

Das Filmprogramm zum Wissenschaftsjahr 2012 – Zukunftsprojekt Erde



Darwins Alptraum

Pädagogisches Begleitmaterial



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2012

Zukunftsprojekt

ERDE

Hintergrundmaterialien

Darwins Alptraum (Darwins Nightmare)

Hintergrundinformationen zum Film

Der Film blieb zu Saupers Entsetzen für diejenigen, die sich für den Film interviewen ließen, nicht ohne Auswirkungen. Die tansanische Regierung sieht in dem Film eine grobe Beleidigung des Landes. Außerdem sei die Nachfrage nach Nilbarsch weltweit eingebrochen. Per Parlamentsbeschluss wurden die Interviewpartner nach Ausstrahlung des Films zu Staatsfeinden erklärt. Der Journalist Richard Mgamba, der über Tansanias Verwicklung in Waffengeschäfte sprach, soll abgeschoben werden, anderen Mitwirkenden droht jetzt eine Gefängnisstrafe.

Aber nicht nur die tansanische Regierung kritisierte Saupers Film. Auch der französische Historiker François Garçons verurteilte den Film scharf und warf dem Regisseur „Afro-Pessimismus“ vor. Für ihn stelle der Film keinen Dokumentarfilm dar, sondern einen „inszenierten Spielfilm“.


Hubert Sauper nutzte filmische und argumentative Mittel, um seine Thesen um den Nilbarsch zu untermauern, die einer Prüfung nicht standhielten. So sei der unterstellte Waffenhandel an keiner Stelle bewiesen, sondern nur vermutet worden. Auch die Klebstoff schnüffelnden Kinder, die sich um einen Topf Reis stritten, seien dafür von dem Filmemacher bezahlt worden, so Garçons. Weiterhin sollen 74 % des gefangenen Nilbarsches im Land bleiben, rund 40 % davon sollen vor Ort konsumiert werden. Zudem werde im Film nicht erwähnt, wie hoch das Einkommen der im Film gezeigten Fischverarbeiter und Fischer sei. Saupers Darstellung der Stadt Mwanza bei Nacht führe dazu, dass diese besonders heruntergekommen und dreckig aussähe, was nicht den Tatsachen entspreche. Außerdem werde die Meinung einiger Wissenschaftler nicht erwähnt, die bestreiten, dass ausschließlich der Nilbarsch am Verschwinden der anderen Buntbarscharten im See verantwortlich sein solle. Nach deren Meinung liege ein Grund dafür auch in dem erhöhten Nährstoffeintrag in den See. Auch die genaue Zahl der noch im See lebenden Arten sei umstritten. Nach dreijährigem Rechtsstreit wurde Garçons von einem Pariser Gericht in letzter Instanz wegen Verleumdung verurteilt. Ein von der französischen Zeitung „Le Monde“ zum Viktoriasee geschickter Journalist, der der Sache auf den Grund gehen sollte, konnte weder dem einen, noch dem anderen zustimmen. Viele der vorgebrachten Kritikpunkte lassen sich nicht beweisen.

Zahlen...

Größte Süßwasserseen

 **82.414 km²** Oberer See / USA

68.894 km² Viktoriasee / Tansania, Uganda, Kenia 

Durchschnittseinkommen pro Kopf und Jahr 

Deutschland 43.330 Kenia 1.610 Tansania 1.420 Uruganda 1.230

500 Buntbarscharten konnten sich in nur **15.000** Jahren entwickeln 

Bevölkerungswachstum in %

Deutschland -0,21 Uruganda 3,85 Kenia 2,46 Tansania 2

Kinder unter 5 Jahren untergewichtig in %

**Deutschland 1,1 Uruganda 16,5
Kenia 16,7 Tansania 16,4**



HIV / AIDS Rate bei Erwachsenen in %

**Deutschland 0,1 Kenia 6,3
Tansania 5,6 Uruganda 6,5 Viktoria-See 70**

Nil- oder Viktoriabarsch (Lates niloticus)

mit bis zu **2 m** Länge und bis zu

200 kg Gewicht 

und ca. **5 g** Gewicht

2.750.000.000 m³ beträgt seine Wassermenge

15,2 kg Fischverbrauch pro Kopf in Deutschland 2009

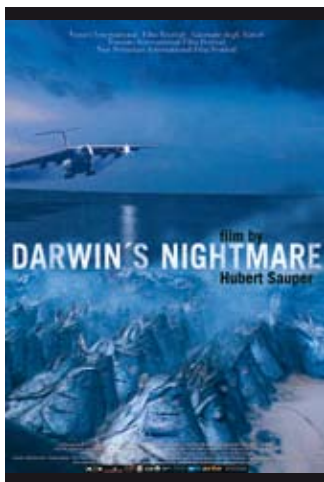
Pro Kilogramm Viktoriabarsch werden **2 Liter Kerosin** verbraucht

200.000kg Fisch werden pro Jahr vom Viktoriasee in die EU geflogen

Hintergrundinformationen

Der Viktoriasee ist mit einer Oberfläche von 68.894 km² (ungefähr so groß wie Bayern) der größte See Afrikas und der zweitgrößte Süßwassersee auf der Erde. Trotz seiner Größe, ist der See aber relativ flach. Die tiefsten Stellen sind ca. 84 m tief, die Durchschnittstiefe beträgt 40 m. Er liegt in Ostafrika und gehört zu den Ländern Tansania, Uganda und Kenia. Der überwiegende Teil der Bevölkerung an seinen Ufern lebt direkt oder indirekt vom Fischfang und in zumeist ärmlichen Verhältnissen. Insgesamt leben im Einzugsgebiet des Sees 35 Millionen Menschen, das ist ca. ein Drittel der Gesamtbevölkerung der Anrainerstaaten. Das Pro-Kopf-Einkommen rund um den Viktoriasee wird auf US\$ 250 – 350 pro Jahr geschätzt und liegt damit unter dem Landesdurchschnitt. In Tansania liegt es bei ca. 530 US\$, in Kenia bei 790 US\$ und in Uganda bei ca. 500 US\$ pro Einwohner im Jahr. In Deutschland lag es 2008 bei ca. US\$ 40.865.

Die äußeren Bedingungen begünstigten die Entwicklung einer unglaublichen Artenvielfalt. Der Viktoriasee ist erdgeschichtlich ein sehr junger See. Vor ca. 15.000 Jahren ist er das letzte Mal vollkommen ausgetrocknet. Da einige Gene von untersuchten Buntbarschen allerdings älter sind, nimmt man an, dass sie die Austrocknung in einem anderen Lebensraum, vielleicht einem benachbarten See, überlebt haben. Trotzdem hat sich in dieser evolutionsmäßig sehr kurzen Zeitspanne die biologische Vielfalt in dem See nahezu explosionsartig entwickelt. Bekannt sind die dominierenden Buntbarscharten (Cichliden). Bei keinem anderen Wirbeltier entwickeln sich Arten so schnell wie bei diesen farbenfrohen Fischen. Insgesamt gab es ca. 550 verschiedene Fischarten bevor der Viktoriabarsch in den See eingesetzt wurde. 1970 schätzte man die Zahl der Buntbarscharten auf etwa 500, bis 1995 wurden ca. 400 Buntbarscharten erfasst. Im Vergleich dazu sind auf den Galapagos-Inseln innerhalb von 8 Millionen Jahren nur etwa 14 Darwinfinken-Arten entstanden. Die Vielfältigkeit der Buntbarsche ermöglichte es ihnen, alle möglichen ökologischen Nischen im See auszunutzen. So gab es Barscharten, die sich vom abgesunkenen Abfall am Grund des Sees ernährten, es gab Algenfresser, Zooplanktonfresser und Barsche, deren Ernährung aus Schnecken, Insekten, Fischschuppen, Garnelen, Fisch oder Fischbrut bestand. Entsprechend ihrer Ernährung lebten sie am Seegrund, in den oberen, mittleren oder unteren Wasserschichten, am Seeufer oder im Freiwasserbereich.

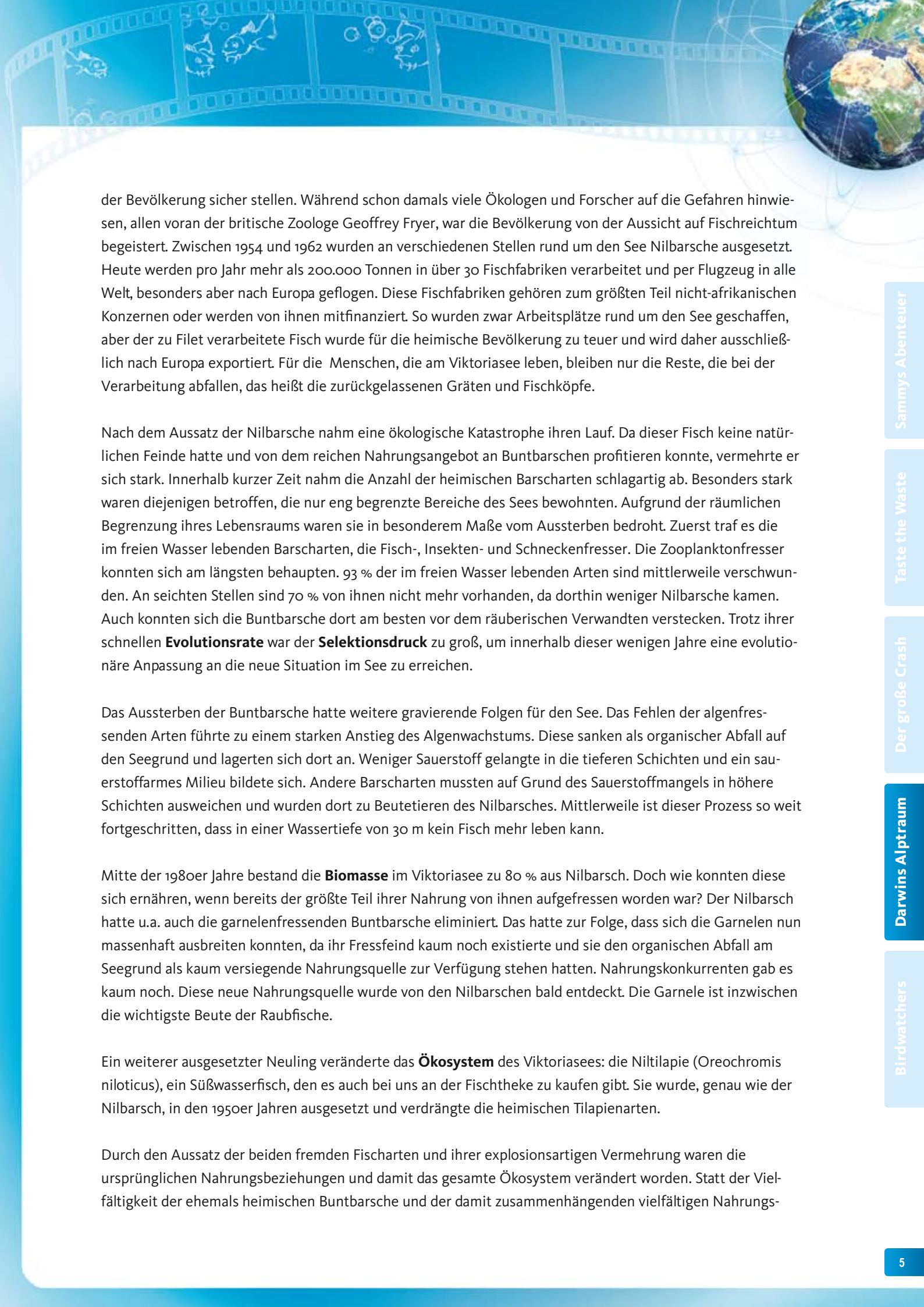


Als 1954 der Nilbarsch (*Lates niloticus*) oder Viktoriabarsch, wie er in Europa und den USA als Speisefisch angeboten wird, im Zuge eines wissenschaftlichen Experiments im See ausgesetzt wurde, wirkte sich das verheerend auf die Vielfalt im See aus. Ein Beamter der kenianischen Fischereibehörde setzte diesen hier nicht heimischen Fisch aus. Dies geschah nicht in der Absicht, das **Ökosystem*** des Viktoriasees zu zerstören, sondern man wollte die heimische Wirtschaft aufbessern. Der neue Fisch hatte einige Vorzüge gegenüber den heimischen Barscharten: er war schmackhafter, brachte mehr Gewicht auf die Waage (bis zu 200kg) und konnte so die Versorgung

Nil- oder Viktoriabarsch

- ▶ Süßwasserraubfisch
- ▶ Größe: max. 2 m lang und 200 kg schwer
- ▶ Geschlechtsreife ab 3 Jahren
- ▶ Nahrung: Fisch, Buntbarscharten können bei Verfügbarkeit bis zu 95% der Nahrung ausmachen
- ▶ Wirtschaftliche Bedeutung: wegen seines günstigen Preises wird er auf den Fischmärkten Europas – (Benelux, Deutschland, Frankreich) und den USA

* Die **fett** gedruckten Begriffe finden Sie im Glossar am Ende des Dokuments.



der Bevölkerung sicher stellen. Während schon damals viele Ökologen und Forscher auf die Gefahren hinwiesen, allen voran der britische Zoologe Geoffrey Fryer, war die Bevölkerung von der Aussicht auf Fischreichtum begeistert. Zwischen 1954 und 1962 wurden an verschiedenen Stellen rund um den See Nilbarsche ausgesetzt. Heute werden pro Jahr mehr als 200.000 Tonnen in über 30 Fischfabriken verarbeitet und per Flugzeug in alle Welt, besonders aber nach Europa geflogen. Diese Fischfabriken gehören zum größten Teil nicht-afrikanischen Konzernen oder werden von ihnen mitfinanziert. So wurden zwar Arbeitsplätze rund um den See geschaffen, aber der zu Filet verarbeitete Fisch wurde für die heimische Bevölkerung zu teuer und wird daher ausschließlich nach Europa exportiert. Für die Menschen, die am Viktoriasee leben, bleiben nur die Reste, die bei der Verarbeitung abfallen, das heißt die zurückgelassenen Gräten und Fischköpfe.

Nach dem Aussatz der Nilbarsche nahm eine ökologische Katastrophe ihren Lauf. Da dieser Fisch keine natürlichen Feinde hatte und von dem reichen Nahrungsangebot an Buntbarschen profitieren konnte, vermehrte er sich stark. Innerhalb kurzer Zeit nahm die Anzahl der heimischen Barscharten schlagartig ab. Besonders stark waren diejenigen betroffen, die nur eng begrenzte Bereiche des Sees bewohnten. Aufgrund der räumlichen Begrenzung ihres Lebensraums waren sie in besonderem Maße vom Aussterben bedroht. Zuerst traf es die im freien Wasser lebenden Barscharten, die Fisch-, Insekten- und Schneckenfresser. Die Zooplanktonfresser konnten sich am längsten behaupten. 93 % der im freien Wasser lebenden Arten sind mittlerweile verschwunden. An seichten Stellen sind 70 % von ihnen nicht mehr vorhanden, da dorthin weniger Nilbarsche kamen. Auch konnten sich die Buntbarsche dort am besten vor dem räuberischen Verwandten verstecken. Trotz ihrer schnellen **Evolutionsrate** war der **Selektionsdruck** zu groß, um innerhalb dieser wenigen Jahre eine evolutionäre Anpassung an die neue Situation im See zu erreichen.

Das Aussterben der Buntbarsche hatte weitere gravierende Folgen für den See. Das Fehlen der algenfressenden Arten führte zu einem starken Anstieg des Algenwachstums. Diese sanken als organischer Abfall auf den Seegrund und lagerten sich dort an. Weniger Sauerstoff gelangte in die tieferen Schichten und ein sauerstoffarmes Milieu bildete sich. Andere Barscharten mussten auf Grund des Sauerstoffmangels in höhere Schichten ausweichen und wurden dort zu Beutetieren des Nilbarsches. Mittlerweile ist dieser Prozess so weit fortgeschritten, dass in einer Wassertiefe von 30 m kein Fisch mehr leben kann.

Mitte der 1980er Jahre bestand die **Biomasse** im Viktoriasee zu 80 % aus Nilbarsch. Doch wie konnten diese sich ernähren, wenn bereits der größte Teil ihrer Nahrung von ihnen aufgefressen worden war? Der Nilbarsch hatte u.a. auch die garnelenfressenden Buntbarsche eliminiert. Das hatte zur Folge, dass sich die Garnelen nun massenhaft ausbreiten konnten, da ihr Fressfeind kaum noch existierte und sie den organischen Abfall am Seegrund als kaum versiegende Nahrungsquelle zur Verfügung stehen hatten. Nahrungskonkurrenten gab es kaum noch. Diese neue Nahrungsquelle wurde von den Nilbarschen bald entdeckt. Die Garnele ist inzwischen die wichtigste Beute der Raubfische.

Ein weiterer ausgesetzter Neuling veränderte das **Ökosystem** des Viktoriasees: die Niltilapie (*Oreochromis niloticus*), ein Süßwasserfisch, den es auch bei uns an der Fischtheke zu kaufen gibt. Sie wurde, genau wie der Nilbarsch, in den 1950er Jahren ausgesetzt und verdrängte die heimischen Tilapienarten.

Durch den Aussatz der beiden fremden Fischarten und ihrer explosionsartigen Vermehrung waren die ursprünglichen Nahrungsbeziehungen und damit das gesamte Ökosystem verändert worden. Statt der Vielfaltigkeit der ehemals heimischen Buntbarsche und der damit zusammenhängenden vielfältigen Nahrungs-

beziehungen, reduzierten sich die Nahrungsketten auf ein Minimum. Spielten vorher noch Insekten, Weichtiere (Mollusken) und andere Fischarten eine Rolle, beschränkte sich das neue Nahrungsnetz lediglich auf sehr wenige Arten.



- 1) Nennen Sie mögliche Nahrungsbeziehungen, die sich nach dem Einsetzen des Nilbarsches etabliert haben. Welche ökologischen Nischen wurden neu besetzt?
▶ (Siehe Dokument „Aufgaben und Lösungen“)

Da die Nahrungsressourcen durch den rasanten Anstieg der Individuenzahlen immer knapper werden, fressen sich die Nilbarsche mittlerweile sogar gegenseitig. Dies spiegelt sich auch in den Fangquoten wider. Stiegen sie anfänglich deutlich an, sind die Fangmengen mittlerweile deutlich rückläufig. Experten schätzen, dass das Ökosystem des Viktoriasees in ca. 10 Jahren völlig zusammengebrochen sein wird.

Darüber hinaus setzt ein weiteres künstlich eingeschlepptes Problem dem Viktoriasee zu: die Dickstielige Wasserhyazinthe (*Eichhornia crassipes*). Ursprünglich kommt diese Wasserpflanze aus Südamerika und wurde als Zierpflanze für Gartenteiche importiert. Als **Neozoon** ohne natürliche Fressfeinde breitete sie sich rasant im See aus – mit weitreichenden Folgen. 1995 bedeckten Wasserhyazinthen 90% des ugandischen Ufers. In den Wasserhyazinthenfeldern konnten sich Moskitos und Schnecken nahezu ungehemmt fortpflanzen. Beide Arten übertragen Krankheiten: Malaria wird von Moskitos übertragen, die Wurmkrankheit Bilharziose von Schnecken.

Mit ihrem rasanten Wachstum verdrängt die Wasserhyazinthe heimische Wasserpflanzen und die von ihnen lebenden Tiere. Sie entzieht dem Wasser Sauerstoff, so dass der Säuregehalt des Wassers steigt. Außerdem lässt ihr dichtes Blätterwerk kein Licht durch, was wiederum den Lebensraum anderer Fischarten einschränkt.

Die negativen Auswirkungen des Aussatzes des Nilbarschs für das Ökosystem des Viktoriasees haben auch an Land dramatische Folgen und sorgen für eine Verschlechterung der Lebensverhältnisse der Menschen. Die negativen Folgen an Land kann man in ökologische und sozioökonomische Folgen unterscheiden. Beide sind eng miteinander verbunden.

Der neue Fisch im See und die damit verbundenen wirtschaftlichen Erwartungen lockten viele Menschen an. Innerhalb der letzten Jahre wuchsen die Städte an den Ufern rasant an. Betrug die durchschnittliche Bevölkerungsdichte am See um 1960 in Tansania weniger als 25 Personen pro km², so werden es rund um den See im Jahre 2015 durchschnittlich mehr als 100 Personen pro km² sein. Das hat vielfältige Auswirkungen auf die Umwelt.



- 2) Diskutieren Sie mögliche negative Folgen, die der Nilbarsch auch an Land verursacht. Nehmen Sie dazu auch Bezug zu dem Film.

Wasserverschmutzung

Das Seewasser wird von den Menschen in vielerlei Hinsicht genutzt. Es versorgt die Haushalte, die Industrie und die Landwirtschaft rund um den See, gleichzeitig wird der Abfall aus diesen Bereichen in den See entsorgt. Außerdem dient es dem Fischfang, dem Transport, als Baumaterial und zur Energieerzeugung. Da das Gebiet sehr fruchtbar ist, wird es intensiv für den Anbau von Kaffee, Tee, Baumwolle und Zuckerrohr genutzt. Ca. 3 Mio. Menschen leben direkt oder indirekt vom Fischfang. Der durchschnittliche Jahresfang beträgt ca. 200.000 Tonnen Fisch. Besonders Kenia ist vom Viktoriasee abhängig. 50 % der Wasserressourcen des Landes stammen aus dem See, dessen Ufer dort besonders dicht besiedelt sind.

Die Bevölkerungsdichte führt dazu, dass vermehrt Abwässer in den See geleitet werden. Über Regenwassergräben und Bäche gelangt verunreinigtes Wasser aus den Latrinen und Waschwasser in ihn hinein. So ist auch die Versorgung der Bevölkerung mit sauberem Wasser gefährdet.



Die Weltgesundheitsorganisation gibt an, dass in den drei Staaten Kenia, Tansania und Uganda 17 von 1.000 Kindern unter fünf Jahren an Durchfallerkrankungen wie Cholera sterben, auch das ist eine Folge des verschmutzten Wassers.

Doch nicht nur die Wasserqualität hat unter dem Bevölkerungswachstum gelitten. Anders als die heimischen

Buntbarscharten weist das Fleisch des Nilbarsches einen hohen Omega-3-Fettsäure-Anteil auf. Für den Export ist das gut, doch kann er nicht, wie es vorher üblich war, in der Sonne getrocknet werden, sondern muss über Feuer getrocknet oder geräuchert werden. Die Folge sind Bodenerosion und kahle Flächen am Ufer infolge der Abholzung. Der See verschlammt zunehmend, das Wasser wird eingetrübt. Mittlerweile ist bereits der Lebensraum der Flusspferde am See zerstört.

Aber nicht nur zum Trocknen des Fisches wird Holz geschlagen, auch zum Kochen, zur Ziegelherstellung und zum Töpfern wird Holz gebraucht.

Handlungsoptionen

Die vielfältigen Probleme des Viktoriasees sind bekannt. Viele Organisationen setzen sich aktiv für seine Rettung ein. So wurde er vom Global Nature Fund (GNF) zum „Bedrohten See des Jahres 2005“ ernannt, um auf die Umweltprobleme hinzuweisen. Zusammen mit der Organisation OSIENALA (Friends of Lake Victoria) setzt sie sich für Schutzgebiete ein, um der weiteren Zerstörung des Sees Einhalt zu gebieten. Außerdem fördern beide Organisationen den Erhalt der empfindlichen Ufervegetation und bieten Umweltbildungsmaßnahmen an.

Aber das alleine reicht nicht aus, um das **Ökosystem** zu stabilisieren. Mit weiteren Maßnahmen wird versucht, auf unterschiedlichste Art das Ökosystem Viktoriasee zu erhalten.

Buntbarsche

Viele Buntbarscharten des Viktoriasees sind bereits ausgestorben und damit unwiederbringlich verloren. Doch schon in den 1990er Jahren wurden gezielt einige Arten von Biologen weltweit an Zoos und Aquarien verteilt und dort weitergezüchtet. So kommt es, dass einige Buntbarscharten des Viktoriasees zwar nicht mehr in der freien Natur, wohl aber in Aquarien anzutreffen sind.

Wasserhyazinthe

Um der Plage der Wasserhyazinthen Herr zu werden, wurden zwei Methoden angewandt. Zum einen wurden große Hyazinthenteppiche mit Mähmaschinen entfernt, zum anderen setzte man Rüsselkäfer ein (*Neochetina eichhorniae* und *N. bruchi*), die sich ausschließlich von lebenden und abgestorbenen Wasserhyazinthen ernähren. Auch wenn der Einsatz von eingeführten Arten zur Bekämpfung anderer Arten Risiken birgt, scheint er in diesem Fall bislang keine weiteren Nebenwirkungen hervorgebracht zu haben. Im kenianischen Teil des Viktoriasees konnten die von Wasserhyazinthen überwucherten Flächen mit Hilfe der Rüsselkäfer innerhalb von 5 Jahren von 20.000 auf ca. 2.000 ha verkleinert werden. Könnte man Wasserhyazinthen für den Menschen nutzen, würde auch das die Lage weiter entspannen.


Wasserqualität

Auch mit deutscher Hilfe durch die KfW Entwicklungsbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) werden in den Großstädten Kampala, der Hauptstadt Ugandas (1,3 Mio. Einwohner), und Mwanza in Tansania (450.000 Einwohner) die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung finanziert und mit fachlicher Hilfe unterstützt. So soll die Siedlungshygiene nachhaltig verbessert werden. Besonders in der Millionenstadt Kampala ist die Lage kritisch. Dort haben nur ca. 18% der Bevölkerung Zugang zu Wassertoiletten mit Klärgruben. Die restlichen Einwohner nutzen Latrinen oder so genannte „flying toilets“, Plastiktüten, die nach dem Gebrauch weggeschmissen werden. Die Aufbereitung der Abwässer in Kläranlagen verringert die Verschmutzung des Sees und damit die Gesundheitsrisiken im Wohnumfeld erheblich.

Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, dass der Viktoriasee als Wirtschaftsraum für die Menschen erhalten bleibt. „Der Nilbarsch ist inzwischen fest etablierter Teil des Viktoriasee-**Ökosystems**. Man wird die Einführung einer nicht-heimischen Spezies vor 50 Jahren nicht rückgängig machen können“, sagt Kai Wiegler, Fischerei-Fachmann bei der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. „Ziel sollte es daher sein, den Nilbarsch so sozial- und so umweltverträglich wie möglich zu nutzen.“

Energieversorgung

Nur ca. 2% der am See lebenden ländlichen Bevölkerung ist an ein öffentliches Stromnetz angeschlossen, das ohnehin oft überlastet zusammenbricht. Die meisten nutzen Kerosinlampen zur Beleuchtung oder zum nächtlichen Fischfang, mit negativen Folgen. Das Kerosin verschmutzt Wasser und Ufer. Es schädigt nachhaltig die Umwelt sowie die Gesundheit der Menschen. Die Kerosinleuchten rund um den See sollen nach Angaben des Global Nature Fund rund 50.000 Tonnen CO₂ jährlich in die Atmosphäre abgeben, in ganz Afrika sollen es sogar 77 Milliarden Tonnen CO₂ sein. Mehrere Unternehmen, darunter Siemens, Osram, Nokia oder SolarWord haben sich an einem Projekt beteiligt, dass die Lichtversorgung ohne Stromnetz zum Ziel hat. Dafür erhalten die Anwohner Akkus, die sie an Solarstationen, autarken Stromtankstellen, kostengünstig und umweltschonend wieder aufladen können.



Insgesamt leben auf der Erde geschätzte 1,6 Milliarden Menschen ohne Strom. Durch solche Projekte könnte gerade in Entwicklungsländern vielen Menschen der Zugang zu Strom umweltschonender ermöglicht werden. In einem von OSRAM und der Solarworld AG initiierten Pilotprojekt in der Stadt Mbita mit 15.000 Einwohnern rechnet sich der Kauf von akkubetriebenen Osram-Energielampen für heimische Fischer bereits nach kurzer Zeit. Für das Kerosin zum Fischfang gaben die Fischer die Hälfte ihres Einkommens aus. Jetzt ist bereits nach vier Wochen die Lampe abbezahlt. Um die Lampen finanzieren zu können, werden den Bewohnern Mikrokredite, also Kleinstkredite, angeboten, die es ihnen ermöglichen, entsprechend ihres Einkommens die Raten abzuzahlen. Auch **Photovoltaik**anlagen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. Seit den 1980er Jahren stieg der Absatz jährlich um 17%. Damit ist Kenia, gemessen an seiner Einwohnerzahl, hinter den Industrieländern der größte Markt für Solaranlagen.

Forschungsbereiche

Am Beispiel des Nilbarsches im Viktoriasee lässt sich erkennen, wie komplex die Zusammenhänge in einem System, sei es ökologischer oder sozioökonomischer Art, sind. Einfache Lösungen gibt es nicht. Um nachhaltige Lösungen zu finden, müssen viele, ganz unterschiedliche Aspekte berücksichtigt werden. So reicht es nicht, sich ausschließlich um die Ökologie des Sees zu kümmern, wenn nicht gleichzeitig an Land ein menschenwürdiges und umweltverträgliches Leben gewährleistet wird.

Vom BMBF geförderte aktuelle Forschungsprojekte zielen auf eine umfassende Einbeziehung möglichst vieler Faktoren ab, um eine Nachhaltigkeit ihrer Projekte zu erreichen. Das Beispiel Viktoriasee zeigt, dass es nicht reicht, mit der Regierung eines Landes Nachhaltigkeitsprojekte durchzuführen, wenn zur selben Zeit die anderen Anrainerstaaten nicht in die Entwicklung einbezogen werden.

In der **Nachhaltigkeitsforschung** dürfen Ökologie und Ökonomie sich nicht ausschließen. Nur wenn die natürliche Lebensgrundlage langfristig gesichert ist, ist auch wirtschaftliche Entwicklung und der soziale Zusammenhalt einer Gesellschaft gewährleistet. Auch dies wird in dem Film „Darwins Alptraum“ deutlich. Beides, Wirtschaftsentwicklung und sozialer Zusammenhalt, sind wiederum die Voraussetzung für einen wirksamen Natur- und Umweltschutz. Dies gilt für einzelne Länder genauso wie für die Weltgemeinschaft. Die Forschungsbereiche arbeiten interdisziplinär an Konzepten zur Lösung des Nachhaltigkeitsproblems. Die **Nachhaltigkeitsökonomik** spielt in diesem Forschungsfeld eine wichtige Rolle. Ihr kommt die Aufgabe zu, die Handlungs- und Reaktionsfähigkeit von komplexen Systemen zu sichern, in denen sowohl die Wirtschaft als auch die Umwelt berücksichtigt werden. Projekte sollen dabei langfristig angelegt, Gerechtigkeit und globale Zusammenhänge berücksichtigt sein. Mit den in der **Nachhaltigkeitsökonomik** gewonnenen Erkenntnissen sollen Wissens- und Entscheidungsgrundlagen geschaffen werden, die praktikable Handlungsstrategien für eine Politik der nachhaltigen Entwicklung ermöglichen. Es hat sich gezeigt, dass nicht so sehr das Zurverfügungstellen möglichst vieler Daten zum Erfolg eines Projektes beiträgt, sondern es viel wirksamer ist, wenn Handlungsmöglichkeiten erarbeitet werden, die Vor- und Nachteile aufgezeigt und verschiedene Szenarien vorgestellt werden. Auch dürfen die unterschiedlichen Parteien die zur Verfügung gestellten Daten nicht anzweifeln, was dadurch erreicht wird, dass man eine allgemeine Akzeptanz der Informationsgrundlage zu erreichen versucht. Die Einbeziehung von örtlichen Organisationen und Institutionen ist dabei sehr wichtig. Im Falle des Viktoriasees ist es offensichtlich, dass eine Ein-Staaten-Lösung keinen Erfolg haben würde. Daher wurde versucht, Organisationen zu etablieren, in denen alle drei Anrainerstaaten vertreten sind. Dazu wurde die Lake Victoria Fisheries Organization (LVFO) als zwischenstaatliche Organisation gegründet, um „das

ordnungsgemäße Management und die optimale Nutzung von Fisch und anderen Ressourcen des Sees zu fördern“. Um dies zu erreichen, sollen die nationalen Politiken harmonisiert und gemeinsame Schutz- und Nutzungskonzepte entwickelt werden.

Ein weiterer wichtiger Forschungszweig in der **Nachhaltigkeitsforschung** stellt das nachhaltige **Land- und Wassermanagement** dar. Beide sind wichtiger Bestandteil in der Frage, wie zukünftig natürliche Ressourcen, Landoberfläche, Wasserqualität etc. angesichts der steigenden Weltbevölkerung, Migrationsbewegungen, Wasserknappheit und Hochwasser gewährleistet werden können. Die Art und Weise der Landnutzung ist von besonderer Wichtigkeit im Kampf gegen den Klimawandel. Abholzung, Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft, Landflucht sind nur wenige Aspekte dieses komplexen Themas. Dabei stehen nicht nur das Land im Vordergrund, sondern insbesondere auch die von ihm abhängige Bevölkerung und ihre wirtschaftliche Lage. Am Viktoriasee lässt sich eindrucksvoll erkennen, wie eng die Beziehung zwischen Landnutzung, Bevölkerungsentwicklung und Wasserqualität sind. Mit Entwicklungsprojekten, wie der Einrichtung von effizienten Kläranlagen an den Ufern des Viktoriasees oder der Vermeidung der schädlichen Kerosinlampen zu Gunsten von wiederaufladbaren **Photovoltaik**-Lampen, sind bereits erste Schritte eines nachhaltigen **Ressourcenmanagements** gemacht worden. Auch hier wurden zudem internationale Lösungen gefunden. Das von der Weltbank unterstützte Lake Victoria Environmental Management Project wurde bereits verlängert. Dabei steht die Kontrolle der Wasserhyazinthe, Verbesserung im Fischerei-Management und der Fischerei-Forschung, die Überwachung der Wasserqualität, das Management der städtischen und industriellen Abwässer, Erhaltung der **Biodiversität**, der Wälder und Feuchtgebiete im Seegebiet, nachhaltige Landnutzungspraktiken und **Capacity Building** im Vordergrund. In der ersten Phase des Projekts wurden 144 kleinere Projekte in den Bereichen Gesundheit, Wasserversorgung und -entsorgung, Bildung, Straßenbau, Fischerei und Aufforstung initiiert. In der anschließenden Phase II soll die Konzentration auf den Bereichen Forschung und Entwicklung, Management und sozioökonomische Entwicklung liegen. Am 29. November 2003 unterzeichneten die drei Anrainerstaaten ein umfassendes Abkommen zum grenzübergreifenden Seegebietsmanagement für eine nachhaltige Entwicklung des Viktoriasees. Eine hierfür eingerichtete Kommission soll die Förderung und Koordination der Aktivitäten für eine nachhaltige Entwicklung und zur Armutsbekämpfung koordinieren. Ziele dieses Abkommens sollen u.a. die Förderung von „gerechtem wirtschaftlichen Wachstum, Maßnahmen zur Armutsbekämpfung, nachhaltige Nutzung und Management natürlicher Ressourcen und Umweltschutz“ sein. Auch soll eine regionale Datenbank eingerichtet und die gemeinsame Informationsnutzung und der Datenaustausch gefördert werden.

Die eingerichteten Organisationen und unterzeichneten Abkommen sollen zur Verbesserung des grenzübergreifenden Seegebietsmanagements beitragen, denn nur so kann Nachhaltigkeit der begonnenen Initiativen gewährleistet werden. Noch finden viele Aktivitäten auf nationaler Ebene statt und jedes Land setzt seine eigene Politik durch, aber der erste Schritt zu einer nachhaltigen Entwicklung sowohl für die Ökologie des Sees als auch zum Wohl der Bevölkerung ist gemacht.



Beispiele der Nachhaltigkeitsforschung aus der Praxis

Weltweit existieren viele Regionen, in denen mit nachhaltiger Entwicklung versucht wird, die vorherrschenden Probleme zukunftsorientiert zu bekämpfen.

Aralseebecken in Usbekistan

Eine Region, in der für ein nachhaltiges Management der natürlichen Ressourcen geforscht wird, ist das Aralseebecken in Usbekistan. Unter Leitung des Zentrums für Entwicklungsforschung der Universität Bonn (ZEF) wurde in der Region Khorezm ein Pilotprojekt zur Umstrukturierung der Land- und Wassernutzung ins Leben gerufen, das dazu beitragen soll, die **Bodendegradierung** aufzuhalten und die Lebensbedingungen in der Region zu verbessern. Um das Projekt auch selbständig weiter durchführen zu können, ist die Unterstützung der Verantwortlichen vor Ort und die Ausbildung von Nachwuchskräften ein wesentlicher Bestandteil. Auch wenn die Region mit ca. 0,3 Millionen Hektar und 1,3 Millionen Menschen relativ klein ist, so hat sie Modellcharakter. Die Erkenntnisse, die in diesem Projekt gewonnen werden, sollen später auf die gesamte Aralseeregion übertragen werden.



- 3) Finden Sie im Internet Informationen über die ökologischen Probleme des Aralsees und die wirtschaftliche Situation der Anrainerstaaten.

Aufgrund der sowjetischen Vergangenheit und der aktuellen politischen Situation in Usbekistan, wurden 2006 rund 70% der gesamten Agrarflächen für Bewässerungslandbau von Weizen und Baumwolle genutzt. Zusätzlich wird durch das demografische Wachstum, die politische und ökonomische Entwicklung und den Klimawandel der Druck auf die Ressource Wasser erhöht. Somit stellen die schwindende Ressource Wasser und der degradierende Boden durch nicht-nachhaltige Nutzung die größten Probleme für eine wirtschaftlich effiziente und ökologisch nachhaltige ländliche Entwicklung dar.

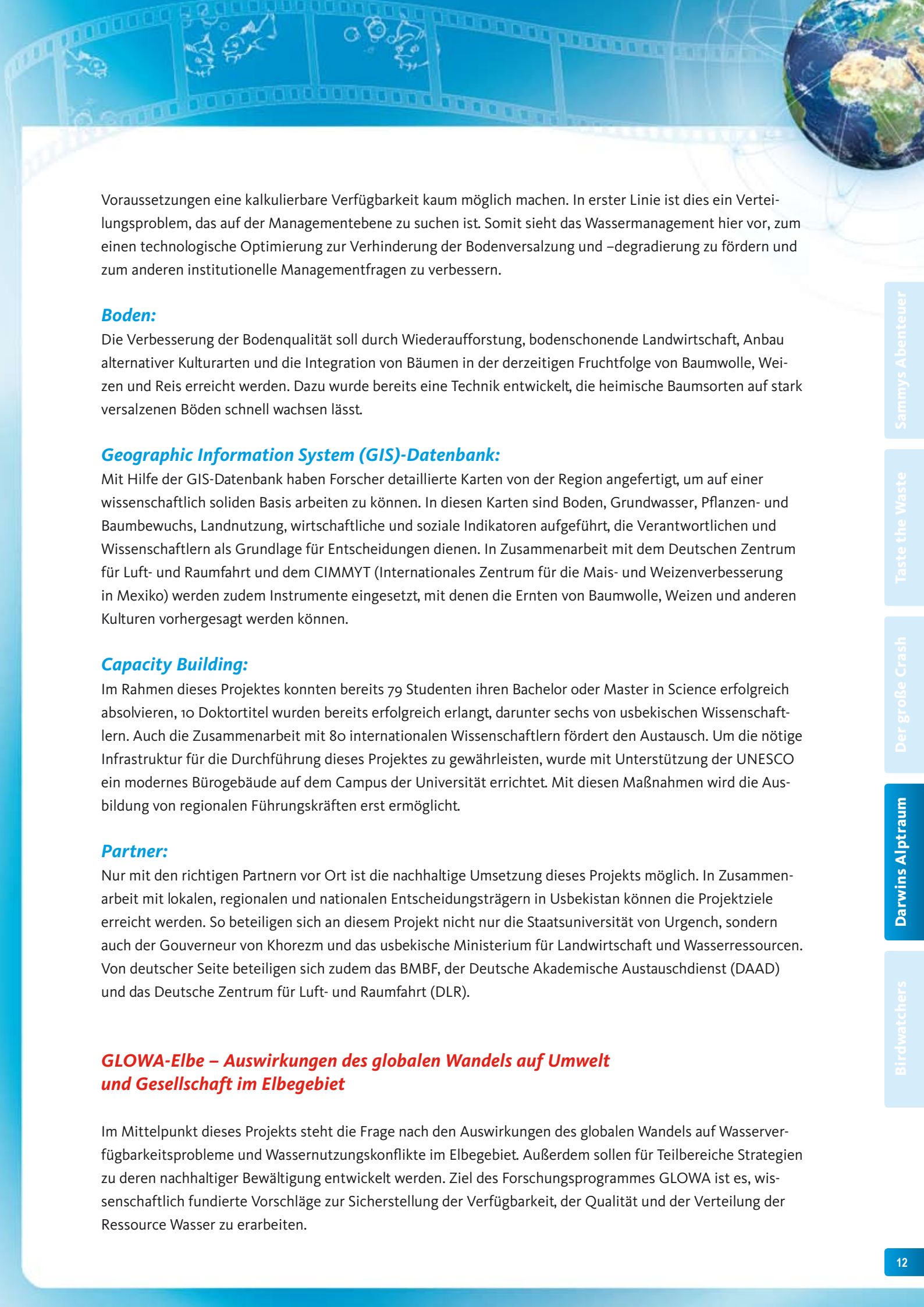
Um diesen Problemen zu begegnen, wurden in einem interdisziplinären Forschungsansatz Projektziele formuliert, die auf verschiedenen Ebenen angesiedelt sind:

- ▶ auf nationaler und regionaler Ebene sollen Entscheidungshilfen eine verbesserte Landwirtschaftspolitik unterstützen
- ▶ für eine nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen soll es eine institutionelle Umorganisation geben
- ▶ neue Technologien sollen entwickelt werden, um das **Land- und Wassermanagement** zu verbessern
- ▶ Ausbildung von Fachpersonal (Nachwuchswissenschaftler, Landwirte, Ausbilder etc.)

Daran beteiligt sind Ökonomen, Natur- und Sozialwissenschaftler, die eng mit den örtlichen Behörden zusammenarbeiten.

Wasser:

Wasser als Schlüsselproblem bietet für Wissenschaftler viele Möglichkeiten der Verbesserung. So sollen die Bewässerungsmethoden verbessert und die Wasserverschwendung eingedämmt werden. Auch die Bodenversalzung, hervorgerufen durch technische Probleme und eine nicht funktionierende Drainage, soll vermindert werden. Die Landwirte können kaum den Einsatz von Wasser zur Bewässerung planen, da die institutionellen



Voraussetzungen eine kalkulierbare Verfügbarkeit kaum möglich machen. In erster Linie ist dies ein Verteilungsproblem, das auf der Managementebene zu suchen ist. Somit sieht das Wassermanagement hier vor, zum einen technologische Optimierung zur Verhinderung der Bodenversalzung und –degradierung zu fördern und zum anderen institutionelle Managementfragen zu verbessern.

Boden:

Die Verbesserung der Bodenqualität soll durch Wiederaufforstung, bodenschonende Landwirtschaft, Anbau alternativer Kulturarten und die Integration von Bäumen in der derzeitigen Fruchtfolge von Baumwolle, Weizen und Reis erreicht werden. Dazu wurde bereits eine Technik entwickelt, die heimische Baumarten auf stark versalzene Böden schnell wachsen lässt.

Geographic Information System (GIS)-Datenbank:

Mit Hilfe der GIS-Datenbank haben Forscher detaillierte Karten von der Region angefertigt, um auf einer wissenschaftlich soliden Basis arbeiten zu können. In diesen Karten sind Boden, Grundwasser, Pflanzen- und Baumbewuchs, Landnutzung, wirtschaftliche und soziale Indikatoren aufgeführt, die Verantwortlichen und Wissenschaftlern als Grundlage für Entscheidungen dienen. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und dem CIMMYT (Internationales Zentrum für die Mais- und Weizenverbesserung in Mexiko) werden zudem Instrumente eingesetzt, mit denen die Ernten von Baumwolle, Weizen und anderen Kulturen vorhergesagt werden können.

Capacity Building:

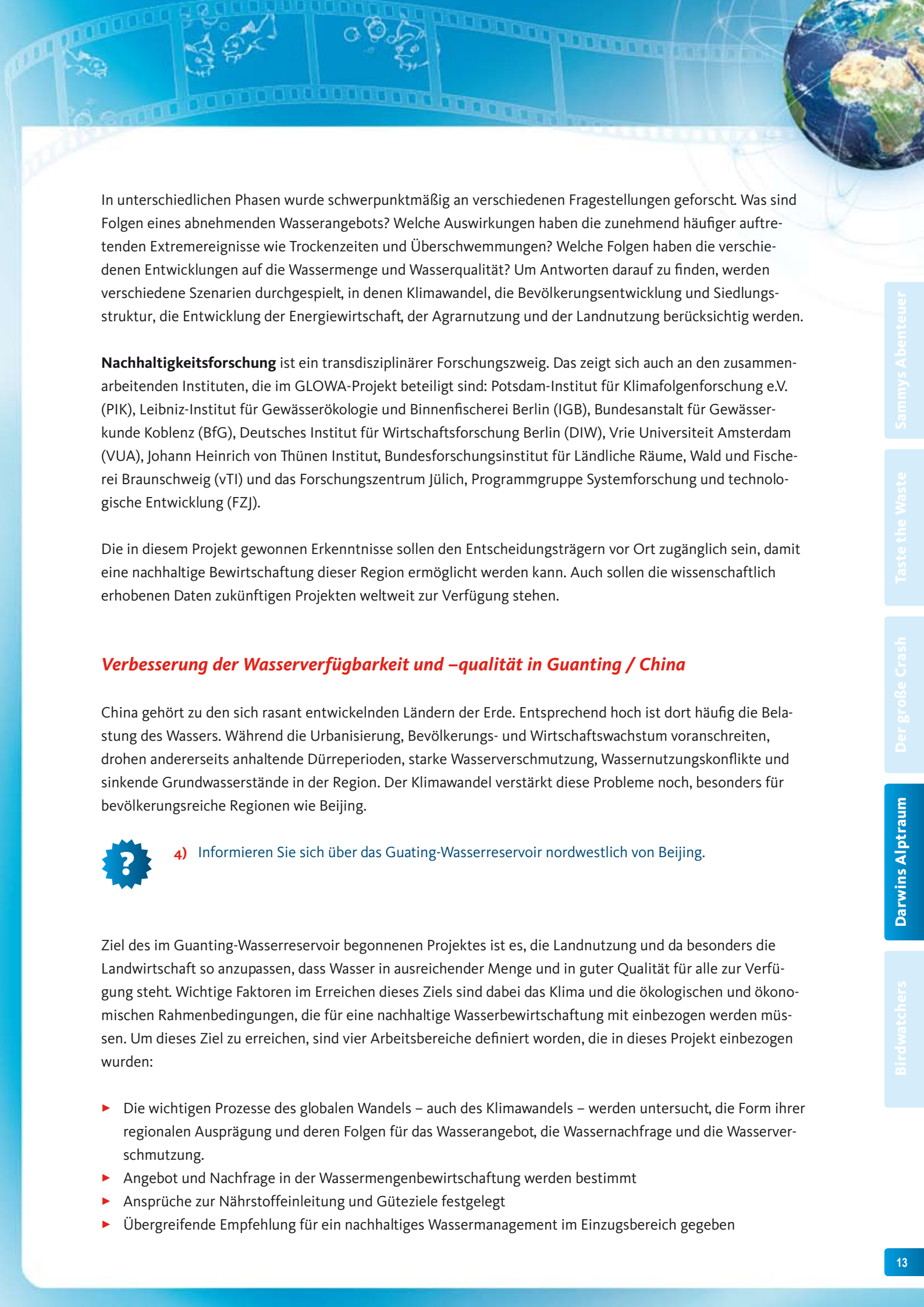
Im Rahmen dieses Projektes konnten bereits 79 Studenten ihren Bachelor oder Master in Science erfolgreich absolvieren, 10 Dokortitel wurden bereits erfolgreich erlangt, darunter sechs von usbekischen Wissenschaftlern. Auch die Zusammenarbeit mit 80 internationalen Wissenschaftlern fördert den Austausch. Um die nötige Infrastruktur für die Durchführung dieses Projektes zu gewährleisten, wurde mit Unterstützung der UNESCO ein modernes Bürogebäude auf dem Campus der Universität errichtet. Mit diesen Maßnahmen wird die Ausbildung von regionalen Führungskräften erst ermöglicht.

