,58	86,86	83,49	80,22	86,82	84,15	84,84	83,78
47	SOLAM	Haushalte, in denen das Familienoberhaupt weniger als 1 SM verdient urban 1991	46.541	204.868	73.584	13.393	73.828	121.963	6.978	84.856	626.011	153.162	472.849
48	SOLAM	Prozent der Haushalte, in denen das Familienoberhaupt weniger als 1 SM verdient urban 1991	41,59	41,89	63,01	63,65	63,57	62,99	59,52	66,51	52,70	54,10	52,26
49	SOLAM	Familien mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1991	69.639	276.368	190.647	45.046	218.393	298.027	44.309	237.243	1.379.672	401.409	978.263
50	SOLAM	Prozent der Familien mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1991	58,03	54,97	83,75	83,52	83,08	81,09	85,02	85,59	74,01	77,32	72,74

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
51	SOLAM	Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1970 an der Gesamtbevölkerung										94,50	90,04
52	SOLAM	Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1980 an der Gesamtbevölkerung										80,17	70,23
53	SOLAM	Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1991 an der Gesamtbevölkerung	56,47	53,96	82,80	87,18	84,74	81,43	87,62	85,91	74,25	78,17	72,67
54	SOLAM	Anteil der Bevölkerung mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1996 an der Gesamtbevölkerung										56,60	52,16
55	SOLAM	Anteil der ruralen Bevölkerung mit geringem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1996 an der Gesamtbevölkerung										65,83	62,28

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
56	SOLAM	Anteil der urbanen Bevölkerung mit gerin- gem Einkommen (< 1/2 SM EK pro Person) 1996 an der Gesamt- bevölkerung										50,26	46,97
		Bildung											
57	SOLAM	Analphabetenrate der über 15jährigen Bevöl- kerung 1970										59,6	55,4
58	SOLAM	Analphabetenrate der über 15jährigen Bevöl- kerung 1980										49,6	45,5
59	SOLAM	Analphabetenrate der über 15jährigen Bevöl- kerung 1991	19,2	19,1	45,4	42,2	48,3	45,1	55,5	49,2	37,4	40,5	36,1
60	SOLAM	Analphabetenrate der über 15jährigen Bevöl- kerung 1996										34,4	31,0
61	SOLAM	Anteil der über 15jährigen Bevölke- rung, der nicht die Schule besucht hat 1991										42,6	37,7
62	SOLAM	Anteil der über 15jährigen Bevölke- rung, der nicht die Schule besucht hat 1996	12,0	12,6	31,1	29,8	35,2	31,7	46,9	37,4	26,3	29,1	25,2

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
63	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 7 u. 14 Jahren, die nicht die Schule besuchen 1991	16,50	22,86	38,15	33,64	34,97	37,71	51,70	43,44	33,56	32,25	34,14
64	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 7 u. 14 Jahren, die nicht die Schule besuchen 1996	6,20	7,43	14,65	14,47	17,85	13,76	24,01	14,14	12,78	15,16	11,77
65	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u 14 J, die arbeiten gehen 1970										17,90	17,20
66	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u 14 J, die arbeiten gehen 1980				Gesamtbra- sil 1991=8,6 %						18,30	15,20
67	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u 14 J, die arbeiten gehen 1991	5,70	5,38	11,31	12,46	14,57	14,80	17,40	14,43	11,44	12,13	11,13
68	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u. 14 Jahren, die ökonomisch aktiv sind 1996 gesamt										23,67	24,11
69	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u. 14 Jahren, die ökonomisch aktiv sind 1996 rural										33,56	41,72
70	SOLAM	Anteil der Kinder zw. 10 u. 14 Jahren, die ökonomisch aktiv sind 1996 urban										15,41	12,33

