

WÄLDER WELTWEIT

■ ANDREAS HEMP

Die Wälder des Kilimanjaro

1.000 QUADRATKILOMETER
TROPENWALD ZWISCHEN
TROCKEN- UND KÄLTEGRENZE

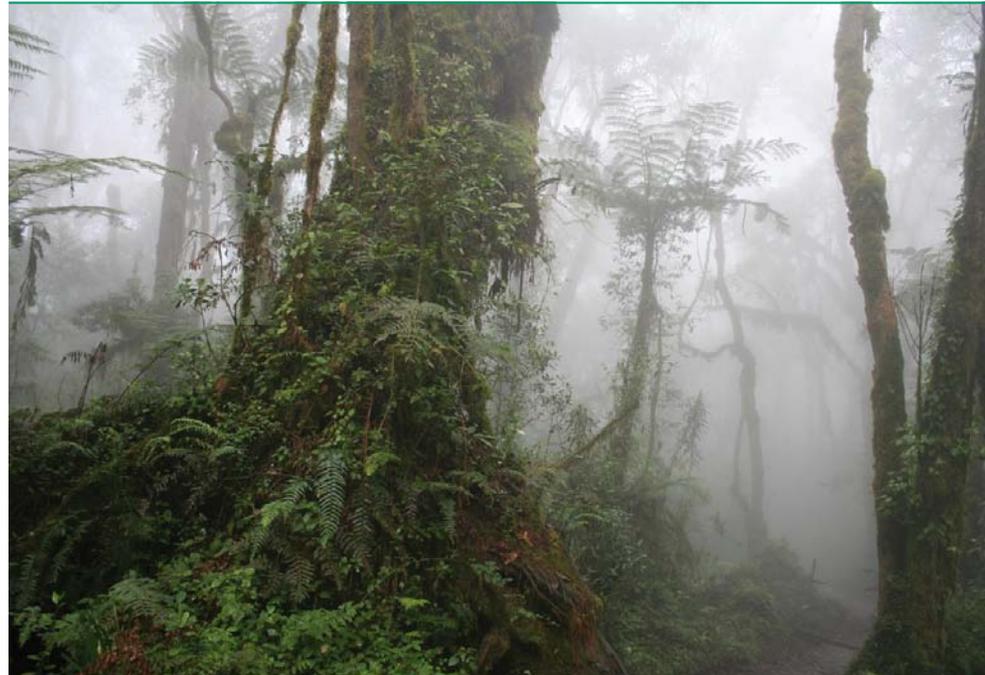


■ Großes Foto: Eine typische Orchideenart hochmontaner Podocarpuswälder: *Cynorkis pleistadenia*.
Kleines Foto: Jedes Jahr vernichten Feuer große Flächen subalpinen Wald- und Buschlandes. Hier ein Brand am Mawenzi, dem mit 5.300 Metern zweithöchsten Gipfel des Kilimanjaro.

Weit über die Wolken, die seine Hänge jeden Tag verhüllen, erhebt sich der Kilimanjaro über die Savanne Ostafrikas. Dieser majestätische Vulkan ist nicht nur der höchste Berg Afrikas, sondern zugleich der höchste freistehende Berg der Welt mit einem kontinuierlichen Hanganstieg von über 5.000 Metern. Daher finden sich hier äußerst gegensätzliche Klima- und Vegetationszonen, von der trocken-heißen tropischen Savanne über die feuchte Nebelwaldstufe bis zur nivalen Zone, auf engstem Raum vereinigt und bieten somit ideale Voraussetzungen für vegetationsökologische Studien. Andere Eigenarten des Kilimanjaro sind sein vergleichsweise geringes Alter und seine isolierte Lage. Diese werfen interessante pflanzengeographische und vegetationsgeschichtliche Fragen auf. Auch Artbildungsprozesse lassen sich hier beispielhaft untersuchen. Andererseits ist der Kilimanjaro stellenweise sehr dicht besiedelt – über eine Million Menschen leben insbesondere am Süd- und Osthang mit entsprechenden Auswirkungen für die natürlichen Bergökosysteme. Fast unberührte Wildnis und intensive Landnutzung und Besiedlung, dieser Gegensatz ist ein weiteres typisches Merkmal des Kilimanjaro. Der Kilimanjaro besitzt noch gut 1.000 Quadratkilometer Wald, die im Rahmen mehrerer DFG-Projekte untersucht wurden. Diese Forschungsarbeiten waren bereits Thema sowohl einer Folge aus der ZDF-Fernsehreihe „Humboldts Erben“ als auch aus der CNN-Reihe „Global Challenges“.

Von den ursprünglichen Trockenwäldern der Savanne sind nur kleine Reste, besonders entlang der Flussläufe, erhalten. Auf den vielen kleinen Seitenvulkanen, besonders aber am Chala-See, einem über hundert Meter tiefen Kratersee am Südostfuß des Kilimanjaro, gibt es noch eine reichhaltige Savannenvegetation. Auf den Steilufern dieses klaren, tiefblauen Sees, der sein Wasser unterirdisch vom Kilimanjaro erhält, gedeiht ein auffällig gegliederter Trockenwald mit sukkulenten, hartlaubigen und laubwerfenden Bäumen und Sträuchern (*Euphorbia*-, *Aloe*- und *Commiphora*-Arten) an den trockenen Oberhängen und immergrünen Laubbäumen (v. a. *Ficus*- und *Trichilia*-Arten) in Wassernähe. Die mittlere Jahrestemperatur liegt am Oberhang bei 22,5 °C und die mittlere

UMSO DEUTLICHER ZEICHNET SICH ANGESICHTS DER FORTSCHREITENDEN WALDVERWÜSTUNG DIE DÜSTERE ZUKUNFT DIESER WALDRELIKTE AB.



Kampferbäume prägen den Bergwald bis in eine Höhe von 2.700 m auf der feuchten Südseite des Kilimanjaro.

monatliche Luftfeuchtigkeit erreicht nur im April und Mai 80 %. Diese Klimabedingungen führen zu einer ausgeprägten Saisonalität dieser Wälder mit einer weitgehenden Wachstumsruhe während der Trockenzeit.

Die trockene Savannenzone, die heutzutage weitgehend mit Mais- und Sonnenblumenfeldern bedeckt ist, erstreckt sich um den gesamten Berg. Hangaufwärts jedoch verstärken sich die klimatischen Gegensätze zwischen der trockeneren Nordseite und der sehr feuchten Süd- und Ostseite. Hier siedeln seit vielen Jahrhunderten die Chagga, die das Gebiet zwischen etwa 1.100 und 1.700 Metern in Form einer Baumgartenkultur bewirtschaften, indem sie Baum-, Strauch- und Krautschicht gleichermaßen nutzen. Weite Bereiche dieser submontanen Kulturlandstufe gleichen daher einem lockeren Waldland mit dichtem Bananen- und Kaffeeunterwuchs. Das erklärt, warum sich hier zahlreiche Waldarten halten konnten, die den größten Anteil der über 500 in diesen Baumgärten („homegarden“) nachgewiesenen Pflanzenarten ausmachen. Wichtige Rückzugsgebiete für Flora und Fauna, die den hohen Artenreichtum in



PD Dr. Andreas Hemp vom Lehrstuhl für Pflanzensystematik leitet zusammen mit Prof. Dr. Ingolf Steffan-Dewenter (Würzburg) und Prof. Dr. Markus Fischer (Bern) die neue Forschergruppe KiLi.



Mit seiner enormen Höhenspanne von 5.000 Metern vereint der in Tansania gelegene Kilimanjaro äußerst gegensätzliche Lebensräume über kurze Distanzen.

diesen dicht besiedelten Gebieten weiter steigern, sind tief eingeschnittene Flusstäler. An einigen besonders unzugänglichen Stellen haben sich hier interessante Waldreste erhalten. Beim Gang durch diese feuchten Steilhangwälder wähnt man sich ins Reich der Riesen versetzt: teilweise über 60 Meter ragen einige der Baumgiganten (besonders *Entandrophragma excelsum*) in die Höhe. In Struktur und Artenzusammensetzung unterscheiden sich diese submontanen Wälder völlig von den nur wenige 100 Meter höher gelegenen montanen Wäldern. Sie gleichen eher denen der sogenannten Eastern Arc Mountains, einer Kette alten Grundgebirges in Tansania und Kenia, zu denen z. B. die Usambara-Berge zählen. Neben noch unbeschriebenen Pflanzenarten gedeihen hier zahlreiche Arten, die bislang als endemisch für die Eastern Arc Mountains galten. Die viel beschriebene pflanzengeographische Sonderstellung dieser Berge, insbesondere ihr Endemitenreichtum, scheint somit weniger mit ihrem hohen Alter und einer angenommenen langen ökoklimatischen Stabilität als vielmehr mit der Tatsache zusammenzuhängen, dass derartige submontane Waldtypen dort noch in größerem Umfang existieren und bislang noch nicht vollständig vernichtet sind. Die heute nur mehr kläglich

Waldreste in den Schluchten am Unterhang des Kilimanjaro stellen daher ein unersetzliches Archiv für die Waldgeschichte Ostafrikas dar. Im Angesicht dieser üppigen tropischen Urwälder kann man nur erahnen, wie weite Teile des Kilimanjaro vor der intensiveren Besiedlung durch den Menschen vor rund 2.000 Jahren ausgesehen haben. Umso deutlicher zeichnet sich angesichts der fortschreitenden Waldverwüstung die düstere Zukunft dieser Waldrelikte ab.

DER AUS ÖKOLOGISCHER HINSICHT WICHTIGSTE LEBENSRAUM AM KILIMANJARO IST DER MONTANE WALDGÜRTEL

Über 1.200 Pflanzenarten, darunter allein über 100 Farne, machen den montanen Waldgürtel zur artenreichsten Höhenstufe des Berges. Erstmals konnten in tropischen Bergwäldern alle Gefäßpflanzenschichten bei der Vegetationsaufnahme mit einbezogen werden. Dies erlaubt Aussagen über die ökologische Bedeutung verschiedener

WEBLINK

- www.bayceer.uni-bayreuth.de/kilimanjaro

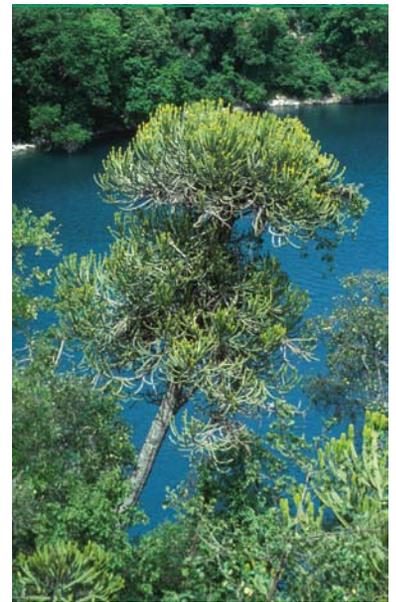
Artengruppen und Vegetationsschichten in diesem komplexen, vielschichtigen Lebensraum. So tragen Farnpflanzen in den Wäldern des feuchten Südhangs rund ein Fünftel zur gesamten Blattbiomasse bei, und stellenweise gedeihen mehr Arten in der Epiphytenschicht als am Boden. Jeder Ast und jeder Stamm ist hier dick mit den schwellenden Polstern von Hautfarnen und anderen Epiphyten bedeckt, Ausdruck der enormen Feuchtigkeit in der mittleren Waldstufe des Kilimanjaro. 3.000-4.000 Millimeter Regen fallen hier in einigen Gebieten, weit mehr als auf den anderen hohen Vulkanen Ostafrikas und die relative Luftfeuchtigkeit liegt in diesen immergrünen Wäldern fast durchgehend bei 100 %. Daher erfährt hier auch der eindrucksvolle, an knorrige Eichen erinnernde Kampferbaum *Ocotea usambarensis*, ein Lorbeergewächs, seine optimale Entfaltung mit Wuchshöhen von über 40 und Stammdurchmessern von bis zu 5 Metern. Ebenfalls weit verbreitet ist der Feuchtigkeit liebende, Pioniercharakter zeigende 10-15 Meter hohe Baumfarn *Cyathea manniana*. Er gelangt besonders auf Störstellen zur Vorherrschaft, wo er eine eigene Vorwaldgesellschaft aufbaut, die die Waldregeneration einleitet.

Auf der Nordseite dagegen fehlen derartig feuchtigkeitsliebende Arten. Stattdessen bilden hier Afrikanischer Ölbaum (*Olea africana*), East African Pillarwood (*Cassipourea malosana*) und insbesondere der bis zu 40 Meter hoch werdende ostafrikanische Wacholder *Juniperus procera* eine völlig anders strukturierte Waldgesellschaft.

Das Fehlen eines in der Regel recht monotonen Bambusgürtels, der für viele andere Berge Ostafrikas so typisch ist, wirkt sich auf die Diversität des Kilimanjaro positiv aus, da in der oberen montanen Stufe stattdessen artenreiche Nebelwälder mit Steineibe (*Podocarpus latifolius*) und den baumförmigen Rosengewächsen *Hagenia abyssinica* und *Prunus africana* gedeihen. Der fehlende Bambusgürtel des Kilimanjaro stellt eines der großen biogeographischen Rätsel Ostafrikas dar und wurde vielfach mit der vermeintlichen Trockenheit des Kilimanjaro begründet. Dies ist ebenso falsch wie die Vermutung, es könne an Bodeneigenschaften oder Ausbreitungsbarrieren liegen. Vielmehr scheint der Grund in einem vielschichtigen Zusammenspiel abiotischer Faktoren klimatischer und geomorphologischer Natur sowie biotischer Einflussgrößen (Auswirkung von Großwild und Menschen) zu liegen: Bambus (*Sinarundianria alpina*) benötigt zum Wachstum eine Mindestmenge an Niederschlag und wird als lichtliebende Pionierart durch

Elefanten und Büffel ausgebreitet und gefördert. Auf der Nordseite des Berges kommen diese Tiere in großer Zahl vor; jedoch ist es dort für die Ausbildung eines Bambusgürtels zu trocken. Auf der ausreichend feuchten Südseite dagegen fehlt Großwild, das durch gewaltige Schluchten im Südwesten und Nordosten, die von der Savanne bis in die alpine Zone reichen, an der Zuwanderung gehindert wird. Eine Einwanderung von unten ist durch die dichte menschliche Besiedlung ebenso unmöglich. Der fehlende Bambusgürtel am Kilimanjaro stellt demnach ein interessantes Beispiel dafür dar, wie der Einfluss von Mensch und Tier die Vegetation großer Landstriche Afrikas schon seit langem verändert hat.

Etwa 3.000 Meter über dem Meeresspiegel ändert sich das Waldbild drastisch: die Steineibenwälder gehen abrupt in reine *Erica excelsa*-Wälder über – eine Folge von Feuern. Feuer spielen in der subalpinen Höhenstufe des Kilimanjaro, wie auch auf den anderen hohen Bergen Afrikas, eine große ökologische Rolle. Während einer Periode trockener Jahre mit wiederholten Feuern breiten sich die *Erica*-Wälder nach unten aus, da *Erica excelsa* als lichtbedürftige und zum Stockausschlag befähigte Nebenbaumart durch Brände gefördert wird. Feuchte Perioden führen dagegen zu einer Regeneration der *Podocarpus*-Wälder. Mit steigendem Anteil von *Erica excelsa* steigt das Feuerrisiko, da *Erica* auch in frischem Zustand leicht brennt. Dies verschlechtert die Chancen für eine Regeneration der *Podocarpus*-Wälder. Die Folge sind kontinuierlich wiederkehrende Feuer, die die *Erica*-Wälder zunächst in niedrige Buschländer umwandeln, die schließlich bei gleichbleibender Feuerintensität zu



Die baumförmige sukkulente (dickfleischige) Wolfsmilch *Euphorbia quinquecostata* im Trockenwald am Chala-See.

Höchstgelegener Wald Afrikas: Subalpiner *Erica trimera*-Wald an der Baumgrenze bei 4000 Metern.





Verwandt mit unserer Mistel: der epiphytische Schmarotzer *Englerina woodfordioides* im Kampferwald des Kilimanjaro.

offenen *Helichrysum*-Heiden – der charakteristischen Vegetation in Höhen über 4.000 Metern – degradiert werden. Noch kann man an der oberen Baumgrenze, also bei etwa 4.000 Metern, auf Reste ehemals ausgedehnter *Erica*-Wälder treffen, die die derzeit höchstgelegenen Bergwälder Afrikas darstellen.

Die Erforschung des Kilimanjaro ist nicht nur eine wissenschaftliche Herausforderung, sondern auch umweltpolitisch ein Muss, um Anhaltspunkte und Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung sowie einen wirksamen Schutz dieses empfindlichen Bergökosystems zu schaffen. Vor rund 100 Jahren lebten etwa 50.000 Menschen an den Hängen des Kilimanjaro, heute sind es über eine Million. Diese Zahlen verdeutlichen den Nutzungsdruck, dem insbesondere der Bergwald ausgesetzt ist. Vor diesem Hintergrund erfolgte zusammen mit der Umweltorganisation der Vereinten Nationen (UNEP) eine Waldschadenskartierung aus der Luft.

Während der Befliegung wurden fast 8.000 frisch gefällte Bäume

gezählt, obwohl im natürlichen Bergwald das Fällen von Bäumen verboten ist. Dennoch stellt die illegale Holznutzung zusammen mit Waldweide und dem Sammeln von Viehfutter die größte Gefährdung der unteren Bereiche des Bergwaldes dar. Hinzu kommt eine andere Gefahr, die vor allem die oberen Waldgebiete betrifft: die immer verheerender werdenden Feuer. Durch Satellitenbildauswertungen lässt sich nachweisen, dass seit 1976 150 km² hochmontaner und subalpiner Wälder ein Raub der Flammen wurden. In den vergangenen 100 Jahren mögen es insgesamt über 300 km² sein. In diesem Zeitraum hat der Kilimanjaro zusammen mit den Verlusten durch Rodungen rund die Hälfte seiner Waldfläche verloren. Neben den bekannten stabilisierenden Auswirkungen der Bergwälder auf Wasserabfluss und Boden kommt in den höheren Lagen noch ein anderer Faktor hinzu: die Fähigkeit zum sogenannten Auskämmen von Nebelwasser und damit die Ausschöpfung einer zusätzlichen Wasserquelle. Der jährliche Verlust in der Wasserbilanz durch den Wegfall dieser 150 km² natürlicher Nebelfänger in den Hochlagen des Berges beläuft sich auf rund 20 Millionen Tonnen Wasser. Diese Menge entspricht etwa dem jährlichen Wasserbedarf der eine Million Bewohner am Kilimanjaro, die mit ihrem intensiven Bewässerungssystem völlig vom Wasser aus dem Wald abhängen.

Die Mehrzahl der Feuer wird durch menschliche Unachtsamkeit verursacht. Doch ihre Auswirkungen wären längst nicht so verheerend ohne die klimatischen Veränderungen, die auch zum Abschmelzen der Gletscher führen. In den letzten 100 Jahren haben die Jahresniederschläge am Kilimanjaro um über 30% nachgelassen und seit 1976 sind die Temperaturen deutlich angestiegen. Entsprechend haben die Gletscher seit ihrer ersten detaillierten Kartierung im Jahr 1912 über 80 %

FEUER SPIELEN IN DER SUBALPINEN HÖHENSTUFE DES KILIMANJARO EINE GROSSE ÖKOLOGISCHE ROLLE.

Vor 10 Jahren abgebrannter *Erica*-Wald. Bartflechten der Gattung *Usnea* umhüllen abgestorbene Äste und Stämme.



ihrer Fläche verloren, und Glaziologen rechnen mit ihrem völligen Verschwinden in den nächsten Jahrzehnten. Die Auswirkungen der abschmelzenden Gletscher auf die Wasserbilanz des Bergökosystems sind jedoch gering: weniger als eine Million Tonnen Schmelzwasser ergießen sich pro Jahr in die Flüsse des Berges. Verglichen mit den über 1.000 km² Bergwald, in denen über 90 % der Niederschläge fallen, ist der Verlust der 2,6 km² großen Gletscher hydrologisch gesehen fast völlig zu vernachlässigen.

Während sich das Abschmelzen der Gletscher nicht aufhalten lassen wird, kann gegen die Vernichtung der Wälder etwas unternommen werden. In Reaktion auf die alarmierenden Ergebnisse der Waldschadenskartierung wurde der gesamte Waldgürtel in den Nationalpark einbezogen. Durch die bessere personelle und finanzielle Ausstattung dieser Institution im Vergleich zur Forstbehörde, der der Wald zuvor unterstand, bestehen nun effektivere Möglichkeiten zur Überwachung der Waldgebiete und zur Bekämpfung der Feuer. Überdies könnte ein rund 90 km² großer, etwa ein Kilometer breiter Waldstreifen am unteren Rand des Bergwaldes wesentlich effektiver zur Produktion von Bauholz genutzt werden, um so den Druck vom Bergwald zu nehmen.

Die beschriebenen Untersuchungen zeigen, dass sich mit vegetationskundlichen Forschungsansätzen auch in tropischen Lebensräumen ganz verschiedenartige ökologische und naturschutzfachliche Fragestellungen effizient bearbeiten lassen. Insbesondere die angefertigte Vegetationskarte des Kilimanjaro erweist sich als wichtige Grundlage, um Landschaftsveränderungen zu überwachen und das Management des Nationalparks zu unterstützen.

Die Auswirkungen der teils durch Klimawandel, teils durch zunehmenden Nutzungsdruck verursachten Veränderungen am Kilimanjaro zu untersuchen und ein tieferes Verständnis der komplexen ökologischen Zusammenhänge zu erlangen, ist das Ziel der im letzten Jahr gebildeten DFG-Forschergruppe KiLi (Kilimanjaro ecosystems under global change: Linking biodiversity, biotic interactions and biogeochemical ecosystem processes), an der mehrere Arbeitsgruppen der Universität Bayreuth beteiligt sind. Der Kilimanjaro bietet aufgrund seiner herausragenden Vielfalt an Lebensräumen, Klimazonen und Landnutzungsformen, aber auch seiner schnell wachsenden Probleme, eine einzigartige Voraussetzung für dieses Forschungsvorhaben.



In den hochmontanen *Podocarpus*-Wäldern spielt Nebelwassereintrag eine wichtige Rolle; Stämme und Äste sind von dicken Moosbällen bepackt.



Früchte der Steineibe (*Podocarpus latifolius*), die zu den Nadelhölzern zählt.



Savannen-Trockenwälder am Chala, einem tiefen Kratersee am Südostfuß des Kilimanjaro mit deutlicher Zonierung: immergrüne Bäume am Seeufer werden nach oben hin durch sukkulente oder laufwerfende Arten abgelöst