

Klima Wasser Mensch

Deutsch –
Brasilianische
Zusammenarbeit
in der
Klimafolgen –
Forschung

Clima Água Homem

Cooperação
Teuto-Brasileira
na Pesquisa dos
Efeitos Climáticos

Projektübersicht
Visão geral do
programa

WAVES

ist ein deutsch-brasilianisches Gemeinschaftsprojekt. Es wird gefördert durch das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie das brasilianische Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MCT). Pro Jahr werden für dieses bilaterale Forschungsprojekt -neben den Eigenmitteln der beteiligten Institutionen- von beiden Ländern etwa 3,5 Mio. DM an zusätzlichen Fördermitteln eingesetzt.

é um programa teuto-brasileiro, financiado, do lado alemão, pelo Ministério da Educação e Pesquisa (BMBF) e, do lado brasileiro, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Além de recursos próprios das instituições envolvidas, os dois países investem, por ano, 3,5 milhões de marcos adicionais em fomentos para este programa bilateral de pesquisa.

Inhalt / Conteúdo

Warum wir WAVES machen Was ist WAVES?	2 3	Por que elaborámos o WAVES ? O que é WAVES ?
Die Systemanalyse - Umwelt - Gesellschaft Subsysteme	1.	4. 1. A Análise de Sistema - Meio-Ambiente - Sociedade Análise de Subsistemas
Klimavariabilität - Klimawandel Klima AG Klimaanalyse	1.1 •	5. 1.1 Variabilidade Climática - Mudança Climática Clima • Grupo de Trabalho Análise do Clima
Wasser - Mangel oder Mißwirtschaft Wasserressourcen AG Wasserressourcen AG Agrarökosysteme	1.2 • •	6. 1.2 Água - Escassez ou Má Administração Recursos Hídricos • Grupo de Trabalho Recursos Hídricos • Grupo de Trabalho Agroecossistemas
Bauern - Armut und Brot Landwirtschaft und Ökonomie AG Agrarökosysteme AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen	1.3 • •	7. 1.3 Lavradores - Pobreza e Pão Produção Agrícola e Economia • Grupo de Trabalho Agroecossistemas • Grupo de Trabalho Análise Cultural e Sócio-Econômica
Technik - Chancen und Risiken des Fortschritts AG Wasserressourcen AG Agrarökosysteme	1.4 • •	8. 1.4 Técnica - Chances e Riscos do Desenvolvimento • Grupo de Trabalho Recursos Hídricos • Grupo de Trabalho Agroecossistemas
... und die Zeit danach Ökologie AG Landschaftsökologie AG Agrarökosysteme	1.5 • •	9. 1.5 ... e o futuro Ecologia • Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens • Grupo de Trabalho Agroecossistemas
Familie und soziale Verantwortung Mensch und Lebensqualität AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen AG Landschaftsökologie	1.6 • •	10. 1.6 Família e Responsabilidade Social O Homem e a Qualidade de Vida • Grupo de Trabalho Análise Cultural e Sócio-Econômica • Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
... die große Weite Schnittstelle: Räumliche Dimension AG Landschaftsökologie	1.7 •	11. 1.7 ... a grande extensão Interface: Dimensão Territorial • Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
Viele Punkte geben ein Bild Integration des Wissens AG Modellierung AG Landschaftsökologie	2. • •	12. 2. Muitos pontos formam uma figura Integração do Conhecimento • Grupo de Trabalho Modelagem Integrada • Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
Können wir in die Zukunft schauen oder für wen und wie nutzen wir das Ergebnis? WAVES - Ergebnistransfer	3.	15. 3. Podemos olhar para o futuro ou para quem e como utilizaremos o resultado obtido? Waves - Transferência de Resultados
Erläuterungen der Abkürzungen Impressum	16	Lista de Siglas Expediente

Ministerialrat Dr. Norbert Binder
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Das anhaltende Wachstum der Weltbevölkerung und die immer stärkere Nutzung der natürlichen Ressourcen erfordern internationale Anstrengungen zur Bewahrung der Lebensgrundlagen der Menschheit in einer Umwelt mit einem funktionsfähigen Naturhaushalt. Wegen des globalen Charakters der zu lösenden Fragestellungen wird in dem Programm der deutschen Bundesregierung «Forschung für die Umwelt» Kooperationsprojekten mit anderen Ländern und der Einbindung deutscher Forscher in internationale Programme verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt. Die Untersuchung der klimatischen Einflüsse auf die Wasserverfügbarkeit und deren Auswirkung auf die Ökosysteme und gesellschaftlichen Strukturen im Nordosten Brasiliens wird im Rahmen des 1997 begonnenen deutsch-brasilianischen Kooperationsprogramms WAVES wichtige natur- und sozialwissenschaftliche Beiträge zum Verständnis der komplexen Zusammenhänge von natürlichen, sozialen und ökonomischen Fragen liefern. Von diesem durch das deutsche Forschungsministerium geförderten interdisziplinären Projekt dürfen wesentliche Impulse für eine nachhaltige Nutzung und Entwicklung dieser durch immer wiederkehrende Dürrekatastrophen gekennzeichneten Region ausgehen.

Conselheiro Ministerial Dr. Norbert Binder
Ministério da Educação e Pesquisa (BMBF)

O contínuo crescimento da população mundial e o aproveitamento, cada vez mais intenso, dos recursos naturais, exigem esforços internacionais no sentido de proteger os fundamentos da vida do ser humano dentro de um meio-ambiente, onde haja uma natureza harmoniosa capaz de interagir-se. Em decorrência do caráter global das questões a serem solucionadas, concentra-se uma forte atenção nos projetos de cooperação com outros países, com a participação de pesquisadores alemães em programas internacionais. Estes projetos são parte do programa de Governo alemão «Pesquisa para o Meio-Ambiente» (Forschung für die Umwelt).

O estudo das influências climáticas, no que diz respeito à disponibilidade de água e sua atuação nos ecossistemas e estruturas sociais na região do Nordeste brasileiro, irá fornecer, no âmbito do programa de cooperação teuto-brasileira WAVES, contribuições às chamadas ciências naturais e a sociologia, para entendimento das complexas relações entre as questões naturais, sociais e econômicas. Deste programa interdisciplinar, iniciado em 1997 e apoiado pelo Ministério da Pesquisa alemão, devem partir impulsos essenciais para um aproveitamento e desenvolvimento sustentável desta região, que é marcada por repetidas catástrofes por razões da seca.

Dr. Carlos Roberto de Faria e Souza
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/SCI)

The global warming will cause major changes in the climate all over the world. Because of its vulnerability, semiarid regions of the world will be very affected. The increase in temperature will cause high rates of evapotranspiration and the occurrence of frequent drought.

The degradation of environment is already observed through the increase of desertification. Thus, it was very important for the CNPq to develop a research trying to study the deleterious effect of global warming in the Northeast of Brazil.

WAVES is a multi-disciplinary program aiming to study changes in the water resources, agroecosystems, landscape ecology, and social economy of this region. All data, when used in integrated modeling, will become a model case as regards the mechanisms of global change in the Earth's semi-arid regions. This detailed study can be used for scenarios and planning experiments in the framework of preventive regional policy.

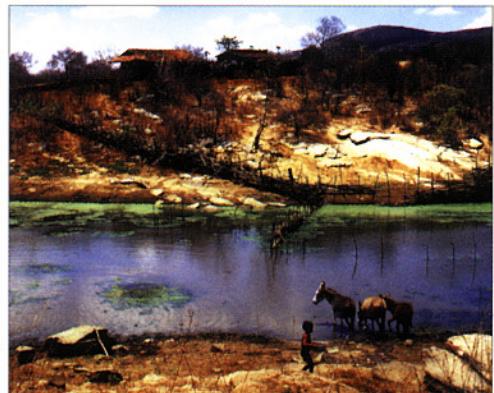
Besides, the WAVES Program will develop new technologies of management of natural resources and provide subsidies for sustainable development in the region.

Dr. Carlos Roberto de Faria e Souza
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/SCI)

O aquecimento do globo terrestre causará grandes alterações climáticas em todo o mundo. Por causa de sua vulnerabilidade, as regiões semi-áridas da terra serão particularmente afetadas. O aumento da temperatura produzirá altas taxas de evapotranspiração e a ocorrência de secas freqüentes.

A degradação do meio-ambiente já pode ser verificada através do aumento da desertificação. Por isso, foi muito importante para o CNPq desenvolver uma pesquisa para o estudo do efeitos prejudiciais do aquecimento global no Nordeste brasileiro.

WAVES é um programa multi-disciplinar, visando o estudo das mudanças da disponibilidade de água, dos agrossistemas, da ecologia das paisagens e economia da região. Todos os dados, ao serem utilizados em modelos integrados, servirão de caso-modelo para os mecanismos das alterações globais nas regiões semi-áridas de todo o mundo. Este estudo detalhado poderá ser usado para criar cenários e experimentos planejados, na estrutura de uma política regional preventiva. Além disso, o programa WAVES vai desenvolver novas tecnologias de administração e recursos naturais e proporcionar subsídios para o desenvolvimento sustentável da região.



Der Nordosten Brasiliens

Größe: 1.556.000 qkm

Bevölkerung: 42 Mio. Menschen, davon 18 Mio. in ländlichen Gebieten. Das entspricht 28% der brasilianischen Bevölkerung

Problemstellung:

- Extrem hohe Klimavariabilität
- Periodisch wiederkehrende Dürreperioden
- Landflucht und soziale Probleme in den Großstädten

O Nordeste Brasileiro

Área: 1.556.000 km²

População: 42 milhões de habitantes, dos quais 18 milhões em áreas rurais. Isso corresponde à 28% da população brasileira

Problemas:

- Alta variabilidade climática
- Períodos de seca recorrentes
- Êxodo rural e problemas sociais nas grandes cidades

Warum machen wir WAVES?

Warum finden sich Brasilien und Deutschland in einem gemeinsamen Projekt zusammen, dessen Untersuchungen ausschließlich in einer Region Brasiliens stattfinden? Was hat Deutschland mit Klimafolgen zu tun, zumal die zur Debatte stehenden kleinen Änderungen der Klimadaten in Mitteleuropa doch nicht viel ausmachen können?

Mögliche Klimaveränderungen betreffen den ganzen Globus, sie machen nicht Halt an Grenzen. Ihre Folgen treffen einige Regionen der Erde mehr, andere weniger. Es gibt Regionen, bei denen klimabedingte Änderungen sich besonders stark auswirken. Zu solchen Regionen zählt der Nordosten Brasiliens. Dieses Gebiet ist gekennzeichnet durch eine ausgeprägte und potentiell sich ändernde Klimavariabilität in Form von Trockenjahren mit gravierenden Folgen: Durch Wassermangel bedingte Überschreitung der Belastbarkeit dieser Region führt zu einer vergrößerten Abwanderung der Bevölkerung (Migration). Diese Migration hat u.a. Auswirkungen auf den tropischen Regenwald, der wichtig für das globale Klima ist.

Die Untersuchung der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Wasserverfügbarkeit, ökosystemaren und soziokulturellen Bedingungen mit ihren gesamtgesellschaftlichen Folgen ist daher das über die betrachtete Region hinaus interessierende Thema von WAVES. Das Projekt bleibt nicht bei der Analyse stehen: es werden praktische Ansätze zur technischen und organisatorischen Lösung der ökologischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für Reaktionen auf Klimavariabilität und langfristig mögliche Klimaänderungen in dieser Region geschaffen, und damit zugleich Problemlösungen für vergleichbare Regionen des Globus wesentlich erleichtert.

Por que elaborámos o WAVES?

Por que o Brasil e a Alemanha estão trabalhando conjuntamente em um programa, cujas pesquisas são realizadas exclusivamente em uma região brasileira? O que a Alemanha tem a ver com as consequências climáticas, se as pequenas mudanças dos dados climáticos na Europa Central em questão, são insignificantes?

Não há limites para as possíveis alterações no clima, sendo todo o globo terrestre afetado. Suas consequências atingem algumas regiões da terra com mais intensidade do que outras. Existem regiões que, particularmente, sofrem forte impacto das mudanças advindas do clima; o Nordeste brasileiro está entre elas. Esta região é marcada por uma forte e transformadora variabilidade climática, caracterizada por anos de seca com graves consequências. Em decorrência da escassez de água, os problemas da região crescem de tal maneira que se registra um aumento do êxodo da população (migração), com efeitos nocivos à floresta tropical, que é um fator importante para o clima global.

É tema de interesse do programa WAVES a pesquisa das interações entre disponibilidade de água, condições do ecossistema e condições sócio-culturais com suas consequências em toda a sociedade e também aquelas que ultrapassam a região. O projeto não se detém apenas na análise. São criadas fórmulas práticas para soluções técnicas e organizacionais das condições econômicas e ecológicas na região e para as reações da variabilidade do clima e possíveis mudanças climáticas a longo prazo, facilitando, assim, a busca de soluções para problemas idênticos em regiões comparáveis do globo.

Was ist WAVES?

Das Forschungsprojekt WAVES ist ein Verbund von deutschen und brasilianischen Forschungseinrichtungen, die es sich zum Ziel gesetzt haben, die wissenschaftlichen Grundlagen für ökonomisch und ökologisch tragfähige Strategien der Entwicklung im Nordosten Brasiliens zu legen.

Der Name «WAVES» bedeutet

«Water Availability and Vulnerability of Ecosystems and Society in the Northeast of Brazil»

– Wasserverfügbarkeit und Verletzlichkeit von Ökosystemen und Gesellschaft im Nordosten Brasiliens –

und bringt das besondere Anliegen des Projektes zum Ausdruck, das sowohl die Bedürfnisse und Ziele des Menschen berücksichtigt als auch die der Umwelt mit ihren komplexen Beziehungsflechten. Unter den sich ändernden Klimabedingungen ist WAVES auf der Suche nach nachhaltigen Lösungsansätzen.

Welche Ziele hat WAVES?

Bisherige Forschungsprojekte in NO Brasilien konzentrierten sich auf punktuelle Untersuchungen zu technischen Verbesserungen bei der Wasserbereitstellung (Stauseeprojekte, Verfügbarkeit von Grundwasserreserven) sowie der landwirtschaftlichen Produktion. Dagegen wurden Fragen zur Nachhaltigkeit der Nutzung verfügbarer Wasserressourcen auf regionaler Ebene bislang wenig berücksichtigt. Ökonomische und soziale Auswirkungen hinsichtlich der Landflucht und der Einführung technischer Innovationen in der Landwirtschaft wurden bisher nur unzureichend analysiert.

Es stellen sich folgende Fragen:

- Für wieviele Menschen kann die Region aktuell eine Lebensgrundlage bieten?
- Welche Möglichkeiten gibt es, die Lebensbedingungen für die ländliche Bevölkerung nachhaltig (d.h. sozial und ökologisch verträglich) zu verbessern?
- Wie sieht die Zukunft für die Menschen im Nordosten Brasiliens aus, wenn die Vorhersagen einer globalen Erwärmung zutreffen?

Neue Wege zur Beschreibung des komplexen Mensch-Umwelt-Systems und der Integration des Wissens

WAVES beschreitet beim Versuch, diese Fragen zu beantworten, einen neuen Weg: die «Integrierte regionale Modellierung». Ein Team von Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Disziplinen analysiert die wesentlichen Faktoren, die die Lebensbedingungen der ländlichen Bevölkerung beeinflussen und entwickelt Modelle für das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Wasserverfügbarkeit, Lebensbedingungen und Landflucht auf regionaler Ebene.

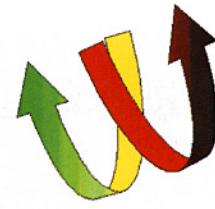
Die Aufgabe wird im WAVES-Projekt in mehreren Teilprojekten bearbeitet. Sie umfasst folgende Punkte:

1. Analyse der Subsysteme mit ihren Systemkomponenten und -prozessen
2. Integration des Wissens in «Integrierten Modellen» auf verschiedenen räumlichen Ebenen (SIM, MOSDEL) und integrierten Szenarien
3. Einsatz und Anpassung der «Integrierten Modelle» zur Regionalplanung in Zusammenarbeit mit brasilianischen Planungsbehörden und Forschungseinrichtungen.

O que é WAVES?

O programa WAVES é uma cooperação de instituições de pesquisa alemãs e brasileiras, que têm como objetivo estabelecer fundamentos científicos para estratégias econômicas e ecológicas do desenvolvimento no Nordeste Brasileiro.

O nome «WAVES» significa



WAVES

- Entwicklung von Strategien zur nachhaltigen Nutzung verfügbarer Wasserressourcen
- Möglichkeiten der nachhaltigen Verbesserung der Lebensbedingungen im ländlichen Raum
- Neue Wege der Wissensintegration: Integrierte, regionale Modellierung
- «Integrierte Modelle» auf verschiedenen räumlichen Ebenen (SIM - Semi-arid Integrated Model, MOSDEL - Model for Sustainable Development of Land Use)

WAVES

- Disponibilidade de Água, Vulnerabilidade do Ecossistema e da Sociedade no Nordeste Brasileiro
- Possibilidades de melhoramento eficaz das condições de vida na área rural
- Novos caminhos da Integração do Conhecimento: Modelo Integrado Regional
- «Modelos Integrados» em diferentes planos espaciais (SIM - Semi-arid Integrated Model - MOSDEL - Model for Sustainable Development of Land Use)



Novos caminhos para descrever os complexos sistemas homem/meio-ambiente e a Integração do conhecimento

O Programa WAVES procura responder estas perguntas através de um novo caminho: o «Modelo Integrado Regional». Um grupo de cientistas de diferentes disciplinas analisa os fatores essenciais que influenciam as condições de vida da população rural e desenvolve modelos, num plano regional, para a compreensão das relações entre disponibilidade de água, condições de vida e migração. Esta tarefa é organizada em vários projetos dentro do programa WAVES e compreende os seguintes pontos:

1. Análise de subsistemas com seus componentes e processos;
2. Integração do Conhecimento dentro de «Modelos Integrados» em diferentes planos espaciais (SIM, MOSDEL) e cenários integrados;
3. Emprego e adaptação dos «Modelos Integrados» no plano regional em cooperação com órgãos públicos brasileiros de planejamento e institutos de pesquisa.

1.

Subsysteme

Klima

- AG Klimaanalyse

Wasserressourcen

- AG Wasserressourcen
- AG Agrarökosysteme

Landwirtschaftliche Produktion und Ökonomie

- AG Agrarökosysteme
- AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen

Ökologie

- AG Landschaftsökologie
- AG Agrarökosysteme

Mensch und Lebensqualität

- AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen
- AG Landschaftsökologie

Schnittstelle:

Räumliche Dimension

- AG Landschaftsökologie

Wissensintegration

- AG Integrierte Modellierung
- AG Landschaftsökologie

WAVES-Ergebnistransfer

Subsistemas

Clima

- Grupo de Trabalho Análise do Clima

Recursos Hídricos

- Grupo de Trabalho Recursos Hídricos
- Grupo de Trabalho Agroecossistemas

Produção Agrícola e Economia

- Grupo de Trabalho Agroecossistemas
- Grupo de Trabalho Análise Sócio-Econômica e Cultural

Ecologia

- Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
- Grupo de Trabalho Agroecossistemas

O Homem e a Qualidade de Vida

- Grupo de Trabalho Análise Sócio-Econômica e Cultural
- Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens

Interface: Dimensão Territorial

- Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens

Integração do Conhecimento

- Grupo de Trabalho Modelagem Integrada
- Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens

WAVES - Transferência de Resultados

Die Systemanalyse – Umwelt – Gesellschaft

Das Untersuchungsgebiet im Nordosten Brasiliens erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von ca. 400.000 km² über die beiden Bundesstaaten Piauí und Ceará. Es steht modellhaft für eine Trockenregion, die durch eine Vielfalt von klimatischen, vegetationskundlichen, aber auch sozio-ökonomisch Gegebenheiten gekennzeichnet ist.

Die komplexen ökosystemaren und sozioökonomischen Zusammenhänge werden durch die einzelnen Arbeitsgruppen analysiert. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Analyse der wesentlichen Subsysteme:

- Klima
- Wasserressourcen
- Landwirtschaftliche Produktion und Ökonomie
- Ökologie
- Mensch und Lebensqualität

sowie der Wechselbeziehungen zwischen diesen Subsystemen, die im folgenden dargestellt werden.

A Análise de Sistema – Meio Ambiente – Sociedade

A pesquisa no Nordeste brasileiro estende-se a uma área total de cerca de 400.000 km² através de dois estados, Piauí e Ceará. Representa um caso-modelo para uma região seca, caracterizada por sua diversidade climática, e de vegetação como também sócio-econômica.

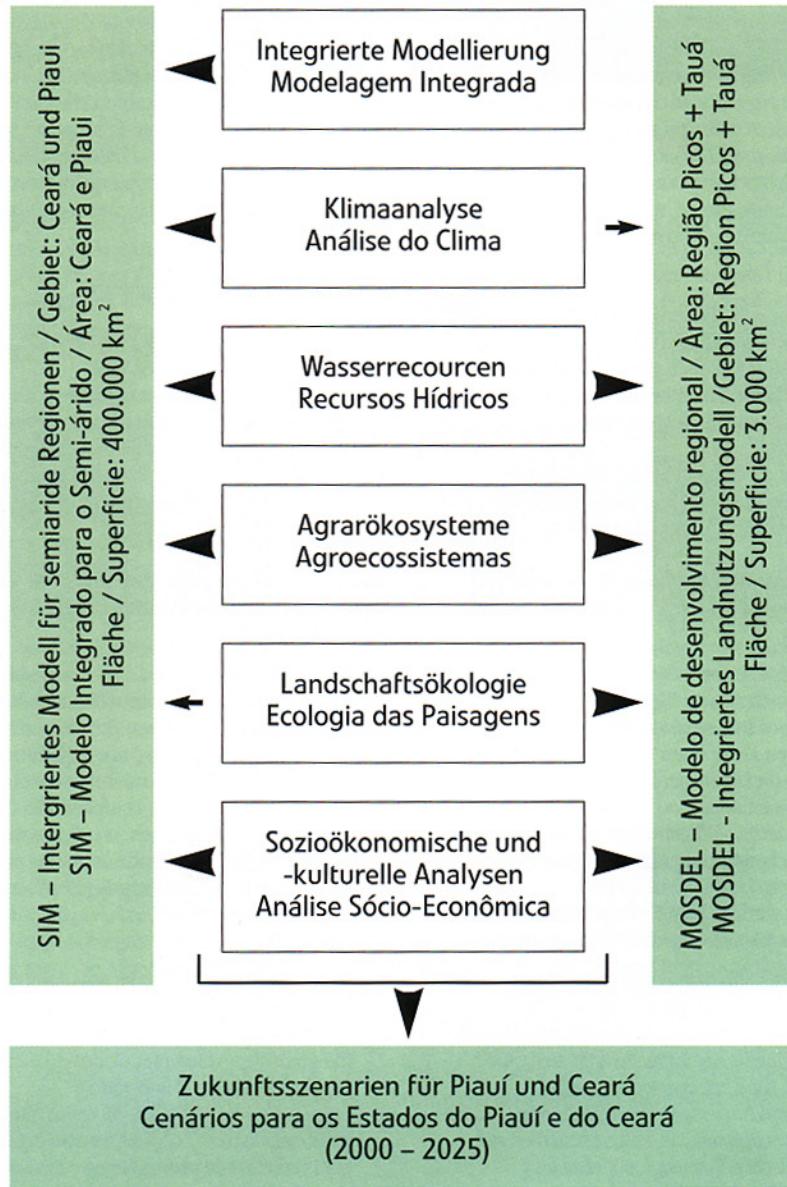
As complexas relações ecossistemáticas e sócio-econômicas são analisadas pelos diferentes grupos de trabalho. Os pontos principais são a análise dos subsistemas essenciais como:

- Clima
- Recursos Hídricos
- Produção Agrícola e Economia
- Ecologia
- O Homem e a Qualidade de Vida

e das relações entre estes subsistemas, apresentadas em baixo.

WAVES

Arbeitsgruppen / Grupos de trabalho



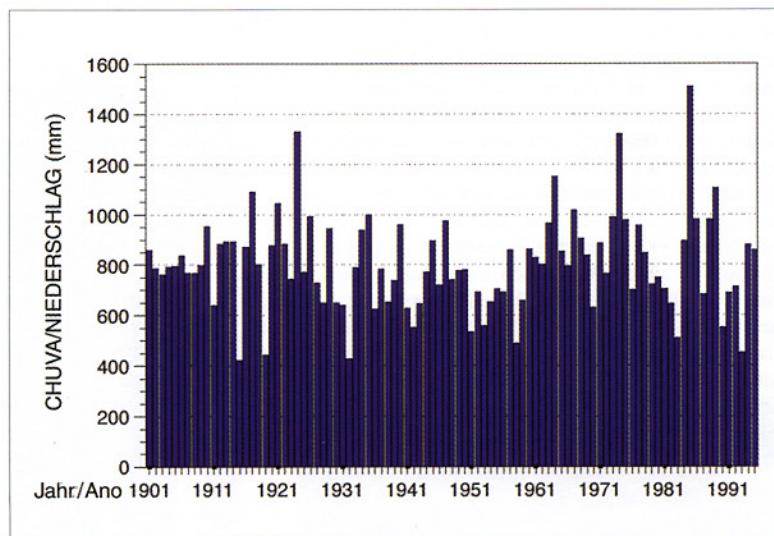
Klimavariabilität – Klimawandel

Der Nordosten Brasiliens ist gekennzeichnet durch ein Klimax-Wechselklima mit einer ausgedehnten Trockenzeit. In der Regenzeit zwischen Dezember und April fallen im Mittel je nach Region zwischen 400 mm und 1500 mm Niederschlag. Gesteuert wird die Intensität und Dauer der Regenzeit im wesentlichen durch die Lage der innertropischen Konvergenzzone (ITCZ), die sich je nach Stärke des nord- bzw. südatlantischen Hochs verschieben kann. Damit einhergehen starke Schwankungen der Niederschlagsmengen von Jahr zu Jahr. Die häufig auftretenden Dürreperioden sind dabei besonders belastend. So kann das Gebietsmittel des Jahresniederschlags zwischen 400 und 1500 mm schwanken (s. Abbildung). In einzelnen Jahren bleibt der Regen in bestimmten Gebieten fast völlig aus. Verstärkt werden können diese Effekte durch das Auftreten des El Niño-Phänomens. In Dürrejahren werden daher die Wasserspeicher nicht aufgefüllt, und es kommt zu schwerwiegenden Problemen in der Wasserversorgung für Mensch, Vieh und Pflanze.

Sollte -wie vermutet- eine globale Erwärmung eintreten, so werden sich die regionalen Niederschlagsverhältnisse zum Teil drastisch verändern. Dies gilt auch für den Nordosten Brasiliens. Neuste Modellrechnungen zeigen, dass u.U. gegen Ende des Zeitraums 2001 - 2050 einzelne Gebiete dieser Region mit bis zu 54% weniger Niederschlag auskommen werden müssen.

Abb. 1
Gebietsmittel der
Jahressummen des
Niederschlags im
NO-Basiliens
von 1901 – 1995

Gráfico 1
Média da soma anual
da precipitação
pluviométrica no
Nordeste brasileiro
de 1901 a 1995



Kontrast Regenzeit/Trockenzeit • Wassermangel bei Pflanzen und Tieren

Variabilidade Climática - Mudança do Clima

O Nordeste brasileiro é influenciado pelos ventos alísios e por isso marcado por um clima variável, com um longo período seco. No tempo das chuvas, entre dezembro e abril, a precipitação média, dependendo da região, é de 400 mm e 1500 mm. Sua intensidade e duração é controlada através da posição da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), que pode se deslocar, respectivamente, de acordo com a intensidade da alta pressão vinda do Atlântico-Norte ou do Atlântico-Sul. Isso gera uma forte variação da quantidade de precipitação pluviométrica de ano para ano. Os freqüentes períodos de seca são, por isso, muito agravantes. A média pluviométrica anual de uma certa região oscila entre 400 e 1500 mm (vide ilustração). Em certos anos algumas áreas ficam sem chuvas. Esse efeito pode ser acentuado através do surgimento do fenômeno El Niño. Deste modo, em anos de seca, os reservatórios de água não são abastecidos. Isto acarreta graves problemas no fornecimento de água para os habitantes da região, os animais e as plantas.

Ocorrendo, como previsto, um aquecimento global, o comportamento da precipitação pluviométrica regional será, em parte, drasticamente transformado. Isso também diz respeito ao Nordeste brasileiro. Novos modelos matemáticos mostram que, nestas condições, em fins do período 2001 - 2050, algumas áreas dessa região deverão conviver com 54% menos de precipitação.

1.1

Klima

AG Klimaanalyse (FUNCEME, PIK)

Klima/Niederschläge:

400-1500 mm Regen pro Jahr, bei gleichzeitig hoher Verdunstung (bis zu 2500mm pro Jahr; Im Amazonastiefland verdunstet dagegen nur etwas mehr als die Hälfte des Niederschlags)

Hohe Niederschlagsvariabilität durch Verlagerung der ITCZ (innertropischen Konvergenzzone)

Wiederkehrende Dürreperioden über mehrere Jahre, z.B.

- 1877-79: 500.000 Todesopfer
- In diesem Jahrhundert (1900, 1915, 1932, 1958, 1966, 1970, 1982-83): Hilfsprogramme, aber soziale Unruhen und Landflucht in die brasilianischen Großstädte São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador

Clima

Grupo de Trabalho Análise do Clima (FUNCEME, PIK)

Clima/Precipitação:

400-1500 mm de chuva por ano, no mesmo período com alta evaporação de até 2500 mm por ano (em contrapartida, na Bacia Amazônica somente um pouco mais da metade das precipitações evaporam)

Alta variabilidade de precipitação pluviométrica através do deslocamento do ITCZ (Zona de Convergência Intertropical)

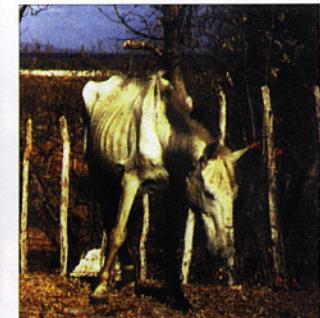
Repetidos períodos de seca por vários anos, como por exemplo:

- 1877 a 79: 500.000 vítimas fatais
- Neste século (1900, 1915, 1932, 1958, 1966, 1970, 1982-83):

Programas de ajuda, mas instabilidade social e êxodo rural para as grandes cidades brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador



Contraste tempo de chuvas/seca • Escassez de água para animais e plantas



1.2

Wasserressourcen

AG Wasserressourcen

(UFC, Hydroisotop, PIK, DHME, GH Kassel)

Beschreibung und Modellierung des Wasserangebots und des Wasserverbrauchs unter Berücksichtigung von technischen Möglichkeiten zur Grund- und Oberflächenwassererschließung, Wasseraufbereitung und Wassernutzung

Recursos Hídricos

Grupo de Trabalho

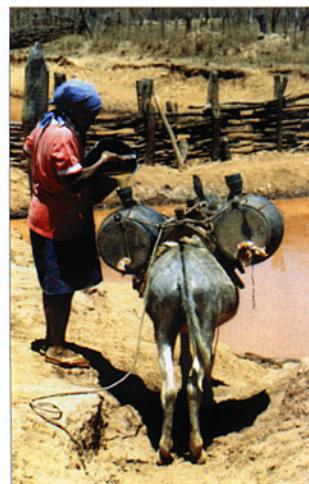
Recursos Hídricos

(UFC, Hydroisotop, PIK, DHME, GH Kassel)

Descrição e modelagem da oferta e do consumo de água considerando as possibilidades técnicas para exploração de água superficial e subterrânea e seu emprego



Wasser: Verfügbarkeit, Nutzung, Qualität
Agua: disponibilidade, utilização, qualidade



Wasser – Mangel oder Mißwirtschaft

Wasser ist innerhalb von WAVES der integrierende Forschungsgegenstand. Die Forschungsgruppen in WAVES, die sich mit Wasser befassen, untersuchen den Weg des Wassers vom Regen, über den Boden, den Untergrund und die Flüsse hin zum Meer. Im Vordergrund stehen dabei Bilanzen, die benennen, wieviel vom Regen wieder verdunstet, wieviel in den Boden und in das Grundwasser einsickert und wieviel über Flüsse direkt abfließt. Aus den Wasserbilanzen lässt sich die nachhaltig verfügbare Wassermenge ableiten, das heißt, es lassen sich Wassermengen bestimmen, die vom Menschen genutzt werden können, ohne das Gleichgewicht der Natur zu stören.

Beim Vergleich von Wasserangebot und Wasserbedarf werden Nutzungskonflikte sichtbar, deren Lösung die Abwägung zahlreicher Interessen und die Abschätzung von Nebenwirkungen auf Gesellschaft und Umwelt bedarf. So hängt die Wasserversorgung in zahlreichen Städten Piauís von Grundwässern ab, die vor etwa 10.000 Jahren gebildet wurden und nicht erneuerbare Ressourcen ähnlich den heutigen Öllagerstätten darstellen. Die Grundwässer sind von hoher Trinkwasserqualität und praktisch keimfrei. Gleichzeitig werden in einigen intensiv ackerbaulich genutzten Gebieten diese Grundwässer in großen Mengen und mit erheblichen Verlusten durch Verdunstung zur Bewässerung der Felder eingesetzt. Damit wird langfristig die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung gefährdet, insbesondere, wenn man von einer Abnahme der Wasserverfügbarkeit durch den globalen Klimawandel ausgeht.

Zwischen Wasserverfügbarkeit und Wassernutzung steht die Wasserqualität, die jede Nutzung beeinflusst. Beispielsweise sind in den Dörfern große Teile des verfügbaren Wassers vor allem wegen mikrobiologischer Belastungen als Trinkwasser nicht geeignet. In den Hauptuntersuchungsgebieten wird die Nutzungseinschränkung des verfügbaren Wassers durch die Wasserqualität untersucht sowie die Struktur der Trinkwasserversorgung beschrieben. Die innerhalb von WAVES zusammengestellten Daten der Wasserverfügbarkeit und -nutzung für alle 332 Gemeinden auf gesamtstaatlicher Ebene sind Grundlage für ein Wassermanagement in den beiden Bundesstaaten. Diese Daten können direkt den Planungsämtern zur Erst- bzw. Neuauflage von Wasserwirtschaftsplänen für die einzelnen Wassereinzugsgebiete genutzt werden. Eine weitere Zusammenarbeit mit Behörden zur Planung und Umsetzung von nachfragegesteuerten Wassermanagementmaßnahmen wird angestrebt.



Água – Escassez ou Má Administração

A água é o componente de integração da pesquisa dentro do programa WAVES. Os grupos de pesquisa de recursos hídricos acompanham o percurso da água da chuva no solo, subsolo e nos rios até o mar. Em primeiro plano estão os balanços, que descrevem a quantidade de água precipitada que se evapora, aquela que se infiltra no solo e subsolo e a quantidade que escorre pelos rios. Deste balanço deduz-se a quantidade de água efetivamente disponível, isso é, a quantidade de água que pode ser utilizada pelo homem, sem interferir no equilíbrio da natureza.

Quando comparamos a quantidade de água disponível com aquela que é necessária, torna-se claro o conflito gerado sobre a sua utilização. A solução deste conflito exige que consideremos um número grande de interesses e a avaliação dos efeitos, em cadeia, na sociedade e meio-ambiente. O abastecimento de água em muitas cidades do estado do Piauí depende de lençóis freáticos que foram formados a cerca de 10.000 anos, e que não são recursos renováveis (semelhantes aos lençóis de óleo hoje). A água dos lençóis freáticos é de excelente qualidade potável e praticamente sem bactérias. No entanto, essa água é utilizada em enorme quantidade para irrigação de algumas áreas de plantio intenso com um enorme prejuízo por causa da evaporação. Assim, o abastecimento a longo prazo, de água potável para a população fica prejudicado, especialmente, quando também é considerada a redução da disponibilidade de água por decorrência da alteração climática global.

Entre a disponibilidade de água e sua utilização está a qualidade, que influencia o seu emprego. Por exemplo, a grande parte da água disponível nos vilarejos não é apropriada para beber por causa da quantidade de micro-organismos nela contidos. Nas principais áreas de pesquisa a limitação do emprego da água disponível é analisada pela qualidade da água e pela estrutura do seu abastecimento. Os dados da disponibilidade de água e de seu emprego copilados dentro do programa WAVES para todos os 332 municípios são critérios para uma administração dos recursos hídricos, nos dois Estados. Os órgãos de planejamento podem utilizar diretamente estes dados para elaborar e revisar planos de administração dos recursos hídricos para as áreas de captação de água. Pretende-se iniciar uma outra cooperação com órgãos da administração pública para planejamento e implementação de medidas administrativas de controle dos recursos hídricos de acordo com a demanda.

Bauern – Armut und Brot

Die Landwirtschaft in Piauí und Ceará ist wegen der Vielfalt der ökologischen Gegebenheiten und die unterschiedliche Verfügbarkeit von Land, Wasserressourcen und Kapital durch ein großes Spektrum von Produktionsystemen gekennzeichnet.

Im Projektgebiet wird in ausgewählten Betrieben gemeinsam mit den Bauern die Ist-Situation ihres Betriebes analysiert. Das Hauptproblem für die landwirtschaftliche Produktion stellen die hohe Variabilität der Niederschlagsmenge und -verteilung sowie die Preisschwankungen für ihre Erzeugnisse dar. In Dürrejahren kann es in Betrieben ohne Bewässerungsmöglichkeiten zu einem völligen Ernteausfall und in einigen Regionen zu Versorgungsgengäßen kommen, so dass Nahrungsmittel aus anderen Regionen importiert werden müssen.

Die Erhebung des Ist-Zustandes dient als Datengrundlage für Rechenmodelle, die als Werkzeug zur Simulation möglicher Anpassungsreaktionen landwirtschaftlicher Betriebe auf veränderte Rahmenbedingungen verwendet werden. Dabei werden folgende Fragestellungen berücksichtigt:

- Was passiert, wenn das Klima sich kurzfristig durch Extremereignisse oder auch langfristig ändert?
- Wie wird sich das Anbauspektrum oder der Arbeitsaufwand in einem Betrieb ändern, wenn die Ressource Wasser knapper wird?
- Welche Möglichkeiten bestehen, unter sich ändern den Klimabedingungen für die bäuerliche Familie langfristig ihren Lebensunterhalt zu sichern?

Um diese Fragen beantworten zu können, werden Informationen über das Wachstum und die Ertragsbildung von Kulturpflanzen unter verschiedenen Witterungs- und Anbaubedingungen benötigt. Dazu werden im WAVES – Programm Simulationsmodelle getestet, mit denen



die Auswirkungen von ausbleibenden Niederschlägen bzw. der Zufuhr einer definierten Wassermenge durch Bewässerung auf die Pflanzen abgeschätzt werden können. Die Ergebnisse aus diesen Simulationsmodellen werden anschließend in die ökonomischen Modelle integriert, die u.a. die Einkommenssituation und den Bedarf an Arbeitskräften der landwirtschaftlichen Betriebe bei den veränderten Rahmenbedingungen abschätzen.

Markt in Piauí
Mercado no Piauí

Agricultores - Pobreza e Pão

A agropecuária nos estados do Piauí e Ceará possui uma grande variedade de sistemas de produção devido a diversidade das condições ecológicas, da disponibilidade de terra, recursos de água e capital.

Na região de estudo do programa está sendo analisada, em cooperação com os agricultores, a situação atual de suas propriedades ali localizadas e especialmente escolhidas para avaliação. Os principais problemas para a produção agrícola são: as grandes variabilidades de volume e dispersão das precipitações pluviométricas e as oscilações nos preços dos produtos. Propriedades que não possuem possibilidades de irrigação correm o risco de perder toda a sua colheita, em anos de seca. Em certas regiões, isto pode gerar uma redução no abastecimento geral de alimentos, de tal forma, que se torna necessário importar alimentos de outros estados.

O levantamento da situação atual serve como base para modelos de cálculos que serão utilizados como instrumentos na simulação de possíveis estratégias de adaptação de propriedades agrícolas, em condições básicas alteradas. Consideram-se as seguintes questões:

- O que ocorrerá quando houver alteração do clima, a curto ou a longo prazo, em decorrência de acontecimentos extremos?
- De que maneira as opções de culturas e o emprego da mão-de-obra irão se modificar, caso haja uma maior escassez da disponibilidade de água?
- Quais são as possibilidades de uma família de lavradores garantir o seu sustento, a longo prazo, em condições climáticas alteradas?

Para responder estas perguntas, é necessário colher informações sobre o crescimento e o rendimento de plantas cultivadas em diferentes condições climáticas e com diferentes meios de produção. Por causa disto, experimenta-se dentro do programa WAVES modelos de simulação, pelo quais pode ser feito uma avaliação sobre as consequências da falta de chuva ou do acréscimo de uma quantidade determinada de água. Os resultados destes modelos de simulação serão integrados em modelos econômicos, os quais estimam a situação de renda e a demanda de mão-de-obra nas propriedades agrícolas, em uma situação onde as condições básicas são alteradas.



1.3

Landwirtschaft & Ökonomie

AG Agrarökosysteme (UFC, Uniho)

- Beschreibung und Modellierung der landwirtschaftlichen Produktion in Abhängigkeit von Klima, Boden und Anbauintensität
- Einführung angepasster Kultursorten/Tierarten

AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen (Uniho, FH Köln, UFC, UFPi)

- Beschreibung und Modellierung der landwirtschaftlichen Betriebssysteme unter Berücksichtigung von ökonomischen Zwängen: Kapitalverfügbarkeit, Marktabhängigkeit

Produção Agrícola e Economia

Grupo de Trabalho Agroecossistemas (UFC, Uniho)

- Descrição e modelagem da produção agrícola em função do clima, solo e intensidade de cultivo
- Introdução de culturas e espécies de animais adaptados

Grupo de Trabalho Análises Cultural e Sócio-Econômica (Uniho, FH Köln, UFC, UFPi)

- Descrição e modelagem do sistema agrário: disponibilidade de capital, dependência do mercado

1.4

AG Wasserressourcen
(UFC, Hydroisotop, PIK,
GH Kassel)

*Technische Möglichkeiten zur
Grund- und Oberflächenwasser-
erschließung, Wasseraufberei-
tung und -verteilung*

AG Agrarökosysteme
(Unihó, UFC)

Effiziente Bewässerungstechniken

**Grupo de Trabalho
Recursos Hídricos**
(UFC, Hydroisotop, PIK,
GH Kassel)

*Possibilidades técnicas para ob-
tenção da água superficial e sub-
terrânea, seu tratamento e sua
distribuição*

**Grupo de Trabalho
Agroecossistemas**
(Unihó, UFC)

Técnicas eficientes de irrigação

Großtechnische Gewinnung von
Wasser: Artesische Tiefbrunnen
in Piauí und Großstaudämme

Técnicas avançadas de extração de
água: Poços profundos no Piauí e
grandes barragens



Technik – Chancen und Risiken des Fortschritts

In den vergangenen Jahrzehnten mangelte es nicht an Vorschlägen und Lösungsansätzen, wie den Bauern imdürregeplagten Nordosten geholfen werden könnte. Der erste, naheliegendste und bis heute immer wieder verfochtene Ansatz war die sogenannte „hydrologische“ Lösung, d.h. wenn Wasser knapp wird, muß seine Verfügbarkeit erhöht werden.

In den ersten sieben Dekaden des 20. Jahrhunderts wurden im Nordosten Brasiliens 70.000 Staubecken mit einem Fassungsvermögen von ca. $2 \times 10^{10} \text{ m}^3$ erstellt. Allein der Bundesstaat Piauí verfügt über Staubecken mit einem Gesamtvolumen von $8 \times 10^8 \text{ m}^3$, um die in der Regenzeit fallenden Niederschläge aufzufangen. Daneben existieren in Piauí mehr als 2000 Tiefbohrungen, um eines der größten Grundwasservorkommen auf dem Südamerikanischen Kontinent zu erschließen. Trotz all dieser Anstrengungen der Regierung mußte im Dürrejahr 1982 das gesamte Staatsgebiet von Piauí zum Krisengebiet erklärt werden. Dieses Beispiel zeigt, dass alleine die Erhöhung der Wasserverfügbarkeit noch keine Lösung des Dürreproblems darstellt, sondern dass es sich um einen vielschichtigen Problemkomplex technischer, ökonomischer und sozialer Art handelt, der durch die interdisziplinären Forschungsarbeiten im WAVES-Programm beleuchtet werden soll.

Traditionelle Bewässerung in Furchen, hohe
Verdunstung: Ineffiziente Wassernutzung

Bewässerungseffekte: Produktion von Früchten,
Gemüse und saftige Weiden für die Tiere

Irrigação tradicional em sulcos, evaporação elevada:
Utilização ineficiente da água

Efeitos da irrigação: produção de frutas, legumes e pasto
suculento para os animais



Técnica - Chances e Riscos do Desenvolvimento

Nas últimas décadas não faltaram propostas e soluções na tentativa de ajudar o homem do campo em tempo de intensas secas no Nordeste. A primeira e a mais sugerida e até hoje defendida é a «solução hidrológica», isso é, quando houver escassez de água, sua disponibilidade deve ser aumentada.

Nos primeiros 70 anos do século 20 foram construídos no Nordeste do Brasil 70.000 reservatórios de água com uma capacidade de ca. $2 \times 10^{10} \text{ m}^3$. Somente o estado do Piauí, possui um volume total de $8 \times 10^8 \text{ m}^3$ em reservatórios para armazenarem água durante o período das precipitações. Paralelamente, existem no Piauí mais de 2000 poços profundos para explorar um dos maiores depósitos de água do continente Sul-americano. No ano da seca de 1982, apesar de todos os esforços do Governo, foi decretado, em todo o Piauí, estado de calamidade pública. Este exemplo nos mostra, que somente aumentar a disponibilidade de água ainda não representa a solução para o problema da seca. Trata-se aqui de um problema complexo com várias facetas técnicas, econômicas e sociais, que devem ser examinadas através do trabalho de pesquisa interdisciplinar do programa WAVES.

Traditionelle Methoden der Wassergewinnung und
-speicherung: Handgegrabene Brunnen in Ceará

Método tradicional para extração de água:
caçambas no Ceará



... und die Zeit danach

Der technische Fortschritt bringt vor allem im Bewässerungslandbau auch seine Risiken und Probleme. Die Wasserspeicherung in Stauseen führt neben großen Verdunstungsverlusten zu einer Konzentrierung der gelösten Salze. Wird dieses Wasser zur Bewässerung verwendet, führt dies u.U. zu Versalzungsproblemen bis hin zur völligen Boden degradation. Außerdem ist in der Bewässerungslandwirtschaft der Aufwand an Düngemitteln und Pestiziden erhöht, was bei unsachgemäßer Anwendung zur Belastung der Umwelt (Grundwasserverschmutzung) führen kann. Eine Modernisierung der Landwirtschaft durch den Einsatz von schweren Maschinen und großflächige Abholzung der Wälder oder Vernichtung der natürlichen Vegetation steigert zwar die Arbeitsproduktivität, muß aber auch die ökologischen Bedingungen im Auge behalten, um nicht die natürlichen Lebensgrundlagen zu zerstören.

Die Abschätzung der ökologischen Folgen des Eingriffs des Menschen in den Naturhaushalt setzt sowohl eine genaue Kenntnis der naturräumlichen Bedingungen als auch der wesentlichen ökosystemaren Prozesse voraus. Zur Charakterisierung der Variabilität der naturräumlichen Bedingungen wird ein Umweltinformationsystem für die Bundesstaaten Piauí und Ceará aufgebaut. Gelände- und Bodeneigenschaften werden digital erfasst, mit weiteren Informationen wie Klima und Landnutzung ergänzt und agrarökologischen Modellen zur Verfügung gestellt, die mit diesen Eingabegrößen standort- und nutzungsspezifisch Erosionsrisiken prognostizieren sowie Nitrat- oder Pestizidverlagerungen in das Grundwasser berechnen können.

Boden degradation durch Erosion in Piauí

Brandrodung

Degradação do solo por erosão no Piauí

Desmatamento através de queimadas



... e o futuro

O desenvolvimento técnico também traz riscos e problemas para as áreas de irrigação. A armazenagem de água em barragens gera, além da enorme evaporação, uma concentração de sais solúveis. Quando usada para irrigação, esta água produz problemas de salinização ou até a degradação total do solo. Além disto, utiliza-se, nestas áreas, maior quantidade de adubo e pesticidas, que manejados de maneira imprópria podem causar prejuízos ao meio ambiente (poluição do lençol freático). A modernização da agricultura através da utilização de maquinaria pesada e o desmatamento de grandes áreas florestais, ou a destruição da vegetação nativa aumenta a eficiência do trabalho. No entanto, não se pode perder de vista as condições ecológicas para não destruir as bases naturais da vida.

A análise das consequências ecológicas da intervenção do homem no equilíbrio natural ambiental exige não sómente um conhecimento exato das condições da natureza local, mas também um conhecimento específico sobre os processos ecossistemáticos essenciais. Para identificar a variabilidade das condições naturais locais será instalado, nos estados do Ceará e Piauí, um sistema de informação sobre o meio ambiente. Características do terreno e do solo serão recolhidas digitalmente e enriquecidas com informações sobre o clima e a utilização agropecuária. Estes dados serão fornecidos para os modelos agri-ecológicos com vistas a prever os riscos de erosão em áreas específicas de acordo com a utilização da terra e para calcular a infiltração de nitrato e pesticidas no lençol freático.

Geringer Mechanisierungsgrad unter der Bevölkerung

Salzkrusten: Bodenversalzung bei langjähriger intensiver Bewässerung

Grau primario de mecanização por parte da população

Crosta de sal: salinização do solo ocasionada pela irrigação intensiva durante anos repetidos



1.5

Ökologie

AG Landschaftsökologie
(UFC, UFPI, TU München)

AG Agrarökosysteme
(UFC, Uniho)

- langfristige Wasserverfügbarkeit, Wasserqualität, Erosionsgefährdung, ökologisch angepaßte Landnutzung
- Umweltinformationssystem

Ecologia

Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
(UFC, UFPI, TU München)

Grupo de Trabalho Agroecossistemas
(UFC, Uniho)

- Disponibilidade de água a longo prazo, qualidade da água, perigo de erosão, utilização de terra ecologicamente adaptada.
- Sistema de informação sobre o meio ambiente.

1.6

Mensch und Lebensqualität

AG Sozioökonomische- und kulturelle Analysen

(UFPi, GH Kassel, UFC)

unter Berücksichtigung des sozialen Umfeldes von

- Lebenswelten (subjektive Wahrnehmung, Wünsche und Ziele der Bevölkerung)
- nationaler und regionaler Politik

O Homem e a Qualidade de Vida

Grupo de Trabalho Análises Socio-econômica e Cultural

(UFPi, GH Kassel, UFC)

Considerando o ambiente social

- da situação de vida (conhecimento subjetivo, desejos e objetivos da população)
- da política nacional e regional

Familie und soziale Verantwortung

Die Auswirkungen von Klimaschwankungen auf das menschliche Handeln stehen im Mittelpunkt des Forschungsprojekts:

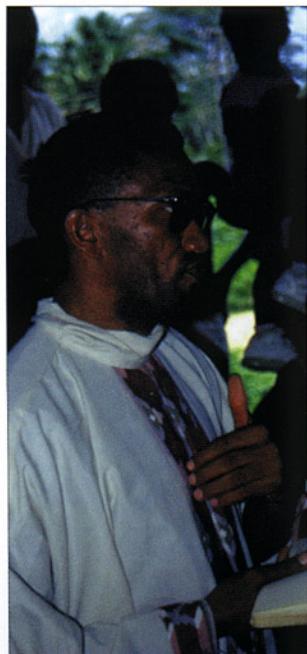
- Welche Wünsche und Ziele haben die Menschen, die in semiariden Gebieten unter extremen Umweltbedingungen leben?
- Wie nehmen sie die naturräumlichen und sozioökonomischen Veränderungen wahr und wie reagieren sie darauf?

Ziel ist es, die Wechselwirkungen zwischen Umweltveränderungen, Lebensqualität und menschlichem Handeln zu beschreiben. Unter dem Oberbegriff Lebensqualität werden nicht nur die Lebensumstände der Betroffenen subsumiert: Die Art und Weise, wie sie eine Situation interpretieren und welche Schlüsse sie daraus für das eigene Handeln ziehen, hängt in einem hohen Maße von subjektiven Faktoren ab. Heimatverbundenheit, Sicherheit und Geborgenheit im Großfamilien-system sowie tiefe Religiosität prägen das Weltbild und die persönlichen Entscheidungen. Mögliche Handlungsalternativen auf lokaler Ebene (z.B. Migration, selbstorganisierte Verbesserung der Lebensbedingungen vor Ort) und regionaler Ebene (Verbesserung der Infrastruktur, Bildungs- und Beratungsprogramme etc.) sollen ausgelotet und deren Folgen für den Einzelnen, die Familie und die Gesellschaft abgeschätzt werden.

Als Ergebnis wird eine Erklärung der Zusammenhänge zwischen den extremen Umweltbedingungen, den politischen und historischen Eigenarten der Untersuchungsregion, den kulturell und biographisch geprägten persönlichen Überzeugungen sowie zielbezogenen Handlungsstrategien angestrebt.

Kirchliche Trauung in Piauí

Casamento religioso no Piauí



Typisches Bauernhaus in Nordostbrasilien
Kinder mit Wasserkannen

Casa típica dos agricultores no Nordeste do Brasil
Crianças com baldes de água



Família e Responsabilidade Social

As consequências da variação do clima no comportamento humano se constituem no objetivo principal desse programa de pesquisa.

- Quais são os desejos e objetivos do homem que vive em regiões semi-áridas sob condições ambientais extremas?
- Como ele percebe as alterações da natureza à sua volta e as mudanças sócio-econômicas e como reage a elas?

Nosso objetivo é descrever interações entre as variações ambientais, a qualidade de vida e o comportamento do homem. Por «qualidade de vida», subentende-se não somente as circunstâncias da vida do indivíduo, mas também, a avaliação subjetiva de fatores que depende, em grande extensão, tanto da maneira como ele interpreta uma situação, com suas conclusões que tira a respeito dela e que alteram o seu comportamento. O vínculo com a terra natal, a segurança e a tranquilidade dentro do núcleo familiar, como a profunda religiosidade moldam a visão que ele tem do mundo e suas escolhas pessoais. Possíveis alternativas de comportamento no plano local (p.ex. migração, melhoramento da qualidade de vida local) e regional (melhoramento da infra-estrutura, programas educativos e de assistência etc...) devem ser consideradas e suas consequências avaliadas, tanto para o indivíduo, como para a família e a sociedade.

Como resultado almeja-se uma explicação da relação entre as extremas variações ambientais, as peculiaridades políticas e históricas da região pesquisada e as marcantes convicções pessoais sobre a cultura e história familiar, bem como as estratégias de ação com alvo determinado.

Trotz schwieriger Verhältnisse bringen die Menschen Lebensfreude zum Ausdruck

Apesar das condições adversas, as pessoas expressam alegria de viver



... die große Weite

Das Untersuchungsgebiet von WAVES mit einer Gesamtfläche von über 400.000 km² auf dem Gebiet der beiden brasilianischen Bundesstaaten Piauí und Ceará steht modellhaft für das Dürrepolygon des Nordostens. Ein Raum dieser Größenordnung und dessen Vielfalt an klimatischen, vegetationskundlichen, aber auch sozio-ökonomischen Gegebenheiten ist jedoch nicht flächen-deckend detailliert zu untersuchen. Daher erfolgt die Bearbeitung des Gebietes auf verschiedenen räumlichen Ebenen. Diese sind unterteilt in fachliche Bereiche.

Auf diese Weise werden

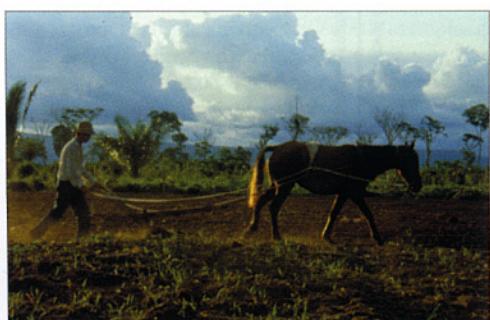
- die physischen Grundlagen (vor allem Standort-eigenschaften)
- die systemischen Grundlagen (Ökosysteme, Landnutzungssysteme) und
- die politisch-administrativen Grundlagen (statistische, sozio-ökonomische Daten)

auf verschiedenen räumlichen Ebenen

- die Bundesstaaten-Ebene (mehrere hunderttausend km²)
- die regionale Ebene, die mehrere Landkreise (Muni-zipien) umfasst (mehrere tausend km²) und
- die lokale Ebene, die einzelne Ackerschläge, Probe-nahmestellen bis hin zu Kleinlandschaften beinhaltet (mehrere m² bis km²)

erarbeitet.

Mit dieser Verteilung auf verschiedene Ebenen wird den typischen Untersuchungsraumgrößen der einzelnen Disziplinen Rechnung getragen, da diese in sehr unter-schiedlichen Maßstäben arbeiten. So beträgt beispiels-weise die kleinste Untersuchungseinheit für einen Klimatologen eine Ausdehnung von mindestens 100 km² (Mesoklima), für einen Agronomen 25 m²; für den Sozio-logen ist teilweise ein einzelnes Individuum die kleinste Einheit. Gleichzeitig entsprechen die Ebenen den ver-schiedenen politischen und persönlichen Entschei-dungs- und Handlungsbereichen: Die Staatsregierung steuert durch Verordnungen und Förderprogramme auf der obersten Ebene, der Landwirt durch seine Anbauent-scheidungen auf der untersten räumlichen Ebene. Durch die Überlagerung der verschiedenen Inhalte lassen sich die Schlüsselgrößen für die natürlichen und die anthro-pogen geprägten Systemkomponenten raumbezogen analysieren. Um eine Übertragbarkeit der Einzelergebnisse auf die jeweils anderen Ebenen zu gewährleisten, wird in der Zusammenarbeit mit den anderen Arbeits-gruppen die Anwendung geeigneter Skalierungsmetho-den erprobt. Das Arbeitsinstrument für diese Arbeiten bildet das Geographische Informationssystem (GIS), in dem alle räumlichen Informationen gehalten werden.



...a grande extensão

O espaço geográfico de pesquisa do programa «WAVES», com uma área total de 400.000 km² cobrindo dois estados brasileiros, Piauí e Ceará, representa um caso-modelo para o Polígono das Secas do Nordeste. Todavia, um ter-ritório com tais dimensões e diversidades climáticas e de vegetação, como também socio-económicas, não pode ser analisado detalhadamente em tal extensão territorial. Por decorrência disto, o trabalho na região é realizado em diferentes planos espaciais, os quais estão subdivididos em áreas técnicas.

Assim, são considerados

- Os fundamentos físicos (as características ecológicas)
- Os fundamentos sistemáticos (ecossistema, sistema de utilização da terra) e
- Os fundamentos político-administrativos (dados estatísticos, sócio-económicos)

são realizados em diferentes planos espaciais:

- o plano estadual (com mais de cem mil de km²)
- o plano regional, compreendendo diversos municípios (vários milhares de km²) e
- o plano local que contém os campos agrícolas isolados, as áreas de coleta de amostras, englobando até as pequenas bacias (vários m² a km²)

Com esta divisão em diferentes planos, define-se o tam-nho característico da área de pesquisa de cada disciplina, com cada uma delas trabalhando com escalas dife-renciadas. A menor unidade de pesquisa para um climatologista, por exemplo, é de, no mínimo, 100km² de extensão (mesoclima), para um agrônomo 25 m²; para um sociólogo a menor unidade pode ser um único indi-viduo. Ao mesmo tempo, cada plano corresponde a áreas de resoluções e negociações políticas e pessoais: O Esta-do governa, em primeiro plano, através de decretos e programas de fomento; o agricultor através da escolha de cultivo, coloca-se em um plano inferior. Por causa da in-teração de diferentes conteúdos, os dados chaves dos componentes dos sistemas naturais e antropogênicos são analisados regionalmente. Para garantir a transferência de cada resultado para um respectivo plano, emprega-se, na interação com outros grupos de trabalho, o uso de um método de escala adequado. O instrumento utilizado pa-ra esse trabalho é o GIS (Geographic Information Sys-tem), que detém todas as informações espaciais néces-sárias.

Die Menschen sind gewohnt hart zu arbeiten: Von der Saat bis zur Ernte

Tradição de trabalho árduo: do plantio à colheita



1.7

Schnittstelle: Räumliche Dimension

AG Landschaftsökologie (TU München)

*Arbeit auf verschiedenen
räumlichen Ebenen
(Bauernfamilie, Gemeinde,
Landkreis, Bundesstaat):*

- Welche Folgen hat eine Intensivierung der Landwirtschaft in Teilgebieten auf den Agrarmarkt der Region?
- Welche Auswirkungen hat der Weltmarktpreis auf die Lebens-situation der bäuerlichen Familien?

Interface: Dimensão Territorial

Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens (TU München)

O trabalho é feito em diferentes planos espaciais (família de la-vradores, comunidade, distrito, estado)

- Quais são as consequências no mercado agrícola da região quando da intensificação de sua agricultura?
- Que efeitos têm os preços do mercado mundial na situação de vida de uma família de agricultores?



2.

Integration des Wissens

AG Integrierte Modellierung
(UFC, PIK)

AG Landschaftsökologie
(TU München)

Integration des Wissens in Regionalmodellen (SIM, MOSDEL) auf verschiedenen räumlichen Ebenen und in integrierten Szenarien

Integração do Conhecimento

Grupo de Trabalho Modelagem Integrada
(UFC, PIK)

Grupo de Trabalho Ecologia das Paisagens
(TUMünchen)

Integração do conhecimento em modelos regionais (SIM, MOSDEL), em diferentes planos espaciais e em cenários integrados

Viele Punkte geben ein Bild

Die Auswirkungen des globalen Wandels auf Natur und Gesellschaft sind vielfältig und komplex. Sie beschränken sich weder auf eine einzelne Komponente der Biosphäre noch auf nur einen Sektor der Anthroposphäre.

Der Komplexität und Vielseitigkeit des Forschungsobjektes entsprechend wurden elf Disziplinen in sechs Arbeitsgruppen in das Forschungsvorhaben eingebunden. Der Vielzahl der Einzeluntersuchungen stehen drei Integrationsebenen gegenüber.

1. Das zur nachhaltigen Landnutzungsentwicklung auf der Ebene der Fokusregionen erstellte Modell

MOSDEL (Model for Sustainable Development of LandUse). Es integriert die Ergebnisse der einzelnen Fachbereiche und hat eine relativ hohe räumliche Auflösung. Das Modell kann die Auswirkung veränderter Landnutzungsmuster auf den Ertrag und die Umwelt darstellen.

2. Ein Integriertes Regionalmodell (**SIM – Semiarid Integrated Model**) auf Ebene der Bundesstaaten.

Dieses Modell integriert die von den Fachbereichen entwickelten Teilmodelle in einem Modellrahmen, der Rückkopplungen zwischen den einzelnen Modellen zuläßt.

3. Als strategisches Instrument werden **integrierte Szenarien**

für die bundesstaatliche und die regionale Ebene formuliert. Die Szenarien stellen die Rahmenbedingungen für -aus heutiger Sicht- mögliche Entwicklungen in der Zukunft (25 Jahre) dar. Grundlagen sind beispielsweise simulierte Klimaveränderungen durch eine angenommene Zunahme des Kohlendioxidgehaltes der Luft.

