

EIN FORSCHUNGS-CLUSTER GEGEN WASSERKNAPPHEIT

CLIWASEC ERFORSCHT DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS IM MITTELMEERRAUM

rechts Wasserknappheit als Sicherheitsrisiko.



Text: Ralf Ludwig | Roberto Roson | Christos Zografos

KONFLIKTE UM DIE Wasserverteilung sind im Mittelmeerraum und Anrainerstaaten bereits heute Realität. Beispielsweise in Sardinien kommt es zu Nutzungskonflikten um die wertvolle Ressource. Hier benötigen alle, die Bevölkerung für ihren Trinkwasserbedarf, die hochintensivierte Landwirtschaft, der Weinbau und die saisonale Tourismusindustrie, ausreichend Wasser. Die Wasservorräte werden aber durch den fortschreitenden Klimawandel mit steigenden Temperaturen in allen Jahreszeiten und einer reduzierten Niederschlagsmenge zunehmend knapper.

Ein weiteres Beispiel ist das Nil-Delta: Hier kollidieren die Interessen vor allem des Ministeriums für Bewässerung, des Ministeriums für Landwirtschaft und des Ministeriums für Umwelt um das Wasser des Nils und seiner Seitenarme; Grundwasser wird bis heute unkontrolliert und jenseits aller Nachhaltigkeit entnommen. Das führt bei dem klimawandelbedingten steigenden Meeresspiegel dazu, dass Salzwasser in die Sedimentschichten des Deltas eindringt und die Grundwasserbrunnen kontaminiert. Negative Auswirkungen für die Bewässerungslandwirtschaft sind die Folge, da das belastete, auf die Felder aufgebrauchte Wasser die Ernte verdirbt. Unter erheblichem Wasserbedarf soll nun versucht werden, den Verlust wertvoller Agrarflächen durch Neukultivierungen in den westlich

angrenzenden Wüstenregionen und dem Sinai auszugleichen. Im Stadtgebiet von Alexandria bewirken die massiven Wasserentnahmen und das nachrückende Salzwasser eine Destabilisierung des Untergrundes und schädigen somit zahlreiche Wohngebäude, Bahnlinien und Straßen. Die Folge sind teure Sanierungsmaßnahmen und im Extremfall Umsiedlungen der Bevölkerung.

DIE LAGE WIRD sich in Zukunft noch verschlechtern: Im gesamten Mittelmeerraum ist mit häufigeren Starkregenereignissen, Überschwemmungen und verlängerten Dürreperioden zu rechnen. Diese Faktoren belasten die aus dem natürlichen Wasserkreislauf zur Verfügung stehende und nutzbare Menge an Süßwasser und wirken somit nachteilig auf die bestimmenden Industriesektoren der Region. Mittelfristig werden die Menschen beispielsweise die Art, wie sie ihre Felder bewirtschaften, an den Klimawechsel anpassen müssen. Ein erster Schritt dorthin muss die Entwicklung deutlich effizienterer Bewässerungsstrategien sein, durch die enorme Wassermengen eingespart werden könnten. Zu Recht wird bereits heute in Ägypten über den Umbau der Landwirtschaft nachgedacht. So soll etwa der extrem wasserzehrende Anbau von Reis durch Getreidearten wie Gerste und Weizen ersetzt werden, die deutlich weniger Wasser verbrauchen.

Zusammengenommen haben diese Effekte deutlich negative Konsequenzen für Ökosysteme, die Wasserversorgung und die menschliche Gesundheit. Fruchtbare Böden gehen fortschreitend verloren, die Grundwasserqualität wird schlechter, Trinkwasser und Nahrungsmittel sind immer weniger verfügbar. Unter diesen Gesichtspunkten kann Wasserknappheit auch die zivile Sicherheit beziehungsweise gar innerstaatliche und internationale Beziehungen gefährden.

Ein möglicher Ausweg ist, verbesserte Managementpraktiken zur Wasserverteilung zu entwickeln. Zusätzlich werden auf europäischer Ebene Gegenmaßnahmen zum Klimawandel durch eine ganzheitliche Energie- und Klimapolitik koordiniert. Auch geben diverse EU-Richtlinien – beispielsweise die Wasserrahmenrichtlinie, die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie, Dürre-Aktionsprogramme – eine wichtige Orientierung. Teil dieser ganzheitlichen Energie- und Klimawandelpolitik der Europäischen Kommission sind unter anderem über das siebte Forschungsrahmenprogramm (FP7) finanzierte Verbundforschungsprojekte wie das EU-Forschungs-Cluster CLIWASEC (CLimate change Impacts on Water and SECurity, www.cliwasec.eu), das einen wichtigen wissenschaftlichen Beitrag zur Untersuchung der Folgen des Klimawandels im Mittelmeerraum leistet und die notwendigen Managementpraktiken zur Wasserverteilung entwickelt. Das Cluster erarbeitet also Wege zu einer zielorientierten Anpassung der Trinkwasserversorgung, der Bewässerungslandwirtschaft, des Tourismus und der Brauchwassernutzung für die Industrie an den Klimawandel. Aktuelle Forschungsergebnisse präsentierte CLIWASEC am 15. Februar 2012 auf einer internationalen Fachtagung am Department für Geographie der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Das EU-Forschungs-Cluster CLIWASEC im Mittelmeerraum

Die Umsetzung der Ergebnisse von Projektionen des zukünftigen Klimas mithilfe von aktuellen Klimamodellen führen zu dem Ergebnis, dass der Mittelmeerraum gegenüber Veränderungen im Wasserhaushalt und häufiger auftretenden Extremsituationen wie Hochwasser oder Dürre in besonderem Maße gefährdet ist. Da Wasserknappheit viele Bereiche mit teilweise diametralen Anforderungen an den Wasserbedarf

in Mitleidenschaft zieht, müssen neue multidisziplinäre Ansätze in Forschung und Politik entwickelt werden, um eine wirkungsvolle Vorbeugung und Anpassung zu erreichen. Die Europäische Kommission entwickelte deshalb über das 7. Forschungsrahmenprogramm eine aufeinander abgestimmte Förderausschreibung zwischen der Thematik Umwelt inklusive Klimawandel und dem Bereich Sozial-, Wirtschafts- und Geisteswissenschaften, um Konsequenzen und Unsicherheiten von Klimaveränderungen auf die menschliche Umwelt zu untersuchen und besser abschätzen zu können. Die drei darüber finanzierten Forschungsprojekte CLIMB, WASSERMed und CLICO bilden das Forschungs-Cluster CLIWASEC. Sie geben Antworten auf beispielsweise folgende Problemstellungen: »Wo gibt es in Zukunft wie viel Wasser?«, »Welche Klimamodelle sind für einen Blick in die Zukunft brauchbar?« »Wie können sich verantwortliche Behörden auf den Klimawandel einstellen, was müssen sie wissen, um vorbereitet zu sein und besser reagieren zu können?«

Forschungssynergien durch Clusterbildung

Die drei Projekte CLIMB, WASSERMed und CLICO bündeln ihre Kompetenzen zur Identifikation und Stärkung multidisziplinärer, wissenschaftlicher Synergien sowie zur Verbesserung der poli-



links Rosetta-Gebiet: Nil-Delta, Ägypten.

tischen Außenwirkung. Wesentliche Bausteine dieser Zusammenarbeit beinhalten den wissenschaftlichen Austausch und die gemeinschaftliche Bewertung der Klimaprojektionen, Identifikation und Verwendung von Monitoring- und Modellierungsmethoden, die Harmonisierung und den Austausch von Daten sowie Vorschläge für die Ausarbeitung alternativer Klimaanpassungsstrategien.

EINE BESONDERE WISSENSCHAFTLICHE Herausforderung besteht in der Quantifizierung und Reduzierung der Unsicherheiten in Klimaprojektionen. Durch ungenaue oder nicht verfügbare Daten, schlechte Messungen und zeitliche Lücken in den Messungen können die Resultate aktueller Klimaprojektionen nur unzureichend geprüft werden. Darüber hinaus ist die Nutzbarmachung von Klimamodellen und wissenschaftlichen Daten für unterschiedlich große Gebiete (Mikroskala: bis zu einigen 100 km², Mesoskala: bis zu mehreren 1.000 km², Makroskala: bis zu 100.000 km² oder mehr) eine wesentliche Herausforderung. Um von der Kompetenzvielfalt der Partner für die Beschreibung des komplexen Klima-Mensch-Umwelt-Systems zu profitieren, müssen zunächst die wesentlichen Schnittstellen zwischen den beteiligten Natur-, Wirtschafts-, Ingenieurs- und Sozialwissenschaften erarbeitet werden. Die in Fallstudien räumlich explizit gemachten Ergebnisse von verteilten, skalenübergreifenden Umweltmodellen, wie sie in CLIMB (mikro- bis mesoskalig) oder WASSERMed (meso- bis makroskalig) verwendet werden, können eine derzeit größtenteils ungenutzte Schnittstelle zu den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften bedienen. Erarbeiten Naturwissenschaftler sichere Klimaprojektionen, so können Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler beispielsweise Aussagen darüber treffen, wie sich das Klima auf den Tourismus oder andere Wirtschaftszweige auswirken wird.

EU-Forschungsprojekt CLIMB – Die Folgen des Klimawandels für den Wasserhaushalt mediterraner Flussgebiete

CLIMB (Climate Induced Changes on the Hydrology of Mediterranean Basins) analysiert an ausgewählten Fluss- oder Einzugsgebieten des Mittelmeerraums klimabedingte Wasserhaushaltsveränderungen und hydrologische Extreme. Das Konzept verbindet ein innovatives und stark vernetztes Monitoring- und Modellierungssystem mit den Ensembles

regionaler Klimamodelle und einer sozio-ökonomischen Faktorenanalyse. CLIMB setzt an verschiedenen Standorten im Mittelmeerraum neuartige geophysikalische Messverfahren ein (wie z. B. Bodenwasserndynamik, Grundwasserqualität, Verdunstung) und integriert diese Resultate in innovative physikalisch basierte Umweltmodelle, die den Blick in die Zukunft bezüglich der Wasserverfügbarkeit im Mittelmeerraum ermöglichen. Die Ergebnisse des Multi-Modell-Ensembles fließen in ein Geographisches Informationssystem (GIS) zur Analyse klimabedingter Anfälligkeiten einzelner Regionen, um lokale und regionale Akteure, die für die Wasserverteilung in ihrem Gebiet zuständig sind, bei ihrer Arbeit zu unterstützen. Es dient somit auch der Abschätzung konfliktträchtiger Risiken wie beispielsweise Migration als Konsequenz veränderter Umweltbedingungen.

CLIMB ANALYSIERT DIE Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserressourcen anhand von Fallbeispielen in Sardinien, Norditalien, Südfrankreich, Tunesien, der Türkei, Ägypten und dem Gazastreifen. Auswahlkriterien für die Untersuchungsgebiete waren unter anderem eine zu erwartende hohe Anfälligkeit für klimabedingte Veränderungen (gesamter Mittelmeerraum), hohe agrarische Produktivität und intensive Bewässerung (z. B. Sardinien), starke Nährstoffbelastung (z. B. Südfrankreich), Salzwasserintrusion in küstennahes Grundwasser (z. B. Tunesien und Ägypten) und zunehmende Wassernutzungskonflikte (z. B. Norditalien). Dieser Ansatz ermöglicht eine verbesserte Beurteilung regionaler Anfälligkeiten für klimatische Veränderungen und Wasserrisiken für die Landwirtschaft oder die Trinkwasserversorgung. Ein wichtiger Teilaspekt von CLIMB ist es, Ergebnisse bereit zu stellen, die für ein regionales Wasserressourcen- und Landwirtschaftsmanagement verwendbar sind sowie Mechanismen zu entwickeln, die zu einer Entschärfung eines insgesamt steigenden Konfliktpotentials um das notwendige Wasser der Region beitragen können.

CLICO – Klimawandel, Wasserkonflikte und menschliche Sicherheit

Der Klimawandel bedroht die menschliche Sicherheit und kann soziale Spannungen in inner- und zwischenstaatlichen Konflikten verschärfen. CLICO (Climate Change, Hydro-conflicts and Human Security) analysiert deshalb die soziale Dimension des Klimawandels und untersucht



In CLIWASEC arbeiten Wissenschaftler aus 44 Einrichtungen zu den wichtigsten Fragestellungen bezüglich des Klimawandels im Mittelmeerraum zusammen. 29 Institutionen sind aus der EU, fünf aus Ländern mit einem Wissenschafts- und Technologieabkommen mit der EU. Zudem beteiligen sich zehn internationale Organisationen, vorwiegend aus Afrika sowie dem Nahen und Mittleren Osten.

DIE PARTNER IN CLIMB

Das CLIMB-Konsortium besteht aus 19 Partnern aus vier europäischen Mitgliedstaaten (Italien, Österreich, Deutschland und Frankreich), vier Ländern des Mittelmeerraumes, die nicht zur EU gehören (Türkei, Tunesien, Ägypten, palästinensische Verwaltungsgebiete) und Kanada als internationalem Kooperationspartner. Vier bayerische Einrichtungen sind an den laufenden Forschungsarbeiten beteiligt: Koordinator des Projektes ist Prof. Dr. Ralf Ludwig (Ludwig-Maximilians-Universität, Department für Geographie, Fachwissenschaftler für Hydrologie, Fernerkundung und Folgen des Klimawandels); darüber hinaus sind die Bayerische Forschungsallianz GmbH (Projektmanager Dr. Thomas Ammerl), die VISTA Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH in München sowie das Deutsche Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen beteiligt.



rechts Referenten der Fachtagung am 15. Februar
an der LMU München.
daneben Chiba Dam, Tunesien.



DIE PARTNER IN CLICO

CLICO bringt 14 Forschungsteams aus Europa (Spanien, Deutschland, Belgien, Großbritannien, Norwegen, Schweiz, Zypern), Afrika (Ägypten, Äthiopien) und dem Nahen Osten (Israel, Palästinensische Verwaltungsbereiche) sowie der UN-Universität in Bonn als internationaler Organisation zu den Themen Wasserressourcen, Vulnerabilität, Frieden und Sicherheit zusammen.



DIE PARTNER IN WASSERMed

WASSERMed besteht aus einem Konsortium von 12 Partnern aus sechs europäischen Mitgliedsstaaten (Italien, Großbritannien, Griechenland, Spanien, Deutschland, Frankreich), drei Ländern aus Afrika und dem Nahen Osten (Tunesien, Ägypten, Jordanien) und dem CIHEAM-Institut als internationaler Institution.

hierzu elf konkrete Wasserkonflikte aus dem Mittelmeerraum, dem Nahen Osten und der Sahelzone. Das Projekt erforscht, warum manche Länder wie der Sudan, Äthiopien, der Niger, Zypern, Marokko, Italien, die Türkei und Jordanien anfälliger für die Folgen von Dürren, Überschwemmungen und Wasserkonflikten sind. Zudem entwickelt CLICO Handlungsempfehlungen, mit denen zum Beispiel Entscheidungsträger frühzeitig auf zu erwartende Ernteausfälle reagieren und Sicherheit gewährleisten können, auch in Zeiten von Süßwasserknappheit. Dabei bestehen auch erhebliche Unterschiede bei der Anpassungsfähigkeit sowie der Belastbarkeit von Regionen und Gesellschaften gegenüber dem Klimawandel und dadurch verursachten Konflikten. So bleibt bei einigen extremen Klimaereignissen die Bevölkerung unbeschadet, während in anderen Fällen bereits moderate Klimaveränderungen zu enormen Auseinandersetzungen führen. Deshalb verfolgt CLICO zwei Hauptziele: Zum einen möchte es neuartige Modelle der Beziehungen zwischen wasser-klimatischen Gefahren, Klimawandel, Anfälligkeiten von Gebieten, menschlicher Sicherheit und Konflikten mittels theoretisch vergleichender empirischer Forschung entwickeln. Zum anderen erarbeitet es (inter-)nationale politische Strategien zum Schutz der Bevölkerung, für angepasstes Wasserressourcen- beziehungsweise Gefahrenmanagement und entwickelt ein Politikmodell regionaler »Wassersicherheit«, anwendbar für UN, EU und Nationalstaaten.

WASSERMed – Wasserverfügbarkeit und Sicherheit in Südeuropa und im Mittelmeerraum

Die Forschung von WASSERMed (Water Availability and Security in Southern Europe and the Mediterranean) konzentriert sich auf die Bereiche

Landwirtschaft und Tourismus, um die Effekte des Klimawandels auf den Wasserverbrauch zu untersuchen und daraus besser angepasste technische Lösungen zu entwickeln. Bei der Analyse für die lokale Agrarwirtschaft spielen Änderungen der Lufttemperatur, des Niederschlags und der CO₂-Konzentration und deren Folgen für Ernte- und Vegetationsperioden, Erträge und Wassernutzung eine besondere Rolle. WASSERMed setzt einen vielfältigen Methodenpool ein, um zum einen die Häufigkeit und Stärke von Extremereignissen und Grundwasserbilanzen, daneben aber auch z. B. die Entwicklung von Zufriedenheitsindizes für den Tourismussektor modellhaft abzubilden. Außerdem bewerten die Wissenschaftler die Auswirkungen einer veränderten Wasserverfügbarkeit auf nationale Volkswirtschaften, Handelsströme und einen »virtuellen Wasserhandel«. Der virtuelle Wasserhandel ist ein zukunftsorientiertes Konzept zum regionalen Ausgleich von Wasserdefiziten. Es berücksichtigt die für die Produktion beliebiger Exportgüter aufgewendeten Wassermengen und schließt diese in die Kosten- und Bilanzrechnungen mit ein. Dadurch soll langfristig erreicht werden, dass der Wasserverbrauch wesentlich effizienter gestaltet werden kann und somit wasserarme Länder nachhaltiger wirtschaften können. WASSERMed entwickelt ein globales, rechnergestütztes Gleichgewichtsmodell, um die wichtigsten Mechanismen für mögliche Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur als Reaktion auf den Klimawandel zu identifizieren. Die Wissenschaftler simulieren damit Anpassungsmaßnahmen wie Infrastrukturausbau und Nachfragesteuerung und analysieren deren Wirksamkeit bei der Reduzierung wasserbezogener Sicherheitsbedrohungen. An fünf Untersuchungsgebieten sind diverse Bedingungen und Probleme des Mittelmeerraums abgebildet, die sich in Maß-

stab, Komplexität, Wasserverbrauch und wasserbezogener Sicherheitsbedrohung unterscheiden. Sie beinhalten eine kleine touristische Insel (Syros, Kykladen, Griechenland), mittelgroße Regionen mit Wasserkonflikten (Sardinien, Italien und das Merguellil-Einzugsgebiet, Tunesien) und Wassersysteme mit überregionaler Verteilung sowie grenzüberschreitenden Vereinbarungen (Rosetta-Gebiet, Nildelta, Ägypten und Jordan-Becken, Jordanien).

Teilnahme am EU-Forschungs-Cluster CLIWASEC

Die Vernetzung von Projekten erweitert die Wissensbasis, fördert den wissenschaftlichen Austausch und führt zu einem besseren Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Folgen des Klimawandels und ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten des Mensch-Umwelt-Systems. CLIWASEC lädt deshalb andere, in diesem Bereich gestaltete Projekte und Initiativen zur Kooperation ein. Registrieren Sie sich bitte unter <http://www.cliwasec.eu/registration/registration.php>, um Partner des wissenschaftlichen Netzwerks zu werden.

Professor Dr. Ralf Ludwig ist Koordinator des Projektes CLIMB (www.climb-fp7.eu),
Professor Dr. Roberto Roson ist Koordinator des Projektes WASSERMed (www.wassermed.eu),
Dr. Christos Zografos koordiniert das Projekt CLICO (www.clico.org).