

Wie alt ist der Regenwald?

Umweltgeschichtliche Forschungen im Kongobecken Zentralafrikas

von Jürgen Runge

Welche Rolle spielt der Regenwald für das globale Klima und die Artenvielfalt der Erde in Zukunft? Um eine derart vielschichtige Frage zu beantworten, ist es erforderlich, zuerst die Vergangenheit dieser komplexen Ökosysteme zu erforschen. Im Kongobecken Zentralafrikas rekonstruierten Frankfurter Geowissenschaftler die Umweltverhältnisse während der letzten 40 000 Jahre. Das überraschende Ergebnis: Den »ewigen« Regenwald gab es auch damals schon nicht.



Luftaufnahme des immergrünen Regenwaldes im östlichen Teil der Demokratischen Republik Kongo (Kivu). Der jährliche Niederschlag liegt bei 2000 bis 2500 Millimeter.



Den Fluss hinaufzufahren war wie eine Reise zurück zu den frühesten Anfängen der Welt, als noch die Pflanzen zügellos die Erde überwucherten und die großen Bäume Könige waren. Ein leerer Strom, ein großes Schweigen, ein undurchdringlicher Wald. Die Luft war warm, schwer, drückend, träge. Im Glanz des Sonnenscheins war keine Freude. Die langen Abschnitte des öden Flusslaufs führten tiefer und tiefer in die Düsternis der beschatteten Ferne hinein.

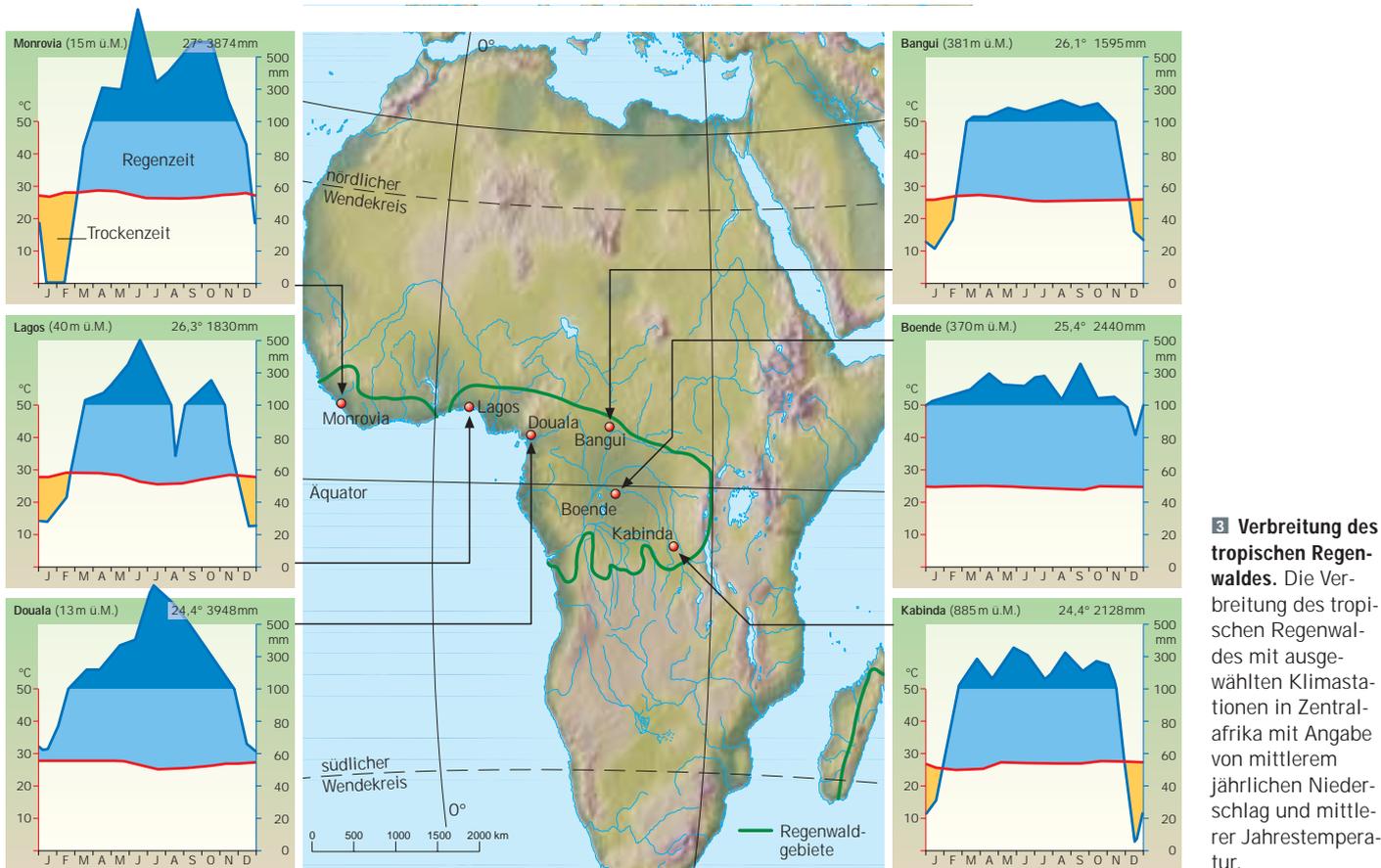
Joseph Conrad (1911), aus »Herz der Finsternis«

1 Der tropische Regenwald aus der Sicht früher Forschungsreisender. Stich aus der *Flora Brasiliensis* des Botanikers des Botanikers Martius von 1840.

Mit den Forschungsreisenden des 16. und 17. Jahrhunderts und der Errichtung von Überseekolonien gelangten erste, oftmals sehr fantasievolle Berichte über die tropischen Regenwälder nach Europa^{/1/}. Realistischer und abgründiger beschreibt der Brite Joseph Conrad 1911 seine Eindrücke von einer Flussfahrt auf dem Kongo in der Erzählung »Herz der Finsternis«. Undurchdringlich und menschenfeindlich erlebt er den tropischen Regenwald Zentralafrikas **1**. Noch heute sind fast 50 Prozent der Fläche Zentralafrikas mit dichten, tropischen Naturwäldern bedeckt. Davon entfallen allein mehr als 109 Millionen Hektar Waldfläche auf die Demokratische Republik Kongo, die nach Brasilien und Indonesien das drittgrößte Regenwaldvorkommen der Erde besitzt^{/2/}. Im Ge-

gensatz zu den durch Buschfeuer, Rodung und Holzeinschlag stark dezimierten Regenwäldern Südamerikas und Südostasiens ist die Mehrzahl der zentralafrikanischen Wälder durch ihre Unzugänglichkeit und kontinentale Binnenlage – mit Ausnahme von Gabun und Kamerun – relativ intakt. Allerdings nimmt der Druck auf die Ressource »Regenwald« an der Peripherie des Kongobeckens durch unkontrollierten Holzeinschlag auf Grund von Bergbau, kriegerischen Konflikten und Flüchtlingsströmen weiter zu, zum Beispiel in Ostkongo, Ruanda und Burundi.

Tropische Regenwälder der Tiefländer entwickeln sich überall dort, wo jährlich gleichbleibend hohe Niederschläge fallen (1600 Millimeter und mehr) und die Durchschnittstemperatur des »kältesten« Monats bei



4 Verbreitung des tropischen Regenwaldes. Die Verbreitung des tropischen Regenwaldes mit ausgewählten Klimastationen in Zentralafrika mit Angabe von mittlerem jährlichen Niederschlag und mittlerer Jahrestemperatur.

mindestens 18 Grad Celsius liegt 4. Derartige klimatische Voraussetzungen sind in einem erdumspannenden feuchttropischen Landschaftsgürtel nördlich und südlich des Äquators in Südamerika, Afrika und Südostasien gegeben 1/.

lenanalytischen Untersuchungen aus den feuchten Tropen zeigten, dass offensichtlich auch der tropische Regenwald vorzeitig von ausgeprägten Klimazäsuren und somit von Vegetationsveränderungen betroffen war 3, 5/.

Klassische Konzepte und neue Erkenntnisse

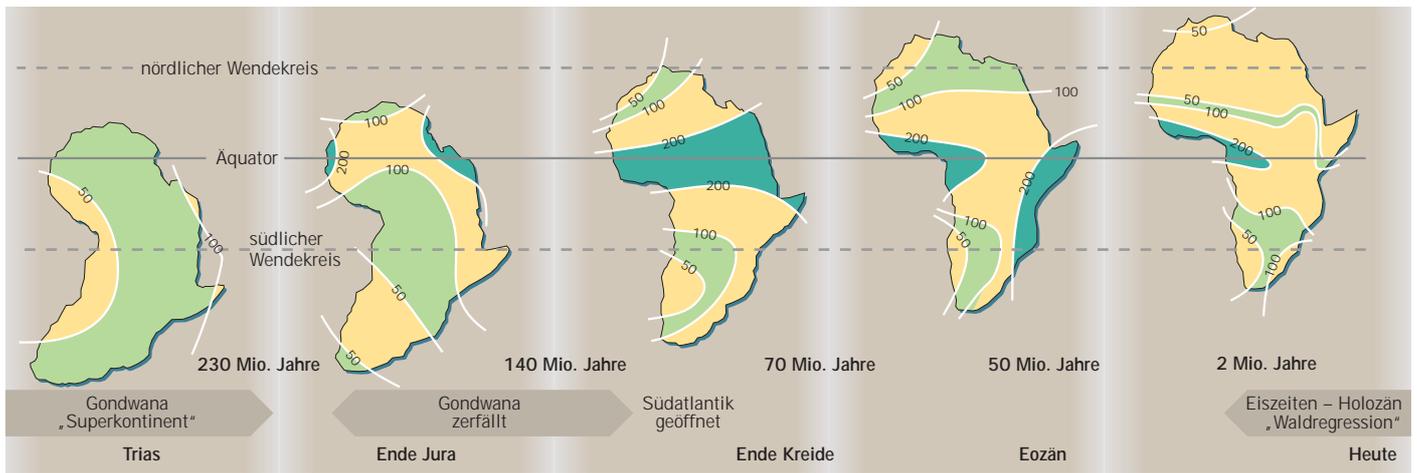
Geologisch-evolutions-geschichtliche Perspektive

Bis in die 1960er Jahre herrschte die Auffassung vor, der äquatoriale Regenwald Afrikas sei eines der stabilsten Ökosysteme der Erde. Die Artenvielfalt (Biodiversität) bei Pflanzen und Tieren und die hohe Produktion an Biomasse legten den Schluss nahe, dass sich diese Lebensformen über Jahrmillionen hinweg unter gleichbleibenden Umweltbedingungen bis in die Gegenwart entwickelt hätten. Drastische Klimateinschnitte wie die Eiszeiten galten als ein Phänomen der Außertropen mit nur mäßigem Einfluss auf die Klimaverhältnisse in den immerfeuchten Äquatorialgebieten 3/.

Zum Verständnis der Geschichte des zentralafrikanischen Regenwaldes müssen Vorgänge der Plattentektonik und die paläogeographischen Verhältnisse berücksichtigt werden. Die Frage nach dem maximalen »Alter« des Regenwaldes steht darüber hinaus in engem Zusammenhang mit dem ersten Auftreten der Angiospermen (Bedecktsamer), die die Artenzusammensetzung in den Regenwäldern bis heute prägen. Das Erscheinen der Angiospermen im Cenoman (Oberkreide) vor 96 bis 92 Millionen Jahren stellt – nach der Besiedlung des Festlandes im Devon – die wichtigste Entwicklung in der Pflanzenwelt dar. Durch sie wurden die Voraussetzungen für die Entfaltung der Säugetiere und Vögel der Erde geschaffen. Nach den erdgeschichtlichen Erkenntnissen herrschte vom Cenoman (92 Millionen Jahre) bis ins Eozän (36 Millionen Jahre) in den äquatorialen und in den mittleren Breiten – also auch in Europa – ein feucht-warmes, frostfreies Klima, das die Entwicklung »megathermaler Wälder« zuließ. Diese frühen »Regenwälder« unterschieden sich durch ihren wenig komplexen Aufbau noch deutlich von den heutigen, mehrschichtigen und biomassereichen Waldbeständen 6/. Durch den klimatisch mehr oder weniger gleichförmigen Zeitraum von über 60 Millionen Jahren konnten die Angiospermen zahlreiche Familien, Gat-

Auch spielte die europäisch-abendländische Sicht über den »Regenwald« als eine stets »dunkle, geheimnisvolle, undurchdringliche und bedrohliche Wildnis« 4/ für die wissenschaftliche Wahrnehmung eine nicht unerhebliche Rolle. Erst in jüngster Vergangenheit, so die verbreitete Annahme, begann der Mensch nach einer Jahrmillionen währenden Kontinuität des Waldes mit der Erschließung und Besiedlung dieser letzten Urgebiete der Erde.

Dieses Konzept ist inzwischen hinfällig: Die in den vergangenen 30 Jahren durchgeführten Altersdatierungen mit der Radiokarbonmethode (Altersangaben jeweils in ¹⁴C-Jahren bezogen auf das Jahr 1950 als »yrs. B.P.« = »years before present«, Jahre vor heute) an pol-



tungen und Arten hervorbringen, die für die heutige Biodiversität der tropischen Wälder kennzeichnend sind.

Das zweite, für die afrikanische Regenwaldentwicklung entscheidende Ereignis war die plattentektonische Zerlegung Gondwanas vor 130 Millionen Jahren am Übergang vom Jura zur Kreidezeit ins heutige Afrika, Indien, Südamerika und die Antarktis. Die Öffnung des Südatlantiks und die geographische Trennung von Südamerika und Afrika war vor etwa 95 Millionen Jahren abgeschlossen **3**. Für die vorher im Zentrum des Superkontinents gelegene, küstenferne afrikanische Landmasse hatte die plattentektonische Aufteilung auch eine Veränderung des Klimas zur Konsequenz. Die jetzt größere Nähe zum Atlantischen und Indischen Ozean ließ das Klima Afrikas deutlich feuchter werden als in der vorangegangenen Zeit. Durch die Ausdehnung der Ozeanböden (sea-floor spreading) bewegte sich die afrikanische Platte in den folgenden 50 Millionen Jahren kontinuierlich in Richtung Äquator, was dauerhaft feucht-tropische und warme Klimabedingungen und den Fortbestand bereits früher existierender Wälder in Zentralafrika garantierte.

»Überleben« in Refugien: Der Regenwald im Pleistozän

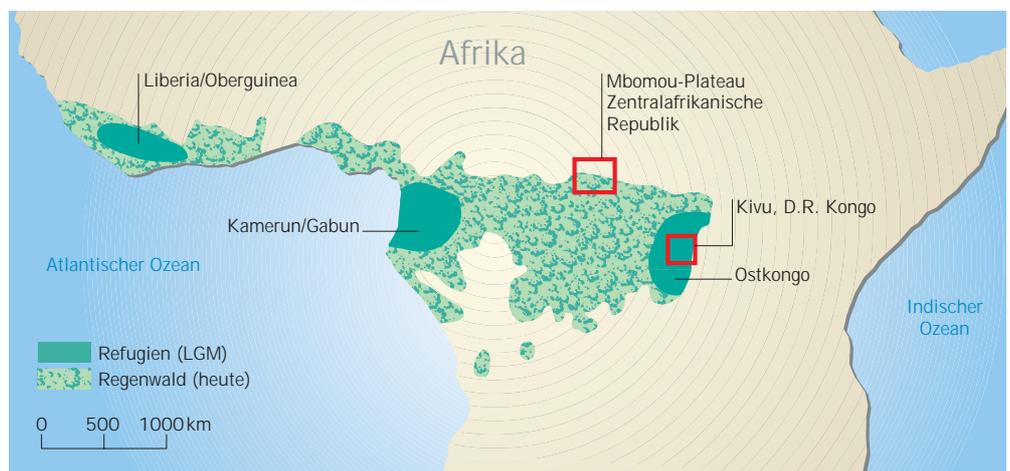
Der bedeutendste Einschnitt in der Geschichte des tropischen Regenwaldes wurde durch die Eiszeiten im Quartär vor ungefähr zwei Millionen Jahren ausgelöst. Ozeanische und terrestrische Bohrkerne aus den antarktischen und grönländischen Eisschilden zeigen über das Sauerstoff-Isotopen-Verhältnis ($\delta^{18}O$) die früheren Temperaturbedingungen und indirekt auch die globalen Eismengen dieser Zeit an. Demnach hatten die Kaltzeiten weltweite Auswirkungen auf alle Ökosysteme. In Zentralafrika erfolgte insbesondere während der letzten Eiszeit (Letztes Glaziales Maximum, LGM) vor 25 000 bis 18 000 ¹⁴C-Jahren eine starke Aridisierung des Klimas. Offene Baum- und Grassavannen verdrängten von Norden und Süden großflächig den Regenwald, der wegen des jetzt zu trockenen und

3 Plattentektonische und paläogeographische Situation der afrikanischen Landmasse zwischen Trias und Gegenwart. Als zentraler Teil von Gondwana war Afrika ursprünglich großräumig von einem Trockenklima geprägt. Das änderte sich mit der plattentektonischen Zerteilung an der Wende Jura/Kreide. Mit Öffnung des Südatlantiks vor 95 Millionen Jahren und der fortschreitenden Plattenbewegung zum Äquator hin wurde das Klima wärmer und feuchter. Die Zahlen entlang der Isolinen geben den angenommenen, relativen Niederschlag (NS) wieder: kleiner als 50 = sehr wenig NS, 50 bis 100 = geringer NS, 100 bis 200 = gemäßigter bis hoher NS, größer als 200 = hoher NS^{6/}.

wechselfeuchten Klimas nicht mehr im Kongobecken existieren konnte. Die heutige Verbreitung der Pflanzenarten lässt Botaniker vermuten, dass der Regenwald die Klimaverschlechterungen während der letzten Eiszeit (LGM-zeitlich) in zwei Rückzugsgebieten (»Refugien«) überdauerte und sich von dort aus in der Nacheiszeit erneut im Kongobecken ausbreitete **4**. Die Refugien wiesen während des LGM offensichtlich noch hinreichend feucht-warme Klimabedingungen auf. Das ein Refugialgebiet im östlichen Kongobecken wurde zwischen 1992 und 1996 in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Projekt untersucht.

An zahlreichen Erdaufschlüssen entlang eines sich über 200 Kilometer durch das postulierte Refugialgebiet erstreckenden Straßenprojektes konnten mit geomorphologischen und stratigraphischen Aufnahmen an Böden und Sedimenten klimagesteuerte, morphodynamische

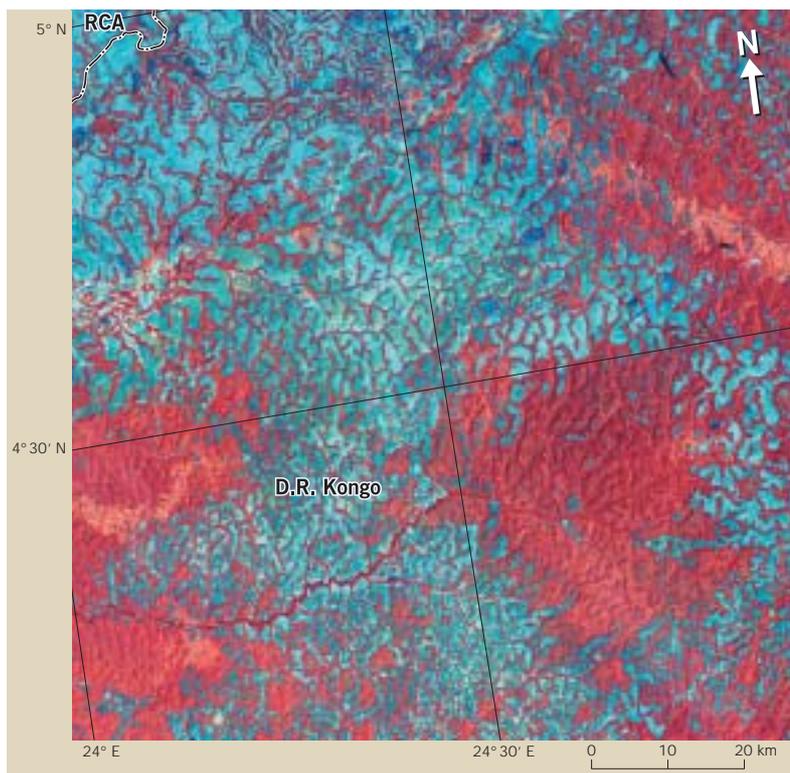
4 Lage der Untersuchungsgebiete und Regenwaldverbreitung. Die Karte zeigt die Untersuchungsgebiete in Mbomou und im Kivu sowie die vermutete Ausdehnung des Regenwaldes in Refugien im LGM (Hochwürm) und das heutige Verbreitungsgebiet (schematisch).





5 Straßenbauaufschluss bei Osokari, Demokratische Republik Kongo. Der komplexe stratigraphische Aufbau des Bodenmaterials (*hillwash*, *stone-lines*) mit eingesedimentierten, fossilen Baumstämmen (Alter von 36 000 bis 13 000 Jahren) unterstreicht den allochthonen Charakter der Pedisedimente. Dies lässt auf hochglazialzeitlich aktive morphodynamische Oberflächenprozesse schließen, die durch eine savannenartige Vegetationsbedeckung wirksam werden konnten.

6 Die LANDSAT-Thematic Mapper Satellitenaufnahme aus dem nördlichen Kongo zeigt den Übergangsbereich von geschlossenem Regenwald (rot) zu offenen Savannen-Ökosystemen (blau).



mische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten dokumentiert werden. Das Vorkommen mehrschichtiger, allochthoner Bodenbildungen (Pedisedimente) zeigt, dass der Regenwald innerhalb des Refugialgebietes zeitweise stark zurückgedrängt gewesen sein muss, da bei dauerhafter Existenz einer geschlossenen Pflanzendecke keine oberflächliche Sedimentverlagerung und Alluviation durch Flüsse möglich gewesen sein kann.

Mit Hilfe von ¹⁴C(AMS)-Datierungen konnte eine bis zu acht Meter mächtige Sedimentfolge beim Dorf Osokari im Osten der Demokratischen Republik Kongo landschaftsgeschichtlich eingeordnet werden. Neben Grobmaterialbändern (*stone-lines*) und holzkohleführenden Decksedimenten (*hillwash*) im oberen Teil der Aufschlüsse, konnten im Liegenden mehrere fossile

Baumstämme entdeckt werden **5**. Das ¹⁴C-Alter der Hölzer liegt zwischen 12 960 ± 330, 18 310 ± 860 und 36 680 ± 440 Jahre vor heute (yrs. B.P.); fällt also in die Zeit vor, während und nach dem LGM^{17/}.

Die Stratigraphie des Osokari-Alluvialaufschlusses ist komplex und umfasst offenbar gleich mehrere Phasen verstärkter morphodynamischer Aktivität. Zeiten mit flussgesteuerter Akkumulation (Alluviation) und lateraler fluvialer Erosion (Sedimentabtrag) haben demnach in den letzten 36 000 Jahren mehrfach gewechselt^{8,5/}.

Die heterogene Zusammensetzung (Allochthonie) und genetische Mehrphasigkeit der Decksedimente spricht für eine ausgeprägte, geomorphologische Instabilität im Bereich der bislang als Refugialraum angesehenen Zone. Das artenreiche Refugialgebiet im östlichen Kongobecken hat folglich während des LGM nicht als geschlossenes Waldgebiet, sondern als aufgelöstes Vegetationsmosaik von Waldinseln, Galeriewaldsystemen und Savannenflecken existiert **6**. Somit überdauerte die Regenwaldflora die aride Glazialzeit auch in wesentlich kleineren Refugien, wie lokalen Waldinseln und Galeriewäldern, als bisher angenommen. Im anschließenden Holozän breitete sich der Regenwald des östlichen Kongobeckens unter feuchteren und wärmeren Klimabedingungen in nur wenigen Jahrtausenden erneut aus^{17/}.

Grenzbereiche im Holozän: Wo der Regenwald an die Savanne stößt

An der nördlichsten Verbreitungsgrenze des Regenwaldes in Zentralafrika – auf dem Mbomou-Plateau in der Zentralafrikanischen Republik – fanden Studien zur erdgeschichtlich jüngsten, holozänen Regenwalddynamik statt. Im Untersuchungsgebiet treffen geschlossene Wald- und offene Savannen-Ökosysteme direkt aufeinander. Die landschaftsökologische Sensitivität ist groß; das heißt ein feuchteres Klima wird mit der Zeit zur Ausdehnung des Waldes, ein trockeneres dagegen zur Ausdehnung der Savannen führen. Informationen zur Verschiebung der Wald-Savannen-Grenze können mit isotochemischen Analysen an stabilen Kohlenstoffen aus mehreren Metern mächtigen Flussablagerungen gewonnen werden **7**. Da das Mbomou-Plateau seit dem Paläozoikum terrestrisches Abtragungsgelände ist und im Zuge der Rumpfflächenbildungen mächtige Tieferschaltungen des Reliefs abgelaufen sind, kommen als Archive für die holozäne Landschaftsgeschichte ausschließlich Flusstäler (Mbari-Tal) mit den dort enthaltenen Sedimenten in Frage^{8/}.

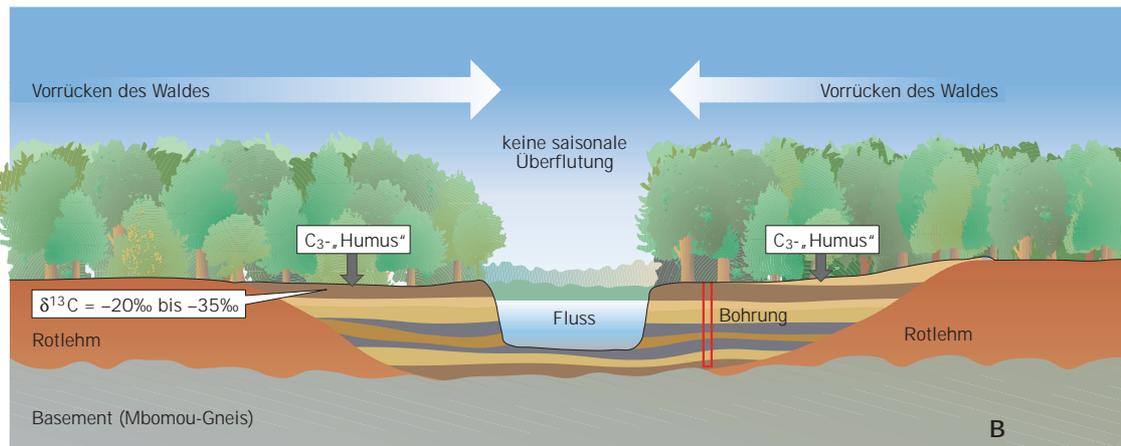
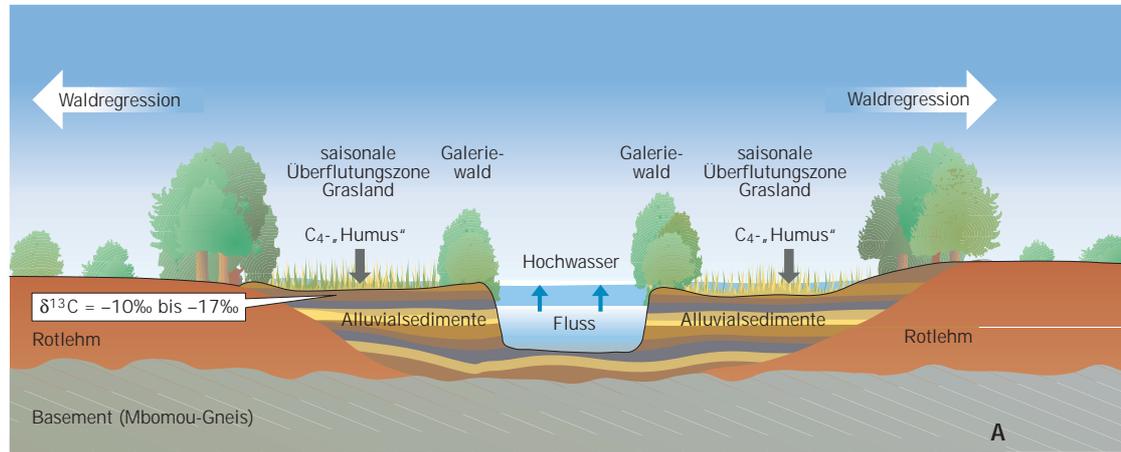
Schwere Gräser – leichte Bäume

Für die Rekonstruktion der Regenwald-Savannen-Geschichte werden fossile Humusschichten und Kohlenstoffspuren im Sediment benötigt. Mit massenspektrometrischen Methoden lässt sich nachweisen, ob der ursprünglich durch Photosynthese gebildete Kohlenstoff in der organischen Bodensubstanz von C₃- oder C₄-Pflanzen gebildet wurde: Bei der Photosynthese autotropher grüner Pflanzen existieren verschiedene biochemische Wege der CO₂-Fixierung: So genannte C₃-Pflanzen, hierzu gehören viele der tropischen Waldbäume, bauen CO₂ über den »Calvin-Benson-Zyklus« in die Zelle ein. C₄-Pflanzen, hierzu zählen sehr viele Grä-

ser der tropischen Savannen, unterscheiden sich von den C₃-Pflanzen insofern, dass als erstes Fixierungsprodukt aus der Kohlendioxid Aufnahme ein Körper mit vier und nicht mit drei Kohlenstoffatomen gebildet wird (»Hatch-Slack-Kortschak-Weg«). Für die Vegetationsrekonstruktion hat die Unterscheidung in C₃- und C₄-Pflanzen eine große Bedeutung, da diese Pflanzengruppen die natürlich in der Atmosphäre vorkommenden Kohlenstoffisotope ¹²C und ¹³C bei der Aufnahme von CO₂ »ungleich« behandeln. Das in geringerer Menge vorhandene ¹³CO₂ wird bei der Aufnahme zur Photosynthese gegenüber ¹²CO₂ von C₃-Pflanzen diskriminiert. Deshalb besitzen C₄-Pflanzen einen vergleichsweise höheren Anteil von ¹³C. Gräser und der durch Gräser gebildete rezente wie auch der fossile organische Kohlenstoff im Humus des Bodens ist der Masse nach also geringfügig »schwerer«, als der Kohlenstoff, der durch C₃-Pflanzen fixiert wurde^{/10/}. Die Bestimmung des ¹³C/¹²C-Verhältnisses wird als δ¹³C-Wert (negativer Wert in Promille) angegeben^{/10,11/}.

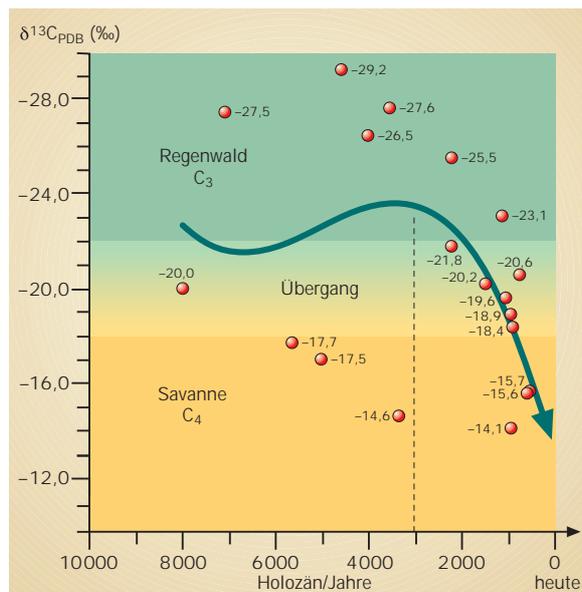
Aus der organischen Substanz eines rezenten oder fossilen Bodens lässt sich über den δ¹³C-Wert nachvollziehen, aus welcher primären Vegetation (»Savanne«: überwiegend C₄; »Wald«: mehrheitlich C₃) das organische Material durch Photosynthese gebildet wurde. Wird zusätzlich zum δ¹³C-Wert über das radioaktive Kohlenstoffisotop ¹⁴C das absolute Alter der organischen Substanz ermittelt, so lässt sich eine Chronologie des Wechsels von Wald und Savanne ableiten **7**. Die polynomische Verteilungskurve **8** belegt einen klimagesteuerten Wandel von Wald zu Savanne und umgekehrt. Im ersten Kurvenabschnitt wird von der Gegenwart bis etwa 2500 bis 3000 Jahren (yrs. B.P.) eine Verschiebung von den heute vorherrschenden grasbestandenen Savannenzonen (Überflutungsgebiete entlang der Flüsse) hin zu mehr Wald deutlich. Ein Ansteigen der δ¹³C-Werte bis auf -17,7 Promille und -17,5 Promille deutet um 5000 bis 6000 Jahren vor heute (yrs. B.P.) erneut auf eine leichte Waldregression unter wechselfeuchtem Klima hin.

Offensichtlich ist die Lage der Regenwald-Savannen-Grenze am Nordrand des Kongobeckens in der zweiten Hälfte des Holozäns durch einen klimatisch induzierten, semi-humiden bis leicht semi-ariden hygrischen Wandel von maximal 2000 bis 3000 Jahren Dauer gesteuert worden. Der menschliche Einfluss auf die Regenwälder und Savannen durch Buschfeuer, Viehzucht und Landwirtschaft wird in der Jungsteinzeit deutlicher. Dieser Einfluss zeigt sich im letzten Drittel der Kohlenstoffisotopenkurve, der den heutigen klimatischen Verhältnis-



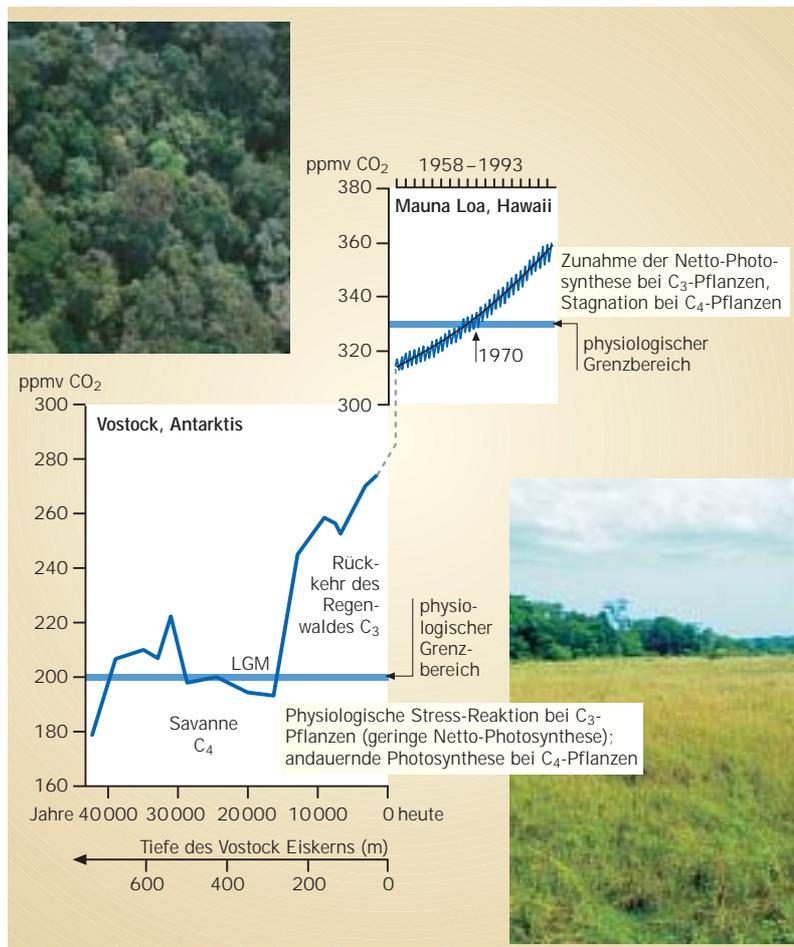
7 Landschaftskundliches Modell eines zentralafrikanischen Flusses unter verschiedenen Abflussbedingungen.

- A) Unter wechselfeuchtem, semi-humidem Klima findet regelmäßig eine Überflutung der Uferzonen durch Hochwasser statt, was zur Entwicklung flussbegleitender Grasländer führt. Im Boden wird ein »C₄-Humus« akkumuliert.
- B) Bei immerfeuchten Klimabedingungen mit gleichbleibendem Abfluss fehlt dagegen das regelhafte Hochwasser. Waldbäume können bis an den Fluss »heranrücken« und verdrängen das Grasland. Durch Laubfall und Humifizierung entwickelt sich mit der Zeit ein »C₃-Humus« im Oberboden.



8 Rekonstruktion vorzeitlichen Klima- und Vegetationswandels.

Stabile Kohlenstoffisotope (δ¹³C) aus Alluvialablagerungen und ¹⁴C-Altersdatierungen helfen beim Nachweis vorzeitlicher Klima- und Vegetationswandel entlang des Regenwald-Savannenkontaktes (vergleiche **7**).



■ Kohlendioxidkonzentration in der Erdatmosphäre während der vergangenen 40 000 Jahre. Im antarktischen Eis eingeschlossene Luftbläschen und neuere Aufzeichnungen auf Hawaii seit 1958 dokumentieren Schwankungen in der Kohlendioxidkonzentration in der Erdatmosphäre seit dem LGM. Die Nettophotosyntheseleistung und damit die Biomasseproduktion schwankt bei C₄- und C₃-Pflanzen in Abhängigkeit vom CO₂-Gehalt in der Atmosphäre (»Physiologisches Grenzbereich«).

sen entsprechend Ausdruck einer relativ offenen, stark durch Feuer beeinflussten Savannenlandschaft mit Waldinseln ist.

Zukunft des Regenwaldes in Afrika – »Düngung« durch CO₂?

Hinsichtlich der biologischen Evolution hat der »Regenwald« eine Millionen Jahre alte Kontinuität. Landschafts- und klimageschichtlich zeigt sich dagegen, dass das »Ökosystem Regenwald« mehrfach durch natürliche Klimaverschlechterungen fast vollständig in Afrika verdrängt wurde. Durch Regeneration und erneute Ausdehnung des Waldes hat sich dieses tropische Ökosystem allerdings innerhalb kurzer Zeit bisher mehrmals »erholt«.