Muitos pontos formam uma figura

Os efeitos da mudança global na natureza e na sociedade são múltiplos e complexos. Eles não se limitam somente a um único componente da biosfera, nem tão pouco a apenas um setor da antroposfera.

Para satisfazer a complexidade e versatilidade do objeto de estudo, foram integradas ao projeto de pesquisa onze disciplinas em seis diferentes grupos de trabalho. Para a multiplicidade de pesquisas isoladas há três níveis de integração:

1. Para o desenvolvimento sustentável do uso da terra, surge, no plano da região em foco, o modelo

MOSDEL (Model for Sustainable Development of Land Use). O modelo integra os resultados de cada disciplina, possui uma resolução espacial relativamente alta e pode descrever os efeitos de mudanças no uso da terra sobre a receita e o meio-ambiente.

2. No plano estadual, há o modelo integrado regional (**SIM – Semiarid Integrated Model**). Este modelo reúne em sua estrutura, partes de outros modelos parciais que foram desenvolvidos pelas disciplinas. Permite um feedback entre os modelos parciais.

3. Para os planos estadual e regional, são formulados como instrumentos estratégicos, **cenários integrados**. Os cenários representam as condições básicas para, a partir a visão de hoje, projetar um possível desenvolvimento futuro (25 anos). Estes cenários têm como fundamento a simulação de mudança do clima através, por exemplo, do aumento hipotético da concentração de dióxido de carbono no ar.

WAVES - Planos de integração / WAVES - Integrationsebenen

Abb. 2

Integrations- und Abstraktions-ebenen im WAVES-Projekt
(nach Haber 1993, verändert)

Die Abbildung soll den Zusammenhang zwischen der Wirklichkeit und diesen drei Integrations-ebenen verdeutlichen. Als erstes Abbild des realen Mensch-Umweltsystems stellt die räumliche Ebene die verschiedenen Faktoren dar. Das Instrument hierfür ist das **GIS**. Der zeitlichen Ebene entspricht das integrierte Modell auf Ebene der Bundesstaaten (**SIM**), das durch die rückgekoppelten mathematischen Einzelmödelle die Dynamik, also das Zeitverhalten des gesamten Mensch-Umweltsystems nachbildet. Zwischen diesen beiden Ebenen steht das Modell zur Entwicklung einer nachhaltigen Landnutzung (**MOSDEL**).

An der Spitze der Pyramide ist die Strategische Ebene angesiedelt, die durch die **«Integrierten Szenarien»** repräsentiert ist.

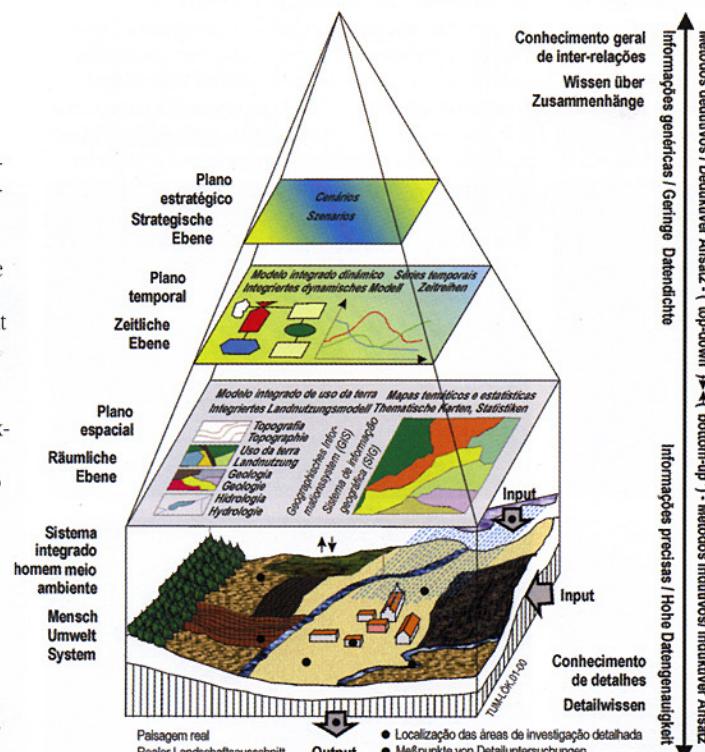


Gráfico 2

Planos de integração e abstração no projeto WAVES (segundo Haber, 1993, modificado)

O gráfico deve elucidar a relação entre a realidade e esses três planos de integração.

Como primeira ilustração, o plano espacial representa os diferentes fatores do sistema real do homem e do meio-ambiente. O instrumento aqui utilizado é o **GIS**. O plano temporal corresponde ao modelo integrado no nível dos estados (**SIM**) que reproduz a dinâmica através do feedback de modelos matemáticos isolados, isto é, o comportamento no tempo de todo o sistema humano e do meio-ambiente. Entre estes dois planos, está o modelo para o desenvolvimento sustentável do uso da terra (**MOSDEL**).

No topo da pirâmide está o plano estratégico, representado pelos **«cenários integrados»**.

Die «Integrierte regionale Modellierung» ist eine sehr junge Disziplin und die zu überwindenden Probleme sind nicht unerheblich. Ein typisches Problem bei der interdisziplinären Arbeit ist die Konsistenzfrage an der Schnittstelle zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen. Konsistenzprobleme treten auf verschiedenen Ebenen auf: Verständigung (Begriffsdefinitionen), Art der Beschreibungen (qualitativ bis quantitativ) sowie die Frage der benutzten räumlichen und zeitlichen Maßstäbe. Das «Integrierte Modell» ist eine Methode, diese Fragen durch zielgerichtete Erstellung und Kopplung der Teilmodelle systematisch anzugehen. Für die Entwicklung eines integrierten Regionalmodells in einem derart großen Untersuchungsgebiet rechnet man mit einem Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren.

Im folgenden werden beispielhaft Simulationsergebnisse der ersten Version des Integrierten Regionalmodells SIM nach zwei Jahren Entwicklungsarbeit im Trockengebiet des Nordosten Brasiliens gezeigt. Sie verdeutlichen den Einfluß von möglichen Klimaänderungen (Abb. 3) auf die Wasserversorgung (Abb. 4).

A «Modelagem Integrada Regional» é uma disciplina muito nova e as dificuldades a serem superadas não são insignificantes. Um problema típico do trabalho interdisciplinar é a questão da consistência na interface entre as disciplinas científicas. Problemas de consistência surgem em diferentes níveis: de compreensão (conceituação), de descrição (qualitativa ou quantitativa), bem como questões sobre o emprego das escalas espacial e temporal. O «Modelo Integrado» é um método que trata estas questões sistematicamente, através do direcionamento à um objetivo e acoplamento de suas partes. Para desenvolver um Modelo Integrado Regional em uma área de pesquisa de grande extensão, calcula-se um período de cinco a dez anos.

Após dois anos do desenvolvimento do trabalho na região seca do Nordeste brasileiro, são mostrados, como exemplo, resultados de simulação da primeira versão do Modelo Integrado Regional SIM. Eles indicam a influência de possíveis alterações climáticas (gráfico 3), no abastecimento de água (gráfico 4).

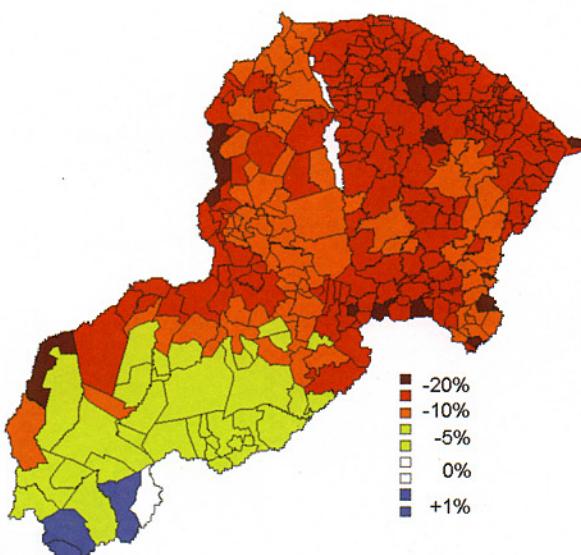


Abb. 3

Angenommene Veränderung der Niederschlagsmenge im Zeitraum 2000 bis 2050 (abgeleitet aus Modellläufen des regionalen Klimamodells ECHAM 4)

Gráfico 3

Variação teórica da quantidade de precipitação pluviométrica no lapso de tempo entre 2000 e 2050 (proveniente de exemplos gerados pelo Modelo de Clima Regional ECHAM 4)

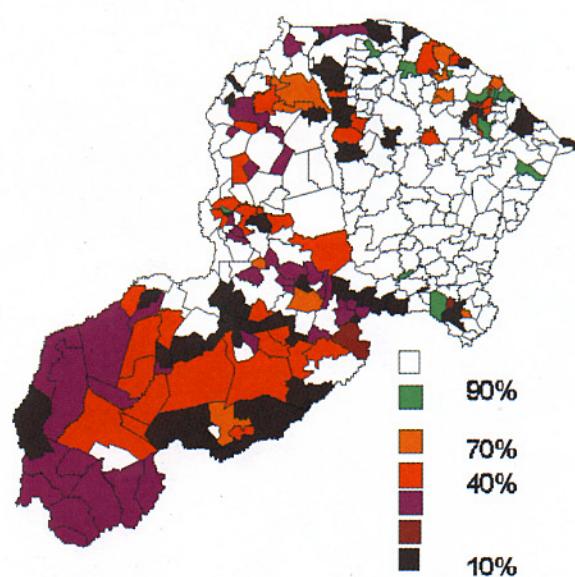
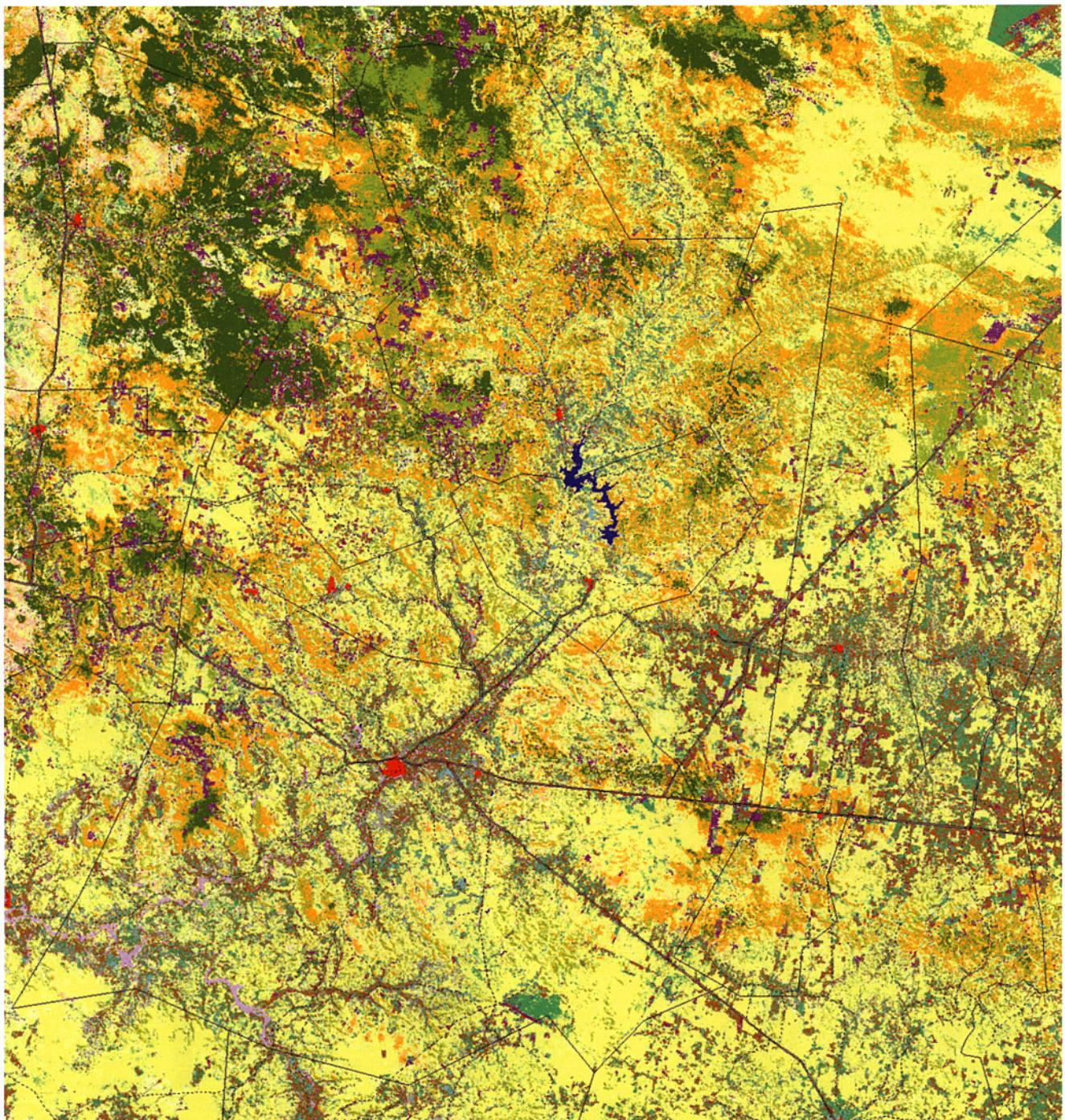


Abb. 4

Verhältnis von Wasserdargebot zu Wasserbedarf in den einzelnen Landkreisen in einer extremen Trockenzeit als Folge einer angenommenen Verringerung des Wasserangebots (abgeleitet aus prognostizierten Klimadaten aus einer Simulation mit dem regionalen Klimamodell ECHAM 4)

Gráfico 4

Comportamento da relação entre a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos em cada município, em tempo de extrema seca como consequência de uma redução teórica da disponibilidade de água (Resultados de uma simulação do Modelo Integrado (SIM) em um cenário com dados climáticos previstos pelo Modelo de Clima Regional ECHAM 4)



- Wasser
Água
- Offene Strauch-Caatinga
Caatinga arbustiva aberta
- Dichte Strauch-Caatinga
Caatinga arbustiva densa
- Offene Baum-Caatinga
Caatinga arbórea aberta
- Dichte Baum-Caatinga
Caatinga arbórea densa
- Übergangszone: Baum-Caatinga/Floresta decidual
Transição Caatinga arbórea densa /
Floresta decidual ('Mata Seca')
- Übergangszone: Cerrado / Floresta decidual
Cerrado transição / Floresta decidual ('Mata Seca')

- Degradierte Bereiche
Áreas degradadas
- Brachland
Terrenos em descanso
- Grasland
Gramíneas, pastagem
- Ackerland
Cultivos temporários
- Auen, Palmsavannen
Várzea, Palmeiras
- Cashewplantagen, Dauerkulturen
Cajueiros, Cultivos permanentes
- Siedlungen
Cidades, povoados
- Munizipengrenzen
Delimitações municipais



WAVES

Landnutzungs-Klassifikation
Classificação de cobertura
vegetal e uso da terra
Referenzregion Picos (PI)
Área de referência Picos (PI)

Quellen / Fontes:

- Topografische Karten / Mapas topográficos (M 1 : 100.000)
Inhumas, Santa Cruz do Piauí, São José do Piauí,
Picos, Pio IX, Fronteira
Diretoria de Serviço Geográfico - Brasil (1972/1973)
- Munizipengrenzen / Delimitações municipais
IBGE (1996) Malha municipal digital do Brasil
- Landsat TM 9.7.1996

EDV: S. Mörtl

Stand: Juli 99
Atualizado: Julho 99



Escala / M 1 : 350.000

2,5 7,5 20 km
5 10

TU München-Weihenstephan

Können wir in die Zukunft schauen oder für wen und wie nutzen wir das Ergebnis?

Die bilateralen Forschungsarbeiten im engeren Sinne begannen im Frühjahr 1998. Seither konnten zwei «Integrierte Modelle», die auf verschiedenen Maßstabsebenen arbeiten, konzipiert und lauffähige Prototypversionen entwickelt werden. Nun gilt es, die Modelle durch präzise Eingabedaten und verbesserte Prozeßbeschreibungen weiterzuentwickeln und anwendergerecht zu gestalten.

Die ersten Ergebnisse des WAVES-Projekts zeigen, dass die Entscheidungsträger im NO Brasiliens bei der Suche nach tragfähigen Lösungen unterstützt werden können. Die Ergebnisse der Szenarienberechnungen werden als Entscheidungshilfe auf der ordnungspolitischen Ebene dienen. Damit werden Planungsbehörden und Entscheidungsträger in die Lage versetzt, mögliche Konsequenzen ihrer Entscheidungen unter den aktuellen oder veränderten Rahmenbedingungen besser abschätzen zu können.

Durch die Anwendung von «Integrierten Modellen» kann zwar nicht die Zukunft vorhergesagt werden, aber es können alternative Strategien bei der Entwicklung dieser äußerst vulnerablen Region Brasiliens aufgezeigt werden, die zu einer nachhaltigen Verbesserung der Lebensbedingungen der Bevölkerung und zu einer harmonischen Entwicklung von natürlichen und sozialen Systemen führen. Die Verfügbarkeit von nutzbarem Wasser sowie seine ökologisch angepaßte Nutzung unter entsprechenden angemessenen sozioökonomischen Rahmenbedingungen ist dabei der Schlüssel für eine nachhaltige Entwicklung des Nordosten Brasiliens und anderer Trockengebiete der Erde.

Podemos olhar para o futuro ou para quem e como utilizaremos o resultado obtido ?

O trabalho de pesquisa bilateral iniciou-se, praticamente, nos primeiros meses de 1998. Desde então puderam ser desenvolvidas versões de protótipos funcionais e dois modelos integrados, que trabalham em diferentes escalas. Agora, chegou o momento de aperfeiçoá-los, incluindo dados precisos de entrada e tornando as descrições dos processos mais claras com o objetivo de melhorar o desempenho para os usuários desses modelos.

Os primeiros resultados do programa WAVES demonstram, que é possível auxiliar os agentes responsáveis pelas decisões na procura de soluções viáveis para o problema do Nordeste brasileiro. Os cenários elaborados poderão servir de suporte no processo decisório no plano político. Assim, é dada a oportunidade para os órgãos de planejamento e para os agentes responsáveis pelas decisões de melhor avaliar as consequências de suas escolhas feitas sob condições atuais ou modificadas.

Não é possível com certeza absoluta prever o futuro através dos modelos integrados. No entanto, estes tornam exequível a incorporação e simulação de estratégias alternativas para o progresso destas vulneráveis regiões brasileiras, que levem a um melhoramento das condições de vida da população, associada a um desenvolvimento harmônico dos sistemas naturais e sociais.

A chave para o desenvolvimento sustentável do Nordeste brasileiro e outras regiões secas da terra está na disponibilidade de água e na sua utilização ecologicamente ajustada, sob condições sócio-económicas adequadas.

3.

WAVES – Ergebnistransfer

- Beratung und Transfer des Forschungsergebnisse zu regionalen Planungsbehörden und Entscheidungsträgern
- Erarbeitung von alternativen Strategien zur nachhaltigen Verbesserung der Lebensbedingungen im NO Brasiliens
- Ökologisch angepaßte Wassernutzung unter angemessenen sozioökonomischen Rahmenbedingungen

WAVES – Tranferência de Resultados

- Aconselhamento e transferência de resultados de pesquisa para órgãos públicos de planejamento e agentes responsáveis pelas decisões.
- Elaboração de estratégias alternativas para o melhoramento eficaz da qualidade de vida no Nordeste brasileiro.
- Utilização ecologicamente ajustada dos recursos hídricos, sob condições sócio-económicas adequadas.





Die Partner in / Os parceiros

Brasilien / Brasil

- Universidade Federal do Ceará (Coordenadoria de Assuntos Internacionais)
Departamento de Engenharia Agrícola e Irrigação
Departamento de Economia Agrícola
Departamento de Ciências Computacionais
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental
Departamento de Biologia
Departamento de Geografia
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCME)
- Universidade Federal do Piauí
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste TROPEN
- Secretaria da Agricultura, Abastecimento e Irrigação
Departamento de Hidrometeorologia (DHME), Piauí

Deutschland / Alemanha

- Universität Hohenheim
Institut für Bodenkunde und Standortslehre
Institut für Pflanzenernährung
Institut für Pflanzenproduktion und Agrarökologie
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
- Universität Gesamthochschule Kassel
Wissenschaftliches Zentrum für Umweltforschung
Fachbereich 3, Psychologie
- Fachhochschule Köln
Institut für Tropentechnologie
- HYDROISOTOP GmbH
- Technische Universität München
Lehrstuhl für Landschaftsökologie
- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Sprecher der Managementgruppe / Porta-voz do Grupo de Coordenação

Brasilien / Brasil

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Rebouças Ferreira
Coordenadoria de Assuntos Internacionais
Universidade Federal do Ceará
E-Mail: inter@ufc.br

Deutschland / Alemanha

Prof. Dr. Karl Stahr
Institut für Bodenkunde und Standortslehre
Universität Hohenheim
E-Mail: kstahr@uni-hohenheim.de

WAVES Homepage: <http://www.usf.uni-kassel.de/waves>
<http://sw.npd.ufc.br/cai/waves.htm>

Förderung / Fomento

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)