



Foto: Matthew Forrest

KLIMA, ERDE, UMWELT

Rettungsversuch für die Savannen

Das Projekt EMSAfrica untersucht Auswirkungen des Klimawandels und entwirft Anpassungsstrategien

von Andreas Lorenz-Meyer

Ökosystemschutz und Klimaschutz sind keine getrennten Bereiche. Vielmehr gehören sie zusammen und müssen auch zusammen gedacht werden, wie ein deutsch-südafrikanisches Projekt unter Beteiligung der Goethe-Universität zeigt. Im Mittelpunkt stehen dabei Landschaften mit einmaliger Flora und Fauna.

Im Nordosten Südafrikas, nahe der Grenze zu Mosambik, liegt eines der bekanntesten Naturschutzgebiete der Welt: der Krüger-Nationalpark. In seiner weiten Graslandschaft mit vereinzelt Bäumen oder Büschen sind Hunderte Vogel-, Reptilien-, Fisch- und Amphibienarten heimisch. Es gibt 147 Säugetierarten in der Savanne, unter ihnen natürlich die »Big Five«: Löwe, Elefant, Leopard, Büffel und Nashorn. Sie locken jährlich mehr als eine Million Besucher an und versprechen spektakuläre Naturerlebnisse.

Die Zukunft dieses semiariden, vom Wechsel zwischen Regen- und Trockenzeit beherrschten Ökosystems ist jedoch ungewiss. Denn der Klimawandel wird die Region Südliches Afrika wohl hart treffen. Klimaszenarien sagen besonders für das südwestliche Afrika mehr Trockenheit und mehr Hitze voraus. Davon werden auch Savannen wie der Krüger-Nationalpark betroffen sein. Was bedeuten die Klimaveränderungen für die Ökosysteme? Wie lässt sich ihre ungeheure Artenvielfalt erhalten?

Diesen Fragen geht das interdisziplinäre deutsch-südafrikanische Forschungsprojekt EMSAfrica nach. Neben den Folgen des Klimawandels untersucht es auch die Auswirkungen der Landnutzung. Ziel ist es, fundierte wissenschaftliche Informationen zu liefern, die künftig helfen, die richtigen Entscheidungen in puncto Anpassung an den Klimawandel und nachhaltige Bewirtschaftung der Ökosysteme zu treffen.

Klimawandel verschiebt Vegetationszonen

EMSAfrica baut auf den Ergebnissen des Vorläuferprojekts ArsAfricae auf. Zwischen 2014 und 2018 hatte das deutsche Thünen-Institut für Agrarklimaschutz sechs Beobachtungsstationen in Südafrika eingerichtet. Dort wird unter anderem der CO₂-Austausch zwischen Boden und Atmosphäre gemessen. Aufgeteilt ist EMSAfrica in sechs Arbeitspakete. Paket 4, »Vegetations- und Ökosystemmodellierung für die Klimafolgenabschätzung«, leitet Thomas Hickler, Professor für Quantitative Biogeographie an der Goethe-Universität und Arbeitsgruppenleiter bei der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung. Zusammen mit seinem Team erforscht er, wie Pflanzen und Tiere auf der Erde verbreitet sind. Darüber hinaus beschäftigt er sich mit Ökosystemfunktionen und dem Wachstum von Wäldern, Themen, die im Englischen unter dem Begriff »Ecosystem Ecology« zusammengefasst sind.

»Innerhalb des EMSAfrica-Projekts versuchen wir, die Veränderungen der Vegetation durch den Klimawandel im ganzen südlichen Afrika

Wichtiges Feuer: Regelmäßige Brände erhalten die offene Graslandschaft der Savanne.



Foto: Maurizio De Mattei/Shutterstock

Das EMSAfrica-Projekt

Das dreijährige Forschungsprojekt EMSAfrica (Ecological Management Support for Climate Change in Southern Africa) wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung über das Programm SPACES (Forschungspartnerschaften zur Anpassung komplexer Prozesse im System Erde in der Region Südliches Afrika) gefördert. Beteiligt sind fünf deutsche Institutionen – neben der Goethe-Universität unter anderem die Universität Bayreuth und das Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, zudem verschiedene südafrikanische Forscherinnen und Forscher und Institutionen, darunter Prof. Guy Midgley vom Department of Botany and Zoology der Stellenbosch University und Dr. Gregor Feig vom »South African Environmental Observation Network (SAEON). Von der Goethe-Universität promoviert Carola Martens innerhalb des Projektes, und Dr. Simon Scheiter vom Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum ist auch Projektpartner. Die Südafrikanerin Mulalo Thavhana forscht im Rahmen eines DAAD-Austauschs derzeit in Deutschland. Kombiniert werden bei EMSAfrica verschiedene wissenschaftliche Disziplinen und Ansätze: direkte Treibhausgasmessungen, Fernerkundungen, Vegetationsmodellierungen, pflanzenökophysiologische Messungen, sozioökonomische Untersuchungen, computergestützte Simulationsmodelle.

www.emsafrica.org



Wie viel CO₂ der Boden abgibt – durch Atmung der Pflanzenwurzeln und mikrobielle Abbauprozesse organischen Materials – untersucht der Kooperationspartner Marek Jakubik vom tschechischen Global Change Research Institute in der Nama Karoo bei Middelburg, einem Ökosystem mit Zwergsträuchern und Gräsern, das es nur in Südafrika und Namibia gibt.
Foto: Carola Martens

zu simulieren«, erklärt Hickler. Der Schwerpunkt liegt dabei auf möglichen Verschiebungen von Vegetationszonen, besonders in den Savannen. Deren Bedeutung beschreibt Hicklers südafrikanischer Kollege Prof. Guy Midgley von der Stellenbosch University so: »Aus ökonomischer Sicht sind diese semiariden Graslandschaften die Basis für die Viehhaltung, hauptsächlich von Schafen und Rindern. Hinzu kommen ihre Ökosystemleistungen – Wasserkreisläufe, Nährstoffkreisläufe, Kohlenstoffspeicherung. Besonders sind sie auch, weil sie so vielfältig und alt sind. Ihre Biodiversität ist außerordentlich. Es gibt viele endemische Arten und Gattungen und sogar ganze Tier- und Pflanzenfamilien, die nur hier vorkommen.«

Zu untersuchen, wie sich die Flora der Savannen im Klimawandel verändert, ist keine leichte Sache. »Die Dynamik dieser Systeme wird durch komplexe Wechselwirkungen zwischen Klima, Weidetieren und regelmäßigem Feuer bestimmt«, so Hickler. Um die Komplexität in den Griff zu bekommen, braucht es ein leistungsstarkes Computersimulationsmodell und vielfältige Beobachtungsdaten, von experimentellen Felddaten bis zu Satellitenbeobachtungen. Die Modellentwicklung ist ein Schwerpunkt in der Arbeitsgruppe von Hickler. Die eingesetzten Modelle werden oft als Dynamic Global Vegetation Models (DGVM) bezeichnet und zunehmend von der internationalen Wissenschaftscommunity kollaborativ entwickelt. Die Arbeitsgruppe Hicklers nutzt in dem Projekt zwei solcher Modelle. Eines davon wurde speziell für die Bedingungen in den tropischen und subtropischen Gras-Baum-Systemen Afrikas angepasst: das ursprünglich von



dem Senckenberg-Kollegen Simon Scheiter und Steven Higgins (Uni Bayreuth) entwickelte adaptive Dynamic Global Vegetation Model, kurz aDGMV.

Computer simuliert Vegetation

Die Fähigkeiten des Modells sind erstaunlich. »Es kann darstellen, wie einzelne Bäume miteinander um Wasser und Licht konkurrieren«, erklärt Hickler. Im Endeffekt entscheiden die Umweltbedingungen, vor allem Klima, Böden und Landnutzung, welche Pflanzentypen und welche Merkmale sich durchsetzen, zum Beispiel immergrüne Regenwaldbäume oder regen-grüne Savannenbäume oder Gräser. Das Modell berücksichtigt eine Reihe ökophysiologischer Prozesse, etwa Photosynthese, Transpiration, Anhäufung von Kohlenstoff in Wurzeln oder Blättern. aDGMV erlaubt es auch, den Effekt von Feuer auf einzelne Bäume abzubilden. Brände kommen in den Savannen regelmäßig vor, daher sind Savannenbäume feuerresistenter als Regenwaldbäume.

Solche Feinheiten enthält das Modell genauso wie die Wuchshöhe, denn diese entscheidet darüber, ob Bäume ein Savannenfeuer überleben oder nicht. aDGMV beherrscht also komplexe Zusammenhänge innerhalb des Ökosystems. Parametrisiert wird das Modell mit vielfältigen Daten, etwa Messungen der Photosynthese von verschiedenen Pflanzen, Ergebnissen von Bewässerungsversuchen und experimentellen Bränden, den Messungen zum CO₂-Austausch oder auch Satelliten-basierten Schätzungen der saisonalen Entwicklung der Vegetation.

Dass der Klimawandel im südlichen Afrika zu großen Veränderungen führen wird, steht fest. Und es gibt auch schon Anhaltspunkte, was den Savannen blüht. Hickler: »Einige Beobachtungen und unsere Modelle deuten darauf hin, dass sie zunehmend verbuschen, was ihre einmalige biologische Vielfalt bedroht.« Die Ursache liege wahrscheinlich auch im erhöhten CO₂-Gehalt der Atmosphäre, der »einen gewissen Düngungseffekt« mit sich bringe.

Mehr CO₂ lässt Pflanzen stärker wachsen

Der Hintergrund: Mehr CO₂ in der Atmosphäre erwärmt nicht nur den Planeten, sondern verstärkt auch direkt das Pflanzenwachstum. Diese Wirkung wird als CO₂-Düngereffekt bezeichnet.

Der Gepard braucht die offene Savanne, um seinen Vorteil bei der Jagd auszuspielen: In drei Sekunden kann er es bis auf 95 Kilometer pro Stunde bringen (links oben, im Krüger-Nationalpark, Südafrika). Sollten Büsche die Savanne erobern wie hier in Namibia (rechts oben), werden die mittlerweile seltenste Großkatze Afrikas und viele weitere Tier- und Pflanzenarten ihren Lebensraum verlieren.

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- Im Projekt EMSAfrica simulieren Computermodelle, wie sich Savannen Südafrikas in der Folge des Klimawandels verändern.
- Vom höheren CO₂-Gehalt der Atmosphäre profitieren wahrscheinlich Büsche und Bäume, die das Gras zunehmend verdrängen werden. Dies gefährdet zahlreiche Pflanzen- und Tierarten des Ökosystems.
- Künstliche Buschfeuer und kluges Management der Landnutzung etwa durch Ackerbau könnten helfen, der Verbuschung der Savannen entgegenzuwirken.



Die sechs Beobachtungsstationen von EMSAfrica befinden sich in stadtnahen, beweideten oder natürlichen Umgebungen und sind jeweils gepaart: ein von Menschen beanspruchter Standort und möglichst nah gelegen ein naturnaher Standort mit ähnlichen Klimabedingungen. Beim Paar Skukuza/Agincourt im Nordosten Südafrikas liegt ein Standort im Krüger-Nationalpark, wo menschliche Einwirkungen minimal sind. Der andere Standort befindet sich in der Nähe einer Siedlung. Foto: Visible Earth/NASA

Tripelkrise für Afrikas Biodiversität. Meldung zur Publikation Martens et. al. in Conserv Biol. 2022. <https://tinyurl.com/Tiplekrise>

Wie stark der ist, hängt vom Pflanzentyp ab, von der Art, wie Pflanzen Photosynthese betreiben. Büsche und Bäume gehören zu den C3-Pflanzen. C3, weil das erste Produkt ihrer Photosynthese drei Kohlenstoffatome besitzt. C3-Pflanzen müssen bei großer Hitze und Trockenheit ihre Spaltöffnungen schließen, über die sie Wasserdampf abgeben. So schützen sie sich vor dem Austrocknen. Damit gelangt gleichzeitig aber auch kein CO₂ mehr ins Innere ihrer Blätter, das die Pflanzen zur Photosynthese benötigen. Die Gräser der Savanne haben dieses Problem nicht. Sie gehören zu den selteneren C4-Pflanzen, weil sie bei der Photosynthese CO₂ zunächst in

einem Molekül mit vier Kohlenstoffatomen zwischenspeichern, um es dann in speziellen Zellen, wo die eigentliche CO₂-Fixierung stattfindet, zu konzentrieren. Ihr Vorteil gegenüber den C3-Pflanzen: Sie werden damit unabhängig davon, wie viel CO₂ passiv durch die Spaltöffnungen diffundiert, und kommen auch mit wenig CO₂ im Blatt gut zurecht. Herrschen extreme Trockenheit und Hitze, lassen sie ihre Spaltöffnungen geschlossen, um Wasserverluste zu vermeiden. Und trotzdem ist genug CO₂ da, um Photosynthese zu betreiben.

Die effizientere CO₂-Speicherung erweist sich jetzt aber als Nachteil, denn die C3-Bäume

ZUR PERSON



Von 2004 bis 2010 war **Thomas Hickler**, Jahrgang 1972, als Postdoc am Institut für Physische Geographie und Ökosystemforschung der Universität Lund in Schweden tätig, wo er 2004 in »Geobiosphere Science« auch promoviert hatte. Seit 2010 ist er Professor für Quantitative Biogeographie am Institut für Physische Geographie der Goethe-Universität und am Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum (SBIK-F). Hickler interessiert sich besonders die Wechselwirkungen zwischen Biodiversität, Ökosystemen und Klima auf lokaler und globaler Ebene. Seine Hauptwerkzeuge sind prozessorientierte Modelle der Dynamik von Biodiversität und Ökosystemen. Er engagiert sich auch an der Schnittstelle von Wissenschaft und Politik, unter anderem als Autor verschiedener Berichte des Weltbiodiversitäts- und des Weltklimarates. Am binationalen EMSAfrica findet er gut, wie sich die Arbeit ergänzt: »Wir bringen die Expertise der Ökosystemmodellierung in das Konsortium ein und lernen viel über die Ökologie und Ökosysteme in Südafrika von den Kolleginnen und Kollegen vor Ort.«

thomas.hickler@senckenberg.de

Berichte von IPCC (Weltklimarat) und IPBES (Weltbiodiversitätsrat)

Ökosystemschutz und Klimaschutz müssen gleichberechtigt nebeneinanderstehen, sagt Thomas Hickler. Er sieht da mittlerweile auch Fortschritte. So gibt es den 2021 veröffentlichten Synthesebericht des sehr bekannten Weltklimarats IPCC und des noch nicht so bekannten Weltbiodiversitätsrats IPBES. Hickler hat daran mitgearbeitet.

Eine Kernaussage des Berichts:

»Die Implementierung ambitionierter Maßnahmen zum Schutz, zur Wiederherstellung bzw. der nachhaltigen Nutzung von Land- und Meeresökosystemen nützt sowohl dem Klimaschutz und der Anpassung an die Klimafolgen als auch dem Artenschutz.«

und C3-Büschel der Savanne profitieren stärker vom steigenden CO₂-Gehalt in der Atmosphäre als die C4-Gräser, sodass sie das Gras immer mehr verdrängen. Die Verbuschung ist schon an vielen Stellen zu beobachten und lässt sich kaum mit etwas anderem als dem CO₂-Anstieg erklären.

Seltene Savannenfeuer werden zum Problem

Um die Sache noch schlimmer zu machen, könnte eine positive Rückkopplung dazukommen. Diese hat damit zu tun, dass die Gräser regelmäßige Savannenfeuer brauchen, um sich gegen Bäume und Büsche behaupten zu können. Denn die Feuer verhindern, dass zu viele neue Gehölze nachwachsen, die den Gräsern das Licht wegnehmen würden. Wachsen Büsche und Bäume jedoch schneller, gibt es weniger Gras und damit weniger Nahrung für Feuer. Es brennt seltener, dadurch wachsen noch mehr Gehölze, die noch größere Flächen beschatten. Das ist schlecht für die Gräser und dürfte sich langfristig auch auf die Fauna auswirken, so Hickler: »Wenn die Savanne wegen des CO₂-Düngungseffekts verbuscht, bekommen grasfressende Weidetiere wie Zebras und Rinder ein Problem.«

Der Buschmannhase (*Bunolagus monticularis*) kommt ausschließlich in der Karoo-Wüste Südafrikas an den Ufern von Flüssen vor, die nur jahreszeitabhängig Wasser führen. Bereits heute ist er durch landwirtschaftliche Nutzung aus 60 Prozent seines Lebensraums vertrieben, mit dem fortschreitenden Klimawandel wird er wohl völlig verschwinden.

Foto: Adisha Pramod/alamy.de



Welche Anpassungsstrategien erscheinen sinnvoll, um die CO₂-bedingte Verbuschung aufzuhalten? Hicklers vorläufige Antwort: »Schon heute werden Feuer gelegt, um Savannen und Weideland für Nutztiere offenzuhalten. Solche kontrollierten Brände könnten noch wichtiger werden.« Zudem ist die menschliche Nutzung der Savanne klug zu managen, denn auch zu viel Acker- und Weideland gefährdet die natürlichen Ökosysteme. »Generell werden wir flexibel sein und unsere Strategien fortlaufend an die neusten Forschungserkenntnisse anpassen müssen.« Zumal dem Erhalt von Ökosystemen wie den Savannen im südlichen Afrika nicht nur regionale, sondern globale Bedeutung zukomme, und zwar für den Klimaschutz: »Landökosysteme nehmen global etwa ein Viertel der CO₂-Emissionen auf. Die Erwärmung ohne diesen Service wäre erheblich stärker. Das sollten wir nicht vergessen.«

Guy Midgley sieht gute Chancen für die Savannen, im Klimawandel zu bestehen. »Sie sind sehr widerstands- und anpassungsfähig. Im Laufe ihrer Entstehung haben sie starke Klimaschwankungen durchgemacht und besitzen dadurch eine beträchtliche Resilienz gegen solche Veränderungen. Zudem sind sie in der Lage, sich nach heftigen Dürren wieder zu erholen.« Jedoch gibt es auch seltene Sukkulenten, die empfindlicher auf extreme Dürren reagieren könnten; und lokale endemische Tiere wie den Buschmannhasen, einige Vogelarten oder die Amphibien und Reptilien, denen der Klimawandel stärker zusetzen könnte. ●



Der Autor

Andreas Lorenz-Meyer, Jahrgang 1974, wohnt in der Pfalz und arbeitet seit dreizehn Jahren als freischaffender Journalist mit Schwerpunkt Nachhaltigkeit, Klimakrise, erneuerbare Energien, Digitalisierung. Er veröffentlicht in Tageszeitungen, Fachzeitschriften, Universitäts- und Jugendmagazinen.

andreas.lorenz-meyer@nachhaltige-zukunft.de