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- ourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- ourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- ourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- ourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
		Technische Entwicklung											
71	SOLAM	Anzahl der Haushalte mit Informationstechnologie Telefon 1991	26.428	97.171	10.213	1.780	11.445	20.266	1.241	12.268	180.812	43.784	137.028
72	SOLAM	Prozent der Haushalte mit Informationstechnologie Telefon 1991	22,02	19,33	4,49	3,30	4,35	5,51	2,38	4,43	9,70	8,43	10,19
73	SOLAM	Telefondichte: Anzahl der Telefone in Ceará 1996	k.A.	279.188	17.603	k.A.	k.A.	45.469	k.A.	23.041	k.A.	k.A.	365.301
74	SOLAM	Anteil der Haushalte mit Telefon Ceará 1996	k.A.	46,20	6,79	k.A.	k.A.	11,20	k.A.	7,63	k.A.	k.A.	23,77
75	SOLAM	Telefondichte: Anzahl der Telefone in Haushalten in Piauí 1994	40.382	k.A.	k.A. (4534)	2.567	16.048	k.A.	1.736	k.A.	k.A.	65.267	k.A.
76	SOLAM	Anteil der Haushalte mit Telefon Piauí 1994 (an Anzahl der Haushalte 1996)	27,86	k.A.	k.A. (1,75)	4,35	5,58	k.A.	3,03	k.A.	k.A.	11,55	k.A.
77	SOLAM	Anzahl der Haushalte mit Informationstechnologie Radio 1991	90.637	400.989	141.183	26.901	164.998	251.295	35.574	193.125	1.304.702	338.393	966.309
78	SOLAM	Prozent der Haushalte mit Informationstechnologie Radio 1991	75,53	79,75	62,02	49,88	62,77	68,37	68,26	69,67	69,99	65,18	71,85

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
79	SOLAM	Anzahl der Haushalte mit Informationstechnologie TV 1991	96.164	395.127	75.385	11.480	75.052	141.713	7.509	76.748	879.178	207.877	671.301
80	SOLAM	Prozent der Haushalte mit Informationstechnologie TV 1991	80,13	78,59	33,12	21,29	28,55	38,56	14,41	27,69	47,16	40,04	49,91
		Infrastruktur											
81	LÖK	Bewertungsklassen der Zentralörtlichkeit für Piauí (Legende siehe unten)	3,00	k.A.	k.A.	1,47	2,03	k.A.	1,41	k.A.	k.A.	1,73	k.A.
82	LÖK	Ausstattung der Straßeninfrastruktur für Piauí (Legende siehe unten)	3,00	k.A.	k.A.	1,47	2,03	k.A.	1,41	k.A.	k.A.	1,73	
83	LÖK	Straßenkilometer km/km2 für Piauí	23,59	k.A.	k.A.	8,17	10,71	k.A.	9,21	k.A.	k.A.	9,64	k.A.
84	SOLAM	Anzahl der Schulen 1994	527	2.498	3.204	1.446	4.741	5.480	1.614	5.738	25.248	8.527	16.721
85	SOLAM	Anzahl der Schulen je Quadratkilometer 1994	0,295	0,594	0,124	0,015	0,046	0,108	0,046	0,086	0,066	0,036	0,115
86	SOLAM	Anzahl der Schulen je 1.000 Schulpflichtige 1994	3,06	4,02	9,40	16,50	12,20	11,16	21,56	15,53	9,92	11,10	9,41
87	SOLAM	Anzahl der Ambulanzen des Gesundheitssystems SUS 1996	403	542	692	202	959	1.196	140	803	4.937	1.766	3.171

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
88	SOLAM	Anzahl der Ambulanzen der SUS 1996 je 100 km ²	22,53	12,89	2,69	0,21	0,93	2,35	0,40	1,21	1,29	0,74	2,18
89	SOLAM	Anzahl der Ambulanzen des Gesundheitssys- tems SUS 1996 je 1.000 EW	0,40	0,26	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,12	0,11	0,12
90	SOLAM	Gesundheitsausgaben der SUS 1996/97 in 1.000 R\$	68.267	164.047	32.137	4.702	33.758	60.525	5.423	41.520	410.380	118.731	291.649
91	SOLAM	Gesundheitsausgaben der SUS 1996/97 pro Einwohner in R\$	104,15	62,72	26,51	16,92	25,60	33,60	20,85	30,97	43,28	44,42	42,83
		Ökonomie											
92	NoWUM	Landwirtschaftliche Produktion (GDP) Cea- rá 1995/96 [in Mio. US\$ 1995]	k.A.	206,5	345,8	k.A.	k.A.	383,7	k.A.	259,8	1.195,8	k.A.	1.195,8
93	SOLAM	Landwirtschaftliche Produktion (GDP) [in Mio. R\$ 1998] 1997										1.039,8	1.311,8
94	SOLAM	Landwirtschaftliche Produktion (GDP) [in Mio. R\$ 1998] 1998										808,1	956,5
95	NoWUM	Industrielle Produktion (ohne Baugewerbe) (GDP) [in Mio. US\$ 1995] 1995	151,7	2.187,5	284,8	31,9	135,6	289,5	8,1	117,6	3.206,6	363,4	2.843,2

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
96	NoWUM	Produktion im Dienstleistungssektor (GDP), [in Mio. US\$ 1995] Ceará 1995	k.A.	6.208,2	649,0	k.A.	k.A.	1.399,0	k.A.	827,9	k.A.	k.A.	9.084,2
97	SOLAM	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (incl. Subsistenz) 1985/86									2.090.292	818.492	1.271.800
98	RASMO	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (incl. Subsistenz) 1995/96	8.668	32.392	241.443	95.429	412.271	482.685	136.226	428.075	1.837.189	666.465	1.170.724
99	NoWUM	Arbeitskräfte in der Industrie 1991 Piauí	79.917	k.A.	k.A. (2056)	564	4.189	k.A.	399	k.A.	87.125	87.125	k.A.
100	SOLAM	Arbeitskräfte gesamt 1991	231.847	842.133	382.228	117.233	558.780	572.109	130.619	425.390	3.260.340	1.097.971	2.162.369
101	SOLAM	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft 1991	7.689	37.567	167.876	80.669	353.766	286.750	114.165	240.939	1.289.421	567.694	721.727
102	SOLAM	Arbeitskräfte in der Industrie 1991 (geschätzt)	106.241	219.872	58.570	870	5.885	71.217	630	49.384	512.670	116.360	396.310
103	SOLAM	Arbeitskräfte im Dienstleistungsbereich 1991 (geschätzt)	117.917	584.694	155.782	35.694	199.129	214.143	15.825	135.066	1.458.249	413.917	1.044.332
104	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft 1991 (geschätzt)	3,32	4,46	43,92	68,81	63,31	50,12	87,40	56,64	39,55	51,70	33,38
105	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte in der Industrie 1991 (geschätzt)	45,82	26,11	15,32	0,74	1,05	12,45	0,48	11,61	15,72	10,60	18,33

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
106	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte im DL-Bereich 1991 (geschätzt)	50,86	69,43	40,76	30,45	35,64	37,43	12,12	31,75	44,73	37,70	48,30
107	SOLAM	Arbeitskräfte Landwirt- schaft 1996									1.718.590	565.234	1.153.356
108	SOLAM	Arbeitskräfte Industrie 1996									618.321	168.867	449.454
109	SOLAM	Arbeitskräfte Dienst- leistung 1996									1.778.483	502.310	1.276.173
110	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte Landwirtschaft 1996									41,76	45,72	40,06
111	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte Industrie 1996									15,02	13,66	15,61
112	SOLAM	Anteil der Arbeitskräfte Dienstleistung 1996									43,22	40,63	44,33
		Landwirtschaft											
113	SOLAM	Anzahl der landwirt- schaftlichen Betriebe 1985/86									594.719	270.443	324.276
114	SOLAM	Anzahl der landwirt- schaftlichen Betriebe 1995/96	3.302	11.133	68.893	25.416	134.219	140.454	40.227	122.571	546.215	206.998	339.217
115	SOLAM	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (incl. Subsistenz) 1985/86									2.090.292	818.492	1.271.800

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
116	SOLAM	Durchschnittliche Anzahl der Arbeitskräfte je landwirtschaftlichen Betrieb 1985/86									3,83	3,95	3,75
117	SOLAM	Arbeitskräfte in der Landwirtschaft (incl. Subsistenz) 1995/96	8.668	32.392	241.443	95.429	412.271	482.685	136.226	428.075	1.837.189	666.465	1.170.724
118	SOLAM	Durchschnittliche Anzahl der Arbeitskräfte je landwirtschaftlichen Betrieb 1995/96	2,63	2,91	3,50	3,75	3,07	3,44	3,39	3,49	3,36	3,22	3,45
119	SOLAM	Anzahl der Betriebe bis 10 ha 1995/96	2.851	9.229	53.793	11.258	96.688	104.308	20.835	81.299	380.261	134.949	245.312
120	SOLAM	Anzahl der Betriebe bis 10 ha in % 1995/96	86,34	82,90	78,08	44,29	72,04	74,26	51,79	66,33	69,62	65,19	72,32
121	SOLAM	Anzahl der Betriebe 10 bis 100 ha 1995/96	361	1.435	12.728	9.808	28.591	30.355	16.009	32.104	131.391	55.192	76.199
122	SOLAM	Anzahl der Betriebe 10 bis 100 ha in % 1995/96	10,93	12,89	18,48	38,59	21,30	21,61	39,80	26,19	24,05	26,66	22,46
123	SOLAM	Anzahl der Betriebe über 100 ha 1995/96	90	469	2.372	4.350	8.940	5.791	3.383	9.168	34.563	16.857	17.706
124	SOLAM	Anzahl der Betriebe über 100 ha in % 1995/96	2,73	4,21	3,44	17,12	6,66	4,12	8,41	7,48	6,33	8,14	5,22
125	SOLAM	beanspruchte lws. Gesamtfläche 1995/96	53.203	225.478	1.399.145	3.059.676	4.883.038	3.081.857	1.602.601	4.318.816	18.623.813	9.659.972	8.963.842

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
126	SOLAM	beanspruchte lws. Ge- samtläche 1985/86									22.837.186	11.828.025	11.009.161
127	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe bis 10 ha in Hektar 1995/96	3.302	15.434	125.032	34.858	177.702	273.742	69.800	224.356	924.226	290.717	633.509
128	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe bis 10 ha in % 1995/96	6,21	6,84	8,94	1,14	3,64	8,88	4,36	5,19	4,96	3,01	7,07
129	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe 10 bis 100 ha in Hektar 1995/96	10.481	44.404	383.261	376.260	1.047.861	941.397	560.904	1.125.879	4.490.448	2.008.305	2.482.144
130	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe 10 bis 100 ha in % 1995/96	19,70	19,69	27,39	12,30	21,46	30,55	35,00	26,07	24,11	20,79	27,69
131	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe über 100 ha in Hektar 1995/96	39.419	165.640	890.852	2.648.558	3.657.476	1.866.718	971.897	2.968.581	13.209.139	7.360.950	5.848.189
132	SOLAM	beanspruchte Flächen der Betriebe über 100 ha in % 1995/96	74,09	73,46	63,67	86,56	74,90	60,57	60,64	68,74	70,93	76,20	65,24
133	SOLAM	durchschnittliche Be- triebsgröße 1995/96	16,11	20,25	20,31	120,38	36,38	21,94	39,84	35,24	34,10	46,67	26,43
134	SOLAM	Flächenkonzentration Gini-Index (lws. Betrie- be zu Fläche) 1995/96	0,8840	0,8175	0,7776	0,7681	0,7937	0,7186	0,6504	0,7354	0,7486	0,7654	0,7383

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
135	NoWUM	Anteil der bewässerten Fläche an der lws. Gesamtfläche 1995/96 [%]	3,28	2,35	1,67	0,08	0,28	2,13	0,01	0,35	0,68	0,19	1,21
Wasserinfrastruktur													
136	PIK	Speicherkapazität von Açudes (in Mio m³) (Erläuterung: siehe unten)	1	607	370	17	5.272	6.022	291	4.209	16.789	5.583	11.206
137	PIK	Speicherkapazität Açudes (in Mio. m³) durch Bevölkerung 1996	0,000002	0,000232	0,000305	0,000059	0,003998	0,003343	0,001120	0,003140	0,0018	0,0021	0,0016
138	NoWUM	Anzahl Brunnen (nur CE)	k.A.	2.013	2.905	k.A.	k.A.	4.452	k.A.	4.051	13.421	k.A.	13.421
139	NoWUM	Anzahl Brunnen mit Infos über Salzgehalt (nur CE)	k.A.	1.248	1.523	k.A.	k.A.	2.297	k.A.	2.197	7.265	k.A.	7.265
140	NoWUM	Anzahl Brunnen mit Salzgehalt >= 1000 mg/l (nur CE)	k.A.	367	593	k.A.	k.A.	746	k.A.	1.183	2.889	k.A.	2.889
141	NoWUM	Anzahl Brunnen salziger Brunnen (unter F) mit Entsalzungsanlage (nur CE)	k.A.	1	14	k.A.	k.A.	8	k.A.	1	24	k.A.	24
142	NoWUM	An öffentliche Wasserversorgung angeschlossene Bevölkerung (Jan 97)	619.094	1.784.911	365.725	117.902	550.835	663.012	58.143	434.650	4.594.272	1.468.468	3.125.804

		Szenarien Region Thema	Teresina	Metropole Fortaleza & Pecém	Küstenregion	Süden von Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit großen pot. Wasserres- sourcen Ceará	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Piauí	Gebiete mit geringen pot. Wasserres- sourcen Ceará	total	Piauí	Ceará
143	NoWUM	Anteil der an die öffent- liche Wasserversor- gung angeschlossene Bevölkerung (%) (Jan 97)	93,60	68,33	30,48	41,60	41,53	37,06	22,14	33,70	48,62	54,48	46,32
144	NoWUM	Anteil des potenziell gereinigten Abwassers [%] CE98, PI96	1,40	29,38	2,44	0,00	0,08	5,52	0,00	5,04	10,28	0,38	14,17
		Umweltbewusstsein / -technologie											
145	NoWUM	durchschnittlicher Was- serverbrauch in Privat- haushalten Jan 1997 [l/p/d]	137	173	122	99	99	140	82	142	145	114	159
146	NoWUM	Gesamtwasser- verbrauch/ - verdunstung: Landwirt- schaft (für Bewässe- rungsflächen) [mm], langjähriges Mittel 1951-1980	346	570	622	306	245	401	129	306	420	266	445
147	NoWUM	Wasserverbrauch: Industrie (Verbrauch pro Output) [m³/1000 US\$ 1995]	2,20	12,70	13,57	4,03	4,14	24,56	1,35	6,10	8,58	3,57	15,13
148	NoWUM	Gewässerverschmut- zung 1996 [kg N/d]	9.832	22.655	664	191	444	814	216	607	7.327	2.773	9.115

11.1.1 Erläuterungen und Quellen:

Zentrenreichbarkeit

1=Schlechte Zentrenreichbarkeit (auf weniger als 20% der Munizipienfläche erreicht man in einer Stunde Fahrtzeit ein Zentrum)

2=Mittlere Zentrenreichbarkeit (auf 20-80% der Munizipienfläche erreicht man in einer Stunde Fahrtzeit ein Zentrum)

3=Gute Zentrenreichbarkeit (Auf >80% der Munizipienfläche erreicht man in einer Stunde Fahrtzeit ein Zentrum)

Straßeninfrastruktur

1=Schlechte Infrastrukturausstattung, Infrastrukturindex geringer 1,95

2=Mittlere Infrastrukturausstattung, Infrastrukturindex 1,95 bis 4,3

3=Gute Infrastrukturausstattung, Infrastrukturindex größer 4,3

Speicherkapazität von Açudes:

kleiner 1.0 : keine Information vorliegend, oft sehr kleine Munizipien (in Ceará) oder Munizipien fern von größeren Flüssen (in Piauí) -> geringes Speichervolumen

größer 1.0: Munizip liegt im unteren Parnaíba -Tal, Flussbettspeicher (geschätztes Mindestspeichervolumen)

größer 0.1: Munizip liegt an größeren Flüssen in Piauí (oberer Parnaíba, Gurguéia, Piauí, Canindé, Potí, Longá) -> Flussbettspeicher (geschätztes Mindestspeichervolumen)

Abkürzungen:

SUS: Sistema Único de Saúde (Gesundheitssystem)

SM = Salario Mínimo: Einheiten Minimumlohn

Quellen:

- Bevölkerungs- und Haushaltsdaten 1991 stammen aus dem Censo Demográfico 1991; IBGE 1991
- Bevölkerungs- und Zuwanderungsdaten 1996 stammen aus dem Contagem População 1996; IBGE 1997b
- Bevölkerungs- und Haushaltsdaten 1970 und 1980 stammen aus dem Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; PNUD; IPEA; FJP, and IBGE 1998
- Mittleres Einkommen und Prozent der Personen mit niedrigem Einkommen 1991: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; PNUD; IPEA; FJP, and IBGE 1998
- Analphabetenrate 1991: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; PNUD; IPEA; FJP, and IBGE 1998
- Personen 15+, die nicht die Schule besucht haben 1996: Contagem População 1996; IBGE 1996
- Anteil der Kinder zw. 7 u 14 J, die nicht die Schule besuchen 1991: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; PNUD; IPEA; FJP, and IBGE 1998
- Anteil der Kinder zw. 10 u 14 J, die arbeiten gehen 1991: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil; PNUD; IPEA; FJP, and IBGE 1998
- Anzahl der Haushalte mit Telefon in Ceará 1996: IPLANCE Ranking dos Municípios 1996
- Anzahl der Telefone in Haushalten Piauí 1994: Anuário do Piauí 1996
- Anzahl der Schulen 1994: Anuário Estatístico do Piauí 1994; Anuário Estatístico do Ceará 1995/6

- Anzahl der Ambulanzen der SUS 1996: Data-SUS Ministério da Saúde; Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS) 1996
- Ausgaben im Gesundheitswesen 1996/97: Data-SUS Ministério da Saúde; Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS) 1999
- Industrielle Produktion (ohne Baugewerbe) (GDP) [US\$ 1995] :CE: Mitteilung der IPLANCE 1999; PI: eigene Berechnung M. Hauschild anhand von PI (FIEPI (1991): Cadastro industrial do Piauí 90/91)
- Produktion im Dienstleistungsbereich (GDP), [US\$ 1995] nur CE:Mitteilung der IPLANCE 1999
- Arbeitskräfte in der Landwirtschaft 1995/96: Censo Agropecuário; IBGE, 1998
- Arbeitsplätze in der Industrie 1991 nur PI: FIEPI (1991): Cadastro industrial do Piauí 90/91
- Arbeitsplätze 1991 CE: IPLANCE: Anuário Estatístico 1997; Fortaleza 1999; PI: FIEPI (1991): Cadastro industrial do Piauí 90/91 (eigene Berechnung)
- Daten zur Landwirtschaft 1985: Censo Agropecuário; IBGE, 1985
- Daten zur Landwirtschaft 1996: Censo Agropecuário; IBGE, 1998
- Anteil der bewässerten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche 1995 [%]: IBGE (ed) (1998a): Censos Economicos de 1995 - 1996. Censo Agropecuário Ceará. IBGE. No. 11. Rio de Janeiro. IBGE (ed) (1998b): Censos Economicos de 1995 - 1996. Censo Agropecuário Piauí. IBGE. No. 10. Rio de Janeiro.
- Brunnendaten Ceara: CPRM (1999): Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará.
- Daten zur Wasserversorgung 1997: Mitteilung der CAGECE (1997), FNS (1997) and AGESPISA (1997)
- Anteil des potenziell gereinigten Abwassers [%] CE98, PI96: Mitteilung der CAGECE 1999
- durchschnittlicher Wasserverbrauch in Privathaushalten (Verbrauch pro an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossene Person) Jan 1997 [l/p/d]: eigene Berechnung von M. Hauschild anhand der Daten der CAGECE (1997), FNS (1997), AGESPISA (1997)
- Gesamtwasserverbrauch/ -verdunstung: Landwirtschaft (für Bewässerungsflächen) [mm], langjähriges Mittel 1951-1980 berechnet mit NoWUM
- Wasserverbrauch: Industrie (Verbrauch pro Output): eigene Berechnung von M. Hauschild [Mitteilung der CAGECE (1998), AGESPISA (1998, 1999), COGERH (1998), Marwell Filho, P. (1995): Análise de Sustentabilidade do Estado do Piauí quanto aos Recursos Hídricos. Projeto ÁRIDAS: Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste, Tema 7, Governo do Estado do Piauí - Secretaria de Planejamento - Grupo Recursos Hídricos. Deutsches Statistisches Bundesamt, 1995.]
- Gewässerverschmutzung 1996 [kg N/d]: Einwohnerequivalent aus: De Witt, M., Schmoll, O. (1999): Emission estimates: Rubbish in - rubbish out. In: Fohrer, N., Döll, P. (ed): Modellierung des Wasser- und Stofftransports in großen Einzugsgebieten. Kassel University Press, 1999, S. 51-58.