Für das Vegetationsverhältnis Wald/Savanne in Afrika ist vermutlich unter anderem auch die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre entscheidend: Diese hat sich seit der letzten Eiszeit grundlegend verändert **■**. Bei einer CO₂-Konzentration von weniger als 200 ppmv (parts per million volumina), wie sie zur letzten Eiszeit vorlag, zeigten die verbliebenen Regenwaldbäume (C₃) eine photosynthetische Stressreaktion und drosselten ihren Stoffwechsel zugunsten der vitaleren Gräser, die als C₄-Pflanzen auch unterhalb von 200 ppmv noch gute Wachstumsbedingungen fanden. Seit etwa 1970 übersteigt die CO₂-Konzentration den Wert von 330 ppmv; dies begünstigt die C₃-Bäume hinsichtlich der Produktivität ihrer Assimilate gegenüber den C₄-Pflanzen, deren Photosyntheseleistung »gesättigt« ist. Als Hypothese könnte man dem anthropogenen Treibhauseffekt der jüngeren Vergangenheit einen »CO₂-Düngeeffekt« zuschreiben, der die natürliche Wiederausbreitung der Regenwälder im Übergangsbereich zu den Savannen möglicherweise fördert. Luft- und Satellitenbildvergleiche während der letzten 35 Jahre haben einen solchen Trend in nicht besiedelten Regionen Nordkongos als »quasi-natürliche« Waldsukzession belegen können ^{19/}. ◆

Der Autor



Prof. Dr. Jürgen Runge, 39, wurde 1962 in Bamberg geboren. Er studierte Geographie, Geologie, Bodenkunde und Botanik in Gießen und Göttingen, wo er sich früh mit geo-

wissenschaftlichen und raumplanerischen Fragen in Afrika südlich der Sahara auseinandersetzte. Nach einer zweijährigen Tätigkeit im westafrikanischen Togo im Rahmen der Technischen Zusammenarbeit (UN-Projekt »Integrierte Ländliche Regionalentwicklung«) promovierte er 1989 in Göttingen. 1990 wechselte Jürgen Runge als Wissenschaftlicher Assistent an die Universität Paderborn, wo er

sich vorrangig mit innovativen Methoden des Remote Sensing (Satellitenbilddauswertung), thematischer, computergestützter Kartographie sowie mit tropischer Geomorphologie, Bodenkunde und Landnutzung befasste. Seine 1999 abgeschlossene Habilitationsschrift entstand im Rahmen des von ihm geleiteten DFG-Forschungsprojektes »Paläoklima Afrika« (1994–1999). Das Material hierfür sammelte er während zahlreicher Geländekampagnen in der Demokratischen Republik Kongo (Zaire), Ruanda, Burundi und der Zentralafrikanischen Republik. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Geomorphologie, hat diese Monographie in ihre Schriftenreihe »Relief-Boden-Paläoklima« aufgenommen. Die Entwicklung und Dynamik von Landschaften und Ökosyste-

men in den afrikanischen Tropen in Vergangenheit und Gegenwart (Paläoumweltforschung, klimatische Sensitivität der Savannen und Regenwälder) zählen zu seinen thematischen Schwerpunkten. Angewandte Fragestellungen sind neben der Regionalplanung und Landnutzung in Afrika Probleme beim Ausbau und der Unterhaltung von Infrastruktur. Mit Hilfe seiner methodischen Kenntnisse und langjährigen Erfahrungen berät Jürgen Runge Ingenieurfir- men bei ihren Vorhaben in Afrika. Er ist unter anderem Mitglied der South African Association of Geomorphologists (SAAG) und der South African Society for Quaternary Research (SASQUA), Mit- herausgeber der Fachzeitschriften »Palaeoecology of Africa«, »Geoökodynamik« und Vorstandsmitglied der Frankfurter Geographischen Gesellschaft.

Literatur

- ^{/1/} Whitmore, T.C. (1993): Tropische Regenwälder – Eine Einführung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, S. 1 – 275.
- ^{/2/} FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (ed., 1997): State of the World's Forests 1997. Oxford, World forest publications, 1 – 200.
- ^{/3/} Alexandre, J., Aloni, K., Dapper, M. de (1994): Géomorphologie et variations climatiques au quaternaire en Afrique Centrale. *Geo-Eco-Trop*, 16: 167 – 205, Lubumbashi, Liège.
- ^{/4/} Eggert, M.K.H. (1992): Über die Flüsse in die Wälder – Zur Besiedlungsgeschichte des äquatorialen Regenwaldes. in: Bollig, M. & D. Bünnagel (Hrsg.): Der zentralafrikanische Regenwald, 3: 53 – 63, S. 53.
- ^{/5/} Runge, J. (2001): Quaternary sedimentary records in Central Africa and their palaeoenvironmental interpretation. *Palaeoecology of Africa and the surrounding islands*, 27: 1 – 327.
- ^{/6/} Maley, J. (1996): The African rain forest – main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 104: 31 – 73.
- ^{/7/} Runge, J. (1996): Palaeo-environmental interpretation of geomorphological and pedological studies in the rain forest »core-areas« of eastern Zaire (Central Africa). *South African Geographical Journal*, 78: 91 – 97.
- ^{/8/} Runge, J. (2001): Landschaftsgenese und Paläoklima in Zentralafrika. *Physiogeographische Untersuchungen zur Landschaftsentwicklung und klimagesteuerten quartären Vegetations- und Geomorphodynamik in Kongo/Zaire und der Zentralafrikanischen Republik. Relief-Boden-Paläoklima*, 17: 1 – 312.
- ^{/9/} Runge, J. & M. Neumer (2000): Dynamique du paysage entre 1955 et 1990 à la limite forêt-savane dans le Nord du Zaire, par l'étude de photographies aériennes et données LANDSAT-TM. in: Servant, M. & S. Servant-Vildray (eds.) : *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers inter-tropicaux*. , UNESCO, IRD, Paris, 311 – 317.
- ^{/10/} Schwartz, D. (1991): Intérêt de la mesure de ¹³C des sols en milieu naturel équatorial pour la connaissance des aspects pédologiques et écologiques des relations savane-forêt. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 26, 4: 327 – 341.
- ^{/11/} Boutton, T.W. (1996): Stable carbon isotope ratios of soil organic matter and their use as indicators of vegetation and climate change. in: Bouttarand, Yamasaki & Dekker (eds.): *Mass spectrometry of soils*, 47 – 82.
- ^{/12/} Morley, R.J. (2000): *Origin and Evolution of Tropical Rain Forests*. Wiley & Sons, Chichester, New York, 1 – 362.

Werbung