Partner:

Nur mit den richtigen Partnern vor Ort ist die nachhaltige Umsetzung dieses Projekts möglich. In Zusammenarbeit mit lokalen, regionalen und nationalen Entscheidungsträgern in Usbekistan können die Projektziele erreicht werden. So beteiligen sich an diesem Projekt nicht nur die Staatsuniversität von Urgench, sondern auch der Gouverneur von Khorezm und das usbekische Ministerium für Landwirtschaft und Wasserressourcen. Von deutscher Seite beteiligen sich zudem das BMBF, der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

GLOWA-Elbe – Auswirkungen des globalen Wandels auf Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet

Im Mittelpunkt dieses Projekts steht die Frage nach den Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasserverfügbarkeitsprobleme und Wassernutzungskonflikte im Elbegebiet. Außerdem sollen für Teilbereiche Strategien zu deren nachhaltiger Bewältigung entwickelt werden. Ziel des Forschungsprogrammes GLOWA ist es, wissenschaftlich fundierte Vorschläge zur Sicherstellung der Verfügbarkeit, der Qualität und der Verteilung der Ressource Wasser zu erarbeiten.



In unterschiedlichen Phasen wurde schwerpunktmäßig an verschiedenen Fragestellungen geforscht. Was sind Folgen eines abnehmenden Wasserangebots? Welche Auswirkungen haben die zunehmend häufiger auftretenden Extremereignisse wie Trockenzeiten und Überschwemmungen? Welche Folgen haben die verschiedenen Entwicklungen auf die Wassermenge und Wasserqualität? Um Antworten darauf zu finden, werden verschiedene Szenarien durchgespielt, in denen Klimawandel, die Bevölkerungsentwicklung und Siedlungsstruktur, die Entwicklung der Energiewirtschaft, der Agrarnutzung und der Landnutzung berücksichtigt werden.

Nachhaltigkeitsforschung ist ein transdisziplinärer Forschungszweig. Das zeigt sich auch an den zusammenarbeitenden Instituten, die im GLOWA-Projekt beteiligt sind: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB), Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz (BfG), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin (DIW), Vrije Universiteit Amsterdam (VUA), Johann Heinrich von Thünen Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei Braunschweig (vTI) und das Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe Systemforschung und technologische Entwicklung (FZJ).

Die in diesem Projekt gewonnen Erkenntnisse sollen den Entscheidungsträgern vor Ort zugänglich sein, damit eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser Region ermöglicht werden kann. Auch sollen die wissenschaftlich erhobenen Daten zukünftigen Projekten weltweit zur Verfügung stehen.

Verbesserung der Wasserverfügbarkeit und –qualität in Guanting / China

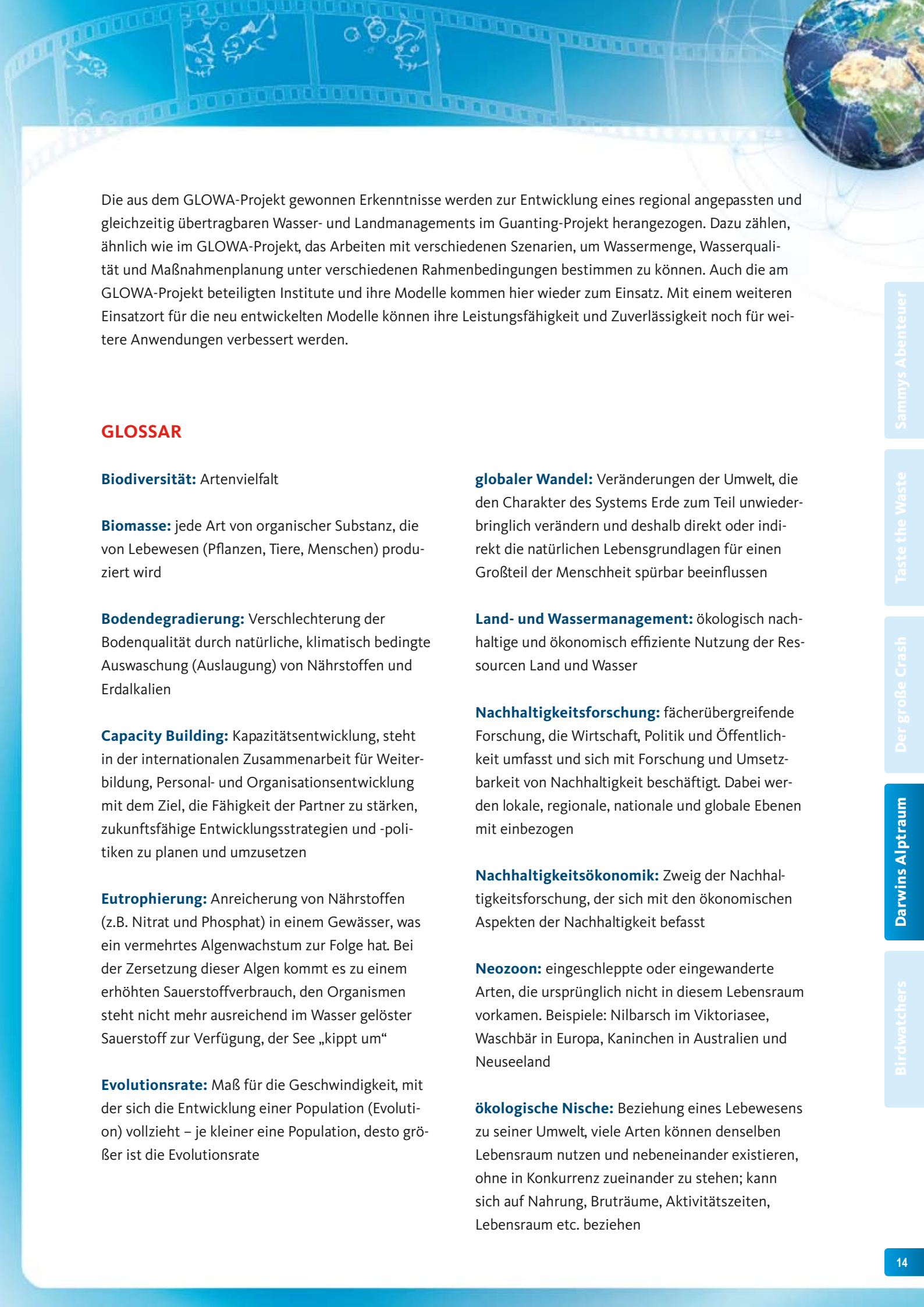
China gehört zu den sich rasant entwickelnden Ländern der Erde. Entsprechend hoch ist dort häufig die Belastung des Wassers. Während die Urbanisierung, Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum voranschreiten, drohen andererseits anhaltende Dürreperioden, starke Wasserverschmutzung, Wassernutzungskonflikte und sinkende Grundwasserstände in der Region. Der Klimawandel verstärkt diese Probleme noch, besonders für bevölkerungsreiche Regionen wie Beijing.



- 4) Informieren Sie sich über das Guanting-Wasserreservoir nordwestlich von Beijing.

Ziel des im Guanting-Wasserreservoir begonnenen Projektes ist es, die Landnutzung und da besonders die Landwirtschaft so anzupassen, dass Wasser in ausreichender Menge und in guter Qualität für alle zur Verfügung steht. Wichtige Faktoren im Erreichen dieses Ziels sind dabei das Klima und die ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, die für eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung mit einbezogen werden müssen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind vier Arbeitsbereiche definiert worden, die in dieses Projekt einbezogen wurden:

- ▶ Die wichtigen Prozesse des globalen Wandels – auch des Klimawandels – werden untersucht, die Form ihrer regionalen Ausprägung und deren Folgen für das Wasserangebot, die Wassernachfrage und die Wasserverschmutzung.
- ▶ Angebot und Nachfrage in der Wassermengenbewirtschaftung werden bestimmt
- ▶ Ansprüche zur Nährstoffeinleitung und Güteziele festgelegt
- ▶ Übergreifende Empfehlung für ein nachhaltiges Wassermanagement im Einzugsbereich gegeben



Die aus dem GLOWA-Projekt gewonnen Erkenntnisse werden zur Entwicklung eines regional angepassten und gleichzeitig übertragbaren Wasser- und Landmanagements im Guanting-Projekt herangezogen. Dazu zählen, ähnlich wie im GLOWA-Projekt, das Arbeiten mit verschiedenen Szenarien, um Wassermenge, Wasserqualität und Maßnahmenplanung unter verschiedenen Rahmenbedingungen bestimmen zu können. Auch die am GLOWA-Projekt beteiligten Institute und ihre Modelle kommen hier wieder zum Einsatz. Mit einem weiteren Einsatzort für die neu entwickelten Modelle können ihre Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit noch für weitere Anwendungen verbessert werden.

GLOSSAR

Biodiversität: Artenvielfalt

Biomasse: jede Art von organischer Substanz, die von Lebewesen (Pflanzen, Tiere, Menschen) produziert wird

Bodendegradierung: Verschlechterung der Bodenqualität durch natürliche, klimatisch bedingte Auswaschung (Auslaugung) von Nährstoffen und Erdalkalien

Capacity Building: Kapazitätsentwicklung, steht in der internationalen Zusammenarbeit für Weiterbildung, Personal- und Organisationsentwicklung mit dem Ziel, die Fähigkeit der Partner zu stärken, zukunftsfähige Entwicklungsstrategien und -politiken zu planen und umzusetzen

Eutrophierung: Anreicherung von Nährstoffen (z.B. Nitrat und Phosphat) in einem Gewässer, was ein vermehrtes Algenwachstum zur Folge hat. Bei der Zersetzung dieser Algen kommt es zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch, den Organismen steht nicht mehr ausreichend im Wasser gelöster Sauerstoff zur Verfügung, der See „kippt um“

Evolutionsrate: Maß für die Geschwindigkeit, mit der sich die Entwicklung einer Population (Evolution) vollzieht – je kleiner eine Population, desto größer ist die Evolutionsrate

globaler Wandel: Veränderungen der Umwelt, die den Charakter des Systems Erde zum Teil unwiederbringlich verändern und deshalb direkt oder indirekt die natürlichen Lebensgrundlagen für einen Großteil der Menschheit spürbar beeinflussen

Land- und Wassermanagement: ökologisch nachhaltige und ökonomisch effiziente Nutzung der Ressourcen Land und Wasser

Nachhaltigkeitsforschung: fächerübergreifende Forschung, die Wirtschaft, Politik und Öffentlichkeit umfasst und sich mit Forschung und Umsetzbarkeit von Nachhaltigkeit beschäftigt. Dabei werden lokale, regionale, nationale und globale Ebenen mit einbezogen

Nachhaltigkeitsökonomik: Zweig der Nachhaltigkeitsforschung, der sich mit den ökonomischen Aspekten der Nachhaltigkeit befasst

Neozoon: eingeschleppte oder eingewanderte Arten, die ursprünglich nicht in diesem Lebensraum vorkamen. Beispiele: Nilbarsch im Viktoriasee, Waschbär in Europa, Kaninchen in Australien und Neuseeland

ökologische Nische: Beziehung eines Lebewesens zu seiner Umwelt, viele Arten können denselben Lebensraum nutzen und nebeneinander existieren, ohne in Konkurrenz zueinander zu stehen; kann sich auf Nahrung, Bruträume, Aktivitätszeiten, Lebensraum etc. beziehen

Ökosystem: Ein System, in dem verschiedene Lebewesen in einem abgegrenzten Lebensraum in Wechselwirkung treten und im Gleichgewicht miteinander leben

Photovoltaik: Umwandlung von Sonnenenergie in Strom mit Hilfe von Solarzellen

Ressourcenmanagement: hier: nachhaltige Nutzung von Ressourcen

Selektionsdruck: Druck, den Umweltfaktoren auf die Individuen einer Population ausüben und der Einfluss auf das Überleben in einer bestimmten Umwelt hat, nicht angepasste Individuen können nicht überleben

FACHBEZÜGE

Biologie

Ökosystem See
Ökologische Nische
Eutrophierung
Biotop- und Artenschutz
Nahrungsbeziehungen
Veränderung von Ökosystemen durch Eingriffe des Menschen

Ethik / Religion / LER

Verantwortung
Ausbeutung der Schöpfung
Darf ein Mensch alles, was er kann?
Die Rolle des Filmemachers

Erdkunde

Ökologische und soziale Folgen
Folgen des Bevölkerungswachstums
Nachhaltige Entwicklung als Handlungsprinzip
Energieprobleme und Nachhaltigkeit
Entsorgungsprobleme und Nachhaltigkeit

Sozialkunde / Gemeinschaftskunde

Verhältnis von Ökonomie und Ökologie
Entwicklungs- und Nachhaltigkeitspolitik
Interessenkonflikte
Soziale Ungleichheit
Demografische Entwicklung
Migration
Nationale und internationale Organisationen

Impressum

HERAUSGEBER:

Vision Kino gGmbH

Netzwerk für Film- und Medienkompetenz

Sarah Duve (V.i.S.d.P.)
Große Präsidentenstraße 9
10178 Berlin

Tel.: 030-27577 571

Fax: 030-27577 570

info@visionkino.de

www.visionkino.de

VISION KINO –

Netzwerk für Film- und Medienkompetenz
präsentiert im Rahmen der bundesweiten SchulKinoWochen
das Filmprogramm zum Wissenschaftsjahr 2012 –
Zukunftsprojekt Erde

Redaktion und Lektorat:

Lisa Gadatsch, VISION KINO

Autoren und Konzept:

Silke Baberowski und Dr. Burkhard Schroeter,
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
und Mathematik an der Universität Kiel
Büro Wissenschaftsjahr / Projektträger im DLR e. V., Beratung

Gestaltung: www.tack-graphik.de

Abbildungsnachweis:

Sammy's Abenteuer: © Studio Canal, 2010
Taste the Waste: © W-film, 2011
Der große Crash: © Koch Media, 2011
Darwins Alptraum: © Arsenal, 2004
Birdwatchers: © Pandora Filmverleih, 2009

© VISION KINO, Februar 2012

Kontakt

Kontakt SchulKinoWochen:

Vision Kino gGmbH

Netzwerk für Film- und Medienkompetenz

Große Präsidentenstraße 9
10178 Berlin

Tel.: 030-27577 574

Fax: 030-27577 570

info@visionkino.de

www.visionkino.de

www.schulkinowochen.de

Kontakt Wissenschaftsjahr 2012–

Zukunftsprojekt Erde:

Redaktionsbüro

Wissenschaftsjahr Zukunftsprojekt Erde

Saarbrücker Straße 37
10405 Berlin

Tel.: 030 818 77 7-24

Fax: 030 818 77 7-25

redaktionsbuero@zukunftsprojekt-erde.de

www.zukunftsprojekt-erde.de

Kontakt Begleitmaterial:

IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften und Mathematik

Olshausenstr. 62
24098 Kiel

Tel.: 0431-880 3135

Fax: 0431-880 2633

kino@ipn.uni-kiel.de

www.ipn.uni-kiel.de

HERAUSGEGEBEN VON



IM RAHMEN DER



IN ZUSAMMENARBEIT MIT



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung