

Der zentralafrikanische Regenwald: Ein sensibles Ökosystem im Spannungsfeld von forstwirtschaftlicher Nutzung und (sub-)rezenter Klimadynamik



JÜRGEN RUNGE

Abb. 17.1: Tropischer Regenwald bei 1600–1800 mm Jahresniederschlag in der Nähe von Bangassou (Zentralafrikanische Republik) am Nordrand des Kongobeckens mit neuangelegter Lateritpiste (Foto: J. RUNGE, April 1996)

Vor dem Hintergrund des seit 1880 beobachteten globalen Temperaturanstiegs von 0,5–0,6°C steht mit Blick auf die niederen Breiten Afrikas in jüngerer Zeit die Frage im Vordergrund, ob in Zukunft auch dort durch den Treibhauseffekt mit einschneidenden Klima- und Umweltveränderungen zu rechnen ist. Nach Auffassung des IPCC (2007c) wurde der größte Teil des Anstiegs der mittleren globalen Temperatur seit Mitte des 20. Jahrhunderts sehr wahrscheinlich durch den Anstieg der anthropogenen Treibhausgas-konzentrationen (v.a. CO₂) verursacht. Seit Langem ist bekannt, dass die durch ein wechselfeuchtes Klimaregime geprägten Ökosysteme des Sahels und Sudans wegen der hohen Niederschlagsvariabilität episodisch von ausgeprägten Trockenzeiten gekennzeichnet sein können. Die schweren Dürren von 1968–1973 und 1982–1984 wurden daher meist als Ausdruck einer natürlichen sahelischen Witterungsdynamik und weniger als ein Beleg für die fortschreitende Desertifikation im Sinne einer generellen Aridisierung verstanden. Allerdings konnte in den 1990er-Jahren erstmals für West- und Zentralafrika nachgewiesen werden, dass von 1951–1989 tatsächlich eine Verlagerung der Isohyeten nach Süden in Richtung Äquator erfolgt ist. Auch die Intensität und die Häufigkeit der negativen Niederschlagsanomalien nahmen im gesamten Sahel seit 1965 zwischen 20° W und 40° E sowie 10° und 15° N signifikant zu (WIGLEY 1992). Die bislang als klimatische Variabilität aufgefassten „Oszillationen“ dieser Ökosysteme werden unter dem Eindruck des Global Change offensichtlich weiter verstärkt (IPCC 2007c). Eine nachhaltige Veränderung des Landschaftsbildes und der landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten sind die Folge. Besonders deutlich verschoben sich in den vergangenen 40 Jahren die Isohyeten im Sahel und im Su-

dan nach Süden. In den Regenwaldgebieten Zentralafrikas mit mehr als 1500 mm jährlichem Niederschlag tritt das Phänomen ebenfalls auf, bislang allerdings mit schwächerer Ausprägung (L'HÔTÉ/MAHÉ 1996).

Mit Blick auf den Regenwald stellt sich die Frage, ob die beschriebene Austrocknung in den letzten Jahrzehnten zu einer Veränderung der Regenwald-Savannen-Grenze geführt hat, der Regenwald insgesamt also kleiner geworden ist. Klimamodelle zeigen heute, dass die äquatorialen Gebiete in Afrika durch den Klimawandel tendenziell einen Niederschlagsanstieg zu verzeichnen haben werden, wohingegen für die Savannenregionen eher eine Austrocknung prognostiziert wird. Überlagert werden diese klimatischen Projektionen von anhaltend starkem Bevölkerungswachstum mit landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Nutzung des Naturraumes.

Klimatische Ansprüche und rezente Dynamik des Regenwaldes

Ökosystem Regenwald

Der immergrüne, geschlossene, tropische Regenwald wächst in Zentralafrika v. a. beiderseits des Äquators im Kongobecken und auf den Randschwellen ab 1600–1800 mm Jahresniederschlag bei ganzjährig hohen Temperaturen (kein Frost, Monatsmitteltemperatur stets über 18°C, Af Regenwaldklima nach W. Köppen). Diese Wälder existieren in den äquatorialen Tiefländern, da dort das Klima aufgrund der globalen Strahlungs- und Zirkulationsmechanismen der Erde immer warm und feucht ist. Häufig wird diese grundlegende Tatsache im Kontext mit der allgemeinen Klima- und Global Change-Diskussion invers interpretiert, nämlich in dem Sinne, dass sich der „Regenwald sein Klima selbst macht“. Diese unzulässige Vermischung der Skalenebenen von globalem, regionalem und lokalem Klima erzeugt leider oft populistische und nicht zutreffende unwissenschaftliche Gemeinplätze. Sicher führen anthropogene Eingriffe in das Ökosystem Regenwald – wie großflächige Rodungen – zu einem veränderten Mikro- und Lokalklima. Ein durch Vegetationsveränderungen modifizierter Strahlungshaushalt (Albedo) über ausgedehnten Flächen kann sich auch auf die thermischen und hygri-schen Eigenschaften und den Wasserkreislauf (Oberflächenabfluss) einer Region auswirken. Die traditionell betriebene Brandrodung beeinflusst den Gehalt des Treibhausgases CO₂ in der Atmosphäre. Ein anderes Problem im Kontext mit der Regenwalddegradation ist ferner der Verlust von Biodiversität, der Verarmung von Ökosystemen an tierischen und pflanzlichen Arten. Dennoch, gültig ist, der Regenwald wächst am Äquator, weil das Klima tropisch-feucht ist – und nicht umgekehrt!

Regenwald-Savannen-Grenze

Die räumliche Lage der Regenwald-Savannen-Grenze wird unter natürlichen Verhältnissen durch den klimatischen Übergang von ständig feuchten zu wechselfeuchten, semihumiden Bedingungen bestimmt. Mit Blick auf gegenwärtige und auch auf pleistozäne bis holozäne Klimaveränderungen in Zentralafrika kann festgestellt werden, dass diese geoökologischen Übergangszonen stark sensitiv

sind und somit direkt auf klimatisch induzierte Umweltveränderungen mit einer Flächenveränderung reagieren. Multitemporale Luftbild- und Landsat-TM-Auswertungen von 1955–1990 aus dem Nordkongo zeigten sogar eine leicht rückläufige Entwicklung der Savannen bei gleichzeitiger Ausdehnung des Regenwaldes um 3,6 %. Hauptursache für diesen Trend ist im Jahresverlauf ausreichend hoher Niederschlag, ein deutlicher Rückgang bei der Zahl und Häufigkeit von Buschfeuern und negative Migrationsprozesse der Landbevölkerung im Zusammenhang mit der Wirtschaftskrise und kriegerischen Konflikten in Zentralafrika (RUNGE/NEUMER 2000).

Für die Regenwaldregionen Zentralafrikas ist kennzeichnend, dass im Gegensatz zu den durch Buschfeuer, Holzeinschlag und Landwirtschaft stark dezimierten Urwäldern Südamerikas und Südasiens die Mehrzahl der zentralafrikanischen Wälder durch ihre schwere Zugänglichkeit und die ausgeprägte kontinentale Binnenlage noch weitgehend intakt sind (vgl. Abb. 17.2). Allerdings nimmt auch hier durch kriegerische Konflikte und Flüchtlingsströme, z. B. im Gebiet der Großen Seen (Ruanda, Burundi), sowie durch das Auftreten neuer, sehr viel Holz benötigender Akteure wie China der Druck auf die Ressource Regenwald zu.

Periode	Angola	Burundi	DR Kongo	Gabun	Kamerun	Kongo	Ruanda	ZAR
2000–2005	–8,6	+2,2	–0,7	–0,2	–5,7	+1,2	+7,1	–0,3
1995–2000	+38,2	–8,6	+11,4	+15,4	+9,2	+7,4	+2,3	–11,2

Abb. 17.2: Veränderung der Waldfläche (in %; Zuwachs +, Rückgang –) in ausgewählten Ländern Zentralafrikas von 1995–2000 und 2000–2005 (nach FAO, State of the World’s Forests, www.fao.org; ZAR = Zentralafrikanische Republik); es fällt auf, dass kein einheitlicher Trend beim Rückgang bzw. beim Zuwachs der Regenwaldflächen zu erkennen ist



Abb. 17.3: Holzlagerplatz mit tropischen Rundhölzern beim Sägewerk SCAD (Société Centrafricaine de Déroulage) bei Ndolobo im Südwesten der Zentralafrikanischen Republik; forstwirtschaftlich von Interesse sind v. a. hochwertige Hart- bzw. Rothölzer der Handelsarten Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) und Sipo (*Entandrophragma utile*) (Foto: J. RUNGE, März 2002)

Der Regenwald als hoch sensitives Ökosystem

Ökologische Stabilitätsthese

Bis in die 1960er-Jahre herrschte die Auffassung vor, der äquatoriale Regenwald Afrikas sei eines der stabilsten Ökosysteme der Erde. Große biologische Diversität bei Pflanzen und Tieren und die hohe Biomasseproduktion der tropischen Gebiete legten den Schluss nahe, dass sich diese Lebensformen über geologische Zeiträume hinweg unter gleichbleibenden Umweltbedingungen entwickelt und bis in die Gegenwart überdauert haben mussten. Drastische Klimateinschnitte wie Eiszeiten galten hauptsächlich als Phänomen der Außertropen und spielten für die Umwelt- und Klimaverhältnisse in den immerfeuchten Äquatorialgebieten scheinbar nur eine untergeordnete Rolle. Vermutet wurden aufgrund von morphologischen Indikatoren glazialzeitlich höhere Niederschläge in den heute ariden Gebieten und eine lokale Einengung der äquatorialen Feuchtwaldgebiete. Zu einer stärkeren Verdrängung oder gar Auflösung der feuchttropischen Wälder kam es demnach aber nie.

Gegenbefunde

In den vergangenen 30 Jahren zeigten zahlreiche isopenchemische Altersdatierungen (^{14}C) und pollenanalytische Untersuchungen aus den feuchten Tropen, dass offensichtlich auch der tropische Regenwald glazialzeitlich von ausgeprägten Klimazäsuren und somit von natürlichen Vegetationsveränderungen betroffen war. Die ungestörte erdgeschichtliche Kontinuität dieser Vegetationsform reduziert sich nun vermutlich auf kürzere Abschnitte des Holozäns (RUNGE 2001).

Fossile Uferterrassen ehemals höherer Seespiegel in den ariden Gebieten Afrikas wurden nach der „Pluvialzeiten-Theorie“ als den Eiszeiten entsprechende feuchtere Abschnitte gedeutet. Nach dieser These hatte die glazialzeitlich bedingte Abkühlung auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre höhere Niederschläge in den Subtropen und Tropen zur Folge, die möglicherweise auch eine Ausdehnung der äquatorialen Regenwälder verursacht hat. Jedoch führte der verstärkte Einsatz isopenchemischer Datierungsmethoden an den morphologischen Indizien dazu, dass die Theorie der Pluviale zunehmend in den Hintergrund trat. Es wurde deutlich, dass die ursprünglich als Zeiten größerer Feuchtigkeit bewerteten Pluviale offensichtlich mit den wärmeren Interglazialen korrelierten. Das Letzte Glaziale Maximum (LGM) um 20.000 yrs BP (Jahre vor heute) erzeugte in den niederen Breiten demnach genau das Gegenteil: eine tief greifende klimatische Aridität (vgl. THOMAS 1994). Die hochglazialzeitlichen Dünengürtel des „Ogolien“ (ca. 18.000 yrs BP) am Südrand der Sahara im Sahel sind eindrucksvolle morphologische Zeugen für diese Aridität und die seinerzeit verstärkte Ausdehnung der Sahara nach Süden.

Vorzeitliche Klimaschwankungen

Auch in den Regenwaldgebieten Zentralafrikas wurden Indizien gewonnen, die auf einschneidende vorzeitliche Klimaschwankungen hindeuten. Im Gebiet der Forschungsstation Yangambi, westlich von Kisangani, machte DE HEINZELIN (1952) zahlreiche geomorphologisch-bodenkundliche Beobachtungen (Flussterrassen, äolische Sande, Spuren intensiver Materialumlagerungen), die darauf hindeuteten, dass es auch im Kongobecken im Quartär keine dauerhaft stabilen Klimaverhältnisse gegeben hat.

Im westlichen Kongobecken, im Malebo-Pool bei Kinshasa, wurde Mitte der 1960er-Jahre eine klimatisch interpretierbare Sedimentstratigraphie für

das Spätquartär Zentralafrikas abgeleitet (DE PLOEY 1965). Die zeitlichen Einheiten gliedern sich in das „Maluekien“, das um 42.000 yrs BP mit einer intensiven Abtragungsphase beginnt. Nachfolgend bis etwa 37.000 yrs BP werden in größerer Mächtigkeit Sande abgelagert. Eine größere Saisonalität des Klimas und eine jahreszeitlich stark schwankende Wasserführung des Kongo sind unter einer offeneren und lichterem Vegetationsdecke anzunehmen. Im „Ndjilien“ ab etwa 36.700 yrs BP erfolgt die Podsolierung der abgelagerten Sande (SCHWARTZ 1988). Feuchtwarme (bis kühle?) Klimabedingungen und eine dichte Pflanzendecke bei hohem Wasserstand charakterisieren diese Klimaperiode. Erneute starke Erosion (Flächenzerschneidung) erfolgt im „Léopoldvillien“ zwischen 25.000–20.000 yrs BP mit nachfolgender Aufschüttung von Mittelsanden. Pollenanalysen deuten auf trockenere und deutlich kühlere klimatische Rahmenbedingungen hin. Der Übergang zum „Kibangien“ um 18.000–16.000 yrs BP ist undeutlich und wird durch Feinsedimentation langsam fließender, mäandrierender Flüsse mit der Tendenz zur Lateralerosion geprägt. Die klimatischen Rahmenbedingungen sind wieder wärmer und feuchter. Verstärkte Abtragung an den Hängen verursacht zeitweise kürzere Aufschüttungsphasen in den Flüssen. Sedimentation von feinkörnigen Deckschichten erfolgt bis 16.000 yrs BP und erneut

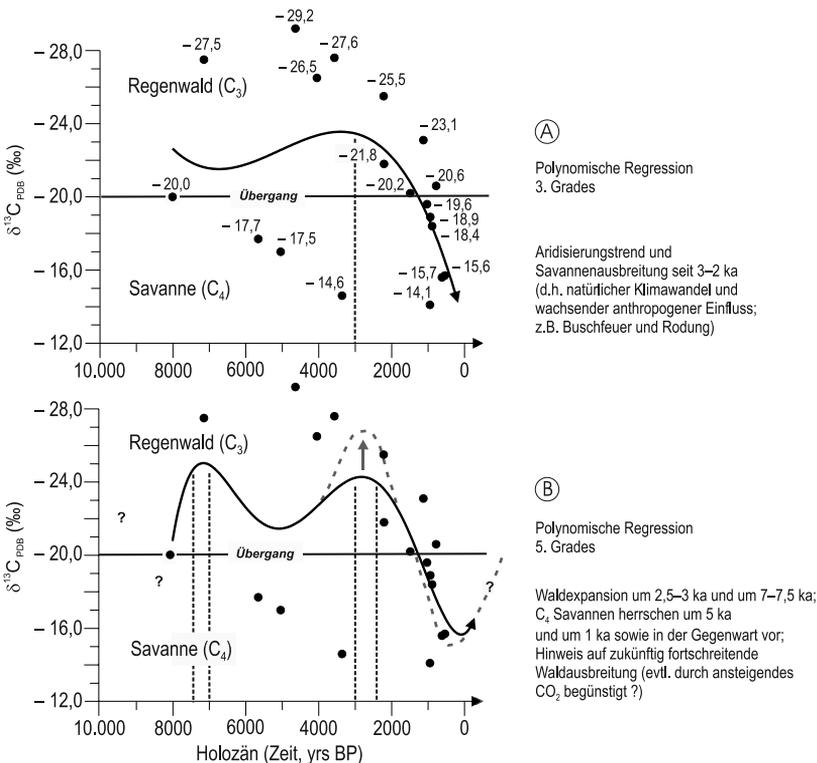


Abb. 17.4: Holozäne Landschaftsdynamik zwischen Regenwald und Savanne auf dem Mbomou-Plateau (Zentralafrikanische Republik) mit maximaler Waldausdehnung um 3000 yrs BP und um 7000 yrs BP nach $\delta^{13}\text{C}$ -Werten und ^{14}C -Datierungen in Jahren vor heute (10 ka = 10.000 Jahre vor heute bzw. BP; Entwurf: J. RUNGE)

auch kurz vor Beginn des Holozäns. Die präholozäne Deckschichtenakkumulation wird als wiederholte Auflichtung der Vegetationsdecke mit einsetzenden denudativen Abtragungs- und Umlagerungsprozessen interpretiert. Eine jüngste Phase morphodynamischer Aktivität um 1900 yrs BP mit Erosionsvorgängen ist in Verbindung mit dem wachsenden Einfluss menschlicher Kulturen (Rodung) vorstellbar.

Aufgrund umfassender geomorphologisch-sedimentologischer Studien im östlichen Kongobecken kann angenommen werden, dass der Regenwald aufgrund einer starken Niederschlagsregression von bis auf nur 1200 mm jährlich im Hochglazial und bis kurz vor das Holozän wegen zu trockener Klimabedingungen großräumig durch Savannen verdrängt war (RUNGE 2001).

*Holozäne
Landschaftsdynamik*

Untersuchungen an alluvialen Sedimenten und von stabilen Kohlenstoffisotopen ($\delta^{13}\text{C}$) auf der Nordäquatorialschwelle (Mbomou-Plateau, RUNGE 2002) belegen regelhafte Klima- und Vegetationsschwankungen an der Regenwald-Savannen-Grenze während des Holozäns. Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und ^{14}C -Datierungen in fossilen Bodenhorizonten sprechen für eine Vorherrschaft des Waldes um 7000–7500 yrs BP und um 2500–3000 yrs BP. Trockenerer Landschaftsmuster mit Savannen wurden für 5000 yrs BP und 1000 yrs BP bis in die Gegenwart nachgewiesen (vgl. Abb. 17.4). Die feuchteren und trockeneren Klimaphasen im Studiengebiet auf der Nordäquatorialschwelle stimmen teilweise mit hohen bzw. tiefen Seespiegeln des Tschadsees überein. Andere palynologische (pollenanalytische) Befunde aus benachbarten Gebieten unterstreichen eine größere Allgemeingültigkeit dieser Befunde, besonders für den Zeitraum seit 3000 yrs BP.

Stabile Kohlenstoffisotope als Schlüsselfaktor zur Umweltgeschichte tropischer Ökosysteme

Für die Rekonstruktion der subrezentzen Vegetationsverhältnisse konzentrierte man sich auf fossile Humushorizonte und Kohlenstoffspuren in den Alluvionen von Flüssen. Durch den $\delta^{13}\text{C}$ -Wert kann die organische Substanz der initialen photosynthetischen Bindung durch C_3 -Pflanzen oder durch C_4 -Pflanzen zugeordnet werden. Diese Methode nutzt die Tatsache, dass bei der Photosynthese der autotrophen Pflanzen verschiedene Wege der CO_2 -Fixierung existieren. C_3 -Pflanzen, hierzu gehören die meisten Bäume, bauen CO_2 initial über den „Calvin-Benson-Zyklus“ in die Zelle ein. C_4 -Pflanzen, hierzu zählen viele Gräser in den afrikanischen Savannen, unterscheiden sich von den C_3 -Pflanzen insofern, dass als erstes Fixierungsprodukt aus der Kohlendioxidaufnahme ein Körper mit vier und nicht mit drei Kohlenstoffatomen gebildet wird („Hatch-Slack-Kortschak-Weg“).

Für die Paläoumweltforschung hat die Unterscheidung in C_3 - und C_4 -Pflanzen eine große Bedeutung, da diese Pflanzengruppen die natürlich in der Atmosphäre vorkommenden Kohlenstoffisotope ^{12}C und ^{13}C bei der Aufnahme von CO_2 ungleich behandeln. Das in geringerer Menge vorhandene ^{13}C ($^{13}\text{CO}_2$ (1,11 %) wird bei der Aufnahme zur Photosynthese gegenüber $^{12}\text{CO}_2$ (98,89 %) von C_3 -Pflanzen diskriminiert. Die differenzierten Formen der CO_2 -Fixierung von C_3 - und C_4 -Pflanzen führen in der Biomassebilanz zu einem relativ höheren Anteil des Kohlenstoffs ^{13}C in C_4 -Pflanzen. Gräser und der durch Gräser gebildete rezente wie auch der fossile Humus des Bodens sind der Masse nach geringfügig „schwerer“ als der Kohlenstoff, der durch C_3 -Pflanzen fixiert wurde. Die Bestimmung des $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnisses erfolgt massenspektrometrisch und wird als $\delta^{13}\text{C}$ -Wert (negativer Wert in ‰) angegeben.

Aus der organischen Substanz eines Bodens kann somit über den $\delta^{13}\text{C}$ -Wert nachvollzogen werden, aus welcher primären Vegetationsgesellschaft („Savanne“: überwiegend C_4 oder „Wald“: mehrheitlich C_3) das organische Material durch Photosynthese erzeugt wurde.

Anthropogener Einfluss auf den Regenwald in der Zentralafrikanischen Republik (ZAR)

Die Nutzung von Tropenholz war und ist eine der wichtigsten wirtschaftlichen Einnahmequellen für die Zentralafrikanische Republik. Kommerzielle Holzexporteure haben ihre ausgedehnten Konzessionen im Südwesten der Hauptstadt Bangui in den Regionen Lobayé und Sangha (Dreiländereck Kamerun, Kongo und DR Kongo). In den 1980er-Jahren gab es neben zehn privaten Firmen auch noch einige staatliche Forstbetriebe, die mit Unterstützung von Rumänien, Jugoslawien und Libyen die Ausbeutung des Tropenwaldes vorantrieben. Seit den 1990er-Jahren beherrschen private syrische, libanesische und französische Forstunternehmen den Forstsektor (s. Abb. 17.3).

Forstwirtschaftliche Nutzung

Etwa 95 % der eingeschlagenen Baumarten sind Hart- bzw. Rothölzer. Es dominieren die Arten Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) und Sipo (*Entandrophragma utile*). Bei den Weißhölzern ist es mit drei Prozent Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) und zwei Prozent entfallen auf alle anderen Baumarten.

Über 80 % des gewonnenen Holzes wird als Rundholz (Stämme) per Lkw oder Schiff zu Häfen am Atlantik transportiert. Wegen des Kongo-Konfliktes und der Sicherheitslage  die der völlig unzureichenden Unterhaltung der Fahrinne des Ubangui, hat der Flusstransport von der Hauptstadt Bangui an Bedeutung verloren. Der Holztransport konzentriert sich jetzt auf den Lastkraftverkehr (3–4 Stämme je Fahrzeug), die den Landweg über Berbérati nach Bertoua zum Seehafen Douala in Kamerun nehmen. Schnittholz (Bretter) von Ayous wird fast ausschließlich für den inländischen, lokalen Gebrauch (Bauholz) nach Bangui und in geringerer Menge auch in die Savannenregionen von Nordkamerun transportiert.

1981 produzierte die ZAR 350.000 m^3 Tropenholz; 2002 betrug der Einschlag bereits 623.700 m^3 . Die wirklichen Einschlagzahlen dürften zeitweise noch höher gelegen haben, da davon ausgegangen werden kann, dass nicht jeder Holzexport ordnungsgemäß gemeldet wurde. Dennoch hat sich der Rückgang der Waldfläche in der ZAR zwischen 2000 und 2005 deutlich verlangsamt (vgl. Abb. 17.2). Aufgrund der momentanen Finanz- und Wirtschaftskrise (2008/2009) sind die Holzproduktion und der Absatz von Tropenholz aufgrund der eingebrochenen internationalen Nachfrage stark zurückgegangen.

Die Nutzung von so genannten Nichtholzprodukten aus dem Regenwald, die im Zuge informeller Sammel- und Jagdtätigkeit durch die lokale Bevölkerung erfolgt, ist örtlich ein wachsendes Problem. Die regelmäßige Jagd auf kleine Waldtiere (*Bushmeat*) wie Affen, Gürteltiere, Warane, Schlangen,

Anthropogene Degradation

Abb. 17.5: Vergleichsweise unbedeutender anthropogener Einfluss auf den Regenwald in Zentralafrika: das semi-permanente Gehöft einer Pygmäen-Familie auf einer Rodungsinsel im östlichen Kongobecken (Foto: J. RUNGE 1992)



Maden, Insekten etc. und das Einsammeln von Lianen (z.B. Koko, *Gnetum africanum*), die bei den autochthonen Pygmäen (s. Abb. 17.5) und auch bei der Stadtbevölkerung gerne als spinatähnliches Gemüse verzehrt werden, führen langfristig zu einer Degradation des Ökosystems Regenwald (KOKO/RUNGE 2004). Ein weiteres Problem ist der informelle Gold- und Diamantenbergbau in der Region, der durch Grab- und Schürftätigkeit entlang der Flüsse den Wald beeinträchtigt. Die Anlage ausgedehnter Forstpisten und der regelmäßige Lkw-Verkehr fördern gleichfalls die Fragmentierung und Erschließung vormals wenig vom Menschen berührter Waldgebiete.

In der ZAR ist man sich inzwischen über die Notwendigkeit einer nachhaltigen Tropenwaldbewirtschaftung bewusst. Seitens des mit EU-Mitteln geförderten ECOFAC-Projektes (ECOSystèmes Forestiers d’Afrique Centrale, www.ecofac.org) wird seit 1993 versucht, Wege einer stärker ökologisch und nachhaltig orientierten Waldwirtschaft zu beschreiten. ECOFAC wird ferner als Kontrollinstanz für die kommerziellen Holzexporteure (z.B. IFB, Industries Forestières de Batamilo) eingesetzt, um sicherzustellen, dass die gesetzlichen Auflagen eingehalten werden.

Pleistozäne (natürliche) Umweltveränderungen versus Global-Change-Perspektiven in Zentralafrika

Steuerungsfaktor
Klima

Nach einer großräumig klimagesteuerten hochglazialzeitlichen Waldregression in Zentralafrika zwischen 20.000–15.000 yrs BP (LGM) kommt es von 12.000–3500 yrs BP (BOULVERT 1996) unter erneut humideren Klimabedingungen zur Wiederbesiedlung Zentralafrikas mit Regenwald. Unterbrochen durch kürzere Klimaschwankungen im Holozän über eine Dauer von rund 2000–3000 Jahren wechselt die vorherrschende Vegetationszusammensetzung zwischen Wald und Savanne von Savanne zu Wald. Im Holozän und bis in die Gegenwart hinein zeigt das Landschaftsbild insbesondere an den Übergängen von Regenwald zu Savanne ein hoch dynamisches Vegetati-

onsmosaik aus C₃- und C₄-Pflanzen (vgl. Abb. 17.4). Geschlossene Wälder dominierten vermutlich im frühen Holozän und zwischen 2500–3500 yrs BP (letztes Waldmaximum). Trockenere Zeitabschnitte mit Savannen, durchsetzt von kleineren Regenwaldinseln und Galeriewäldern, prägten das Landschaftsbild gegen 5000 yrs BP und von 1000 yrs BP bis heute. In den letzten Jahrzehnten ist stellenweise wieder eine Tendenz zur neuerlichen Waldexpansion festzustellen.

Neben den auffälligen Parallelen in der Klima- und Vegetationsentwicklung auf der Nordäquatorialschwelle (Mbomou) mit den Seespiegelschwankungen des Tschadsees bestehen mit Blick auf die gegenwärtige Global Change-Diskussion ggf. auch Zusammenhänge mit dem Gehalt atmosphärischen Kohlendioxids für die Biomasseproduktion durch Photosynthese bei C₃-(Wald-) und C₄-(Savannen-)Pflanzen. Während des Letzten Glazialen Maximums (LGM) dominierten in ausgedehnten Gebieten Zentralafrikas unter semihumiden bis semiariden Klimabedingungen C₄-Grassavannen. Die glazialzeitliche Erdatmosphäre enthielt nur 160–200 ppm CO₂ (POLLEY et al. 1993). Im Zuge der spätpleistozänen und holozänen globalen Erwärmung seit 15.000 yrs BP stiegen die Jahresmitteltemperaturen um im Mittel ca. 4,5°C an, in deren Folge die polaren Eismassen abschmolzen. Großräumig setzten durch das wieder wärmere und feuchtere Klima Vegetationsveränderungen ein. Mit nur kurzen Unterbrechungen erhöhte sich zeitgleich – bis heute fortdauernd – der Gehalt des Treibhausgases CO₂ in der Atmosphäre. Seit 1750–1800 stieg der CO₂-Gehalt signifikant von dem vorindustriellen Niveau bei etwa 280 ppm auf das heutige Niveau von 350–360 ppm an (vgl. WIGLEY 1992).

C₃- und C₄-Pflanzen reagieren bei der Photosynthese unterschiedlich auf höhere und niedrigere CO₂-Konzentrationen. ROBINSON (1994) zeigt, dass bei C₄-Gräsern die maximale Netto-Photosynthese bei 180 ppm erreicht wird. Dieser Wert entspricht den Verhältnissen während des LGM. Bei weiter ansteigenden CO₂-Konzentrationen bleiben die Netto-Photosyntheseraten der C₄-Gräser konstant. Bei C₃-Pflanzen, wie den Bäumen, erfolgt bei CO₂-Gehalten von unter 200 ppm eine photosynthetische Stressreaktion verbunden mit reduzierter Biomasseproduktion. Liegt die Kohlendioxidkonzentration unter 60 ppm, tendiert die Netto-Photosynthese der C₃-Pflanzen gegen Null; C₄-Pflanzen hingegen sind noch weiter photosynthetisch aktiv (ROBINSON 1994). Bei höheren und stetig zunehmenden CO₂-Konzentrationen reagieren C₃-Waldpflanzen proportional mit einer gesteigerten Wasseraufnahme und Biomasseproduktion. POLLEY et al. (1993) zeigen experimentell einen direkten, linearen Zusammenhang zwischen erhöhter Netto-Photosynthese von C₃-Pflanzen und erhöhtem CO₂-Gehalt der Atmosphäre.

Seit etwa 100–150 Jahren profitieren die C₃-Pflanzen von diesem anthropogen initiierten „Düngeeffekt“ durch erhöhte CO₂-Gehalte. Ab einer CO₂-Konzentration von 330 ppm nimmt die Effektivität der Photosynthese von C₃-Waldpflanzen gegenüber C₄-Graspflanzen noch deutlicher zu (ROBINSON 1994). Dieser „Grenzwert“ von 330 ppm CO₂ wurde erst in historischer Zeit, seit etwa 1970, überschritten und begünstigt vermutlich seither die Entwicklung von Pflanzen, die nach dem C₃-Prinzip assimilieren. Für die untersuchten Regionen am Regenwald-Savannen-Kontakt könnte dies bedeuten, dass die Ursachen für die beobachtete rezente Waldexpansion ne-

*Steuerungsfaktor
Kohlendioxid*

ben den hygrischen (genügend hohe Jahresniederschläge von über 1500 mm) und den anthropogenen Gründen (Rückgang der Buschfeuer und negative Migrationsprozesse im ländlichen Raum) auch in der erhöhten und weiter zunehmenden CO₂-Anreicherung der Atmosphäre und dem erwähnten „Düngeeffekt“ zu suchen sind.

Offene Fragen

Ob sich diese bislang in Übereinstimmung mit POLLEY et al. (1993) erkannte Ausbreitung der randtropischen Wälder kontinuierlich fortsetzt oder künftig in ein deterministisches Chaos mit nichtlinearer Dynamik umschlägt, bleibt eine offene Frage. Ebenso sind die zukünftigen Wechselwirkungen zwischen Global Change-Prozessen und den Effekten des anthropogenen Einflusses auf die Ökosysteme in den niederen Breiten insgesamt noch wenig verstanden.

Literaturverzeichnis

- ARCHIBALD, S., W.J. BOND, W.D. STOCK, H.D.K. FAIRBANKS (2005): Shaping the landscape: fire-grazer interactions in an African savanna. – *Ecological Applications* 15 (1), S. 96–109.
- AUERBACH, R.M.B. (1997): People and South African integrated catchment management. – Report no 684/1/97, Water Research Commission, Pretoria.
- AUERBACH, R.M.B. (1999): Design for participation in ecologically sound management of South Africa's Mlazi River catchment. PhD thesis, Wageningen Agricultural University.
- AUERBACH, R.M.B. (Hrsg.) (2005): Rainwater harvesting, organic farming and Landcare: A vision for uprooting rural poverty in South Africa. Rainman Landcare Foundation, Durban.
- BÄHR, J., U. JÜRGENS (2005): Regionale Stadtgeographie. Westermann, Braunschweig.
- BAKER, K.M. (2000): Indigenous land management in West Africa. Oxford.
- BAYOH, M.N., S.W. LINDSAY (2004): Temperature-related duration of aquatic stages of the afrotropical malaria-vector mosquito *Anopheles gambiae* in the laboratory. – *Medical and Veterinary Entomology* 18 (2), S. 174–179.
- BCEOM-SOGREAH-SOMEAH (2007): Etude de l'aménagement et du drainage du casier d'Anosibe. Juin 2007.
- BECKER, E., T. JAHN (2006) (Hrsg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt a. M.
- BEERLING, D.J., C.P. OSBORNE (2006): The origin of the savanna biome. – *Global Change Biology* 12, S. 2023–2031.
- BEHNKE JR., R.H. (1999): Stock movement and range management in a Himba community in north-western Namibia. – Niamir-Fuller, M. (Hrsg.): Managing mobility in African rangelands: The legitimization of transhumance. *Intermediate Technology/FAO*, S. 184–216.
- BESLER, H. (1972): Klimaverhältnisse und klimageomorphologische Zonierung der Zentralen Namibia (Südwestafrika). Geographisches Institut der Universität Stuttgart, Stuttgart.
- BIRD, M.I., J.A. CALI (1998): A million-year record of fire in sub-Saharan Africa. – *Nature* 394, S. 767–769.
- BIRLEY, M.H., K. LOCK (1999): The Health Impacts of Peri-urban Natural Resource Development. Cromwell Press, Trowbridge.
- BLECHSCHMIDT, G., K.H. PÖRTGE (1994): Der Brandberg im Damaraland und seine Umgebung. Geowissenschaftliche und siedlungsgeschichtliche Merkmale. (= Frankfurter Wirtschafts- und Sozialgeographische Schriften 66), S. 123–144.
- BMZ (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG) (2002): Entwicklungspolitik als Baustein globaler Struktur- und Friedenspolitik. Publikationsnummer: 042. Auszüge aus dem 11. Bericht der Bundesregierung zur Neuausrichtung deutscher Entwicklungspolitik. Bonn.
- BMZ (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG) (2007): Aktionsplan zur Umsetzung der HIV/AIDS-Bekämpfungsstrategie der Bundesregierung. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. [Online – verfügbar unter: www.bmz.de/de/service/infothek/buerger/themen/HIVB_Reg.pdf].
- BOLLIG, M. (2002): Produktion und Austausch, Grundlagen der pastoralnomadischen Ökonomie Nordwest-Namibias. – Bollig, M., E. Brunotte, T. Becker (Hrsg.): Interdisziplinäre Perspektiven zu Kultur- und Landschaftswandel im ariden und semiariden Nordwest Namibia. (= Kölner Geographische Arbeiten 77), Köln, S. 189–206.
- BOLLIG, M. (2006): Risk Management in a Hazardous Environment. A Comparative Study of two Pastoral Societies. New York.
- BOLLIG, M., A. SCHULTE (1999): Environmental Change and Pastoral Perceptions: Degradation and Indigenous Knowledge in Two African Pastoral Communities. – *Human Ecology* 27 (3), S. 493–514.
- BOND, W.J., J.E. KEELEY (2005): Fire as a global herbivore: the ecology and evolution of flammable ecosystems. – *Trends in Ecology and Evolution* 20 (7), S. 387–394.
- BOND, W.J., D. LOFFELL (2001): Introduction of giraffe changes acacia distribution in a South African savanna. – *African Journal of Ecology* 39, S. 286–294.
- BOND, W.J., G.F. MIDGLEY, F.I. WOODWARD (2003):

- The importance of low atmospheric CO₂ and fire in promoting the spread of grasslands and savannas. – *Global Change Biology* 9, S. 973–982.
- BOTHA, J.J., L. VAN RENSBURG, J.J. ANDERSON et al. (2005): In-field approaches to RAINWATER harvesting in drier AREAS. – Auerbach, R.M.B. (Hrsg.): *Rainwater Harvesting, organic farming and Landcare: A vision for uprooting rural poverty in South Africa*. Rainman Landcare Foundation, Durban, S. 50ff.
- BOULVERT, Y. (1996): Etude géomorphologique de la République Centrafricaine. Carte à 1:1.000.000 en deux feuilles Ouest et Est. – ORSTOM, notice explicative 110, S. 1–258.
- BPB (2004): *Unser Bild von Afrika*. Bonn.
- BRAIN, C.K., A. SILLEN (1988): Evidence from the Swartkrans cave for the earliest use of fire. – *Nature* 336, S. 464–466.
- BREUER, T. (2008): Iberische Halbinsel. (= WBG-Länderkunden), Darmstadt.
- BROCHMANN, C., Ø.H. RUSTAN, W. LOBIN, N. KILIAN (1997): The endemic vascular plants of the Cape Verde Islands, W. Africa. – *Sommerfeltia* 24, S. 1–356.
- BRUNOTTE, E., H. SANDER (2000): Bodenerosion in lössartigen Sedimenten Nordnamibias (Becken von Opuwo) hervorgerufen durch Gullybildung und Mikropedimentation. – *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Suppl.*-Bd. 44 (2), S. 249–269.
- BRYANT, R.L., S. BAILEY (1997): *Third world political ecology*. London.
- BUCH, M.W., D. ROSE, L. ZÖLLER (1992): A TL-calibrated pedostratigraphy of the western lunette dunes of Etosha Pan/northern Namibia: Palaeoenvironmental implications for the last 140 ka. – *Palaeoecology of Africa* 23, S. 129–147.
- BURKE, A. (2004): *Pflanzenführer für die zentrale Namib*. Windhoek.
- CAHOON, D.R., B.J. STOCKS, J.S. LEVINE et al. (1992): Seasonal distribution of African savanna fires. – *Nature* 359, S. 812–815.
- CHAMBERS, R. (1989). Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy. – *IDS Bulletin* 20 (2), S. 7.
- CIA (CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY) (Hrsg.) (2008): *The World 2008 Factbook*. Dulles.
- CLARKE, R., J. KING (2004): *The Water Atlas: A Unique Visual Analysis of the World's Most Critical Resource*. New York/London.
- CLAUSSEN, M., W. CRAMER (2001): Change of the Global Vegetation. – Lozán, J.L., H. Graßl, P. Hupfer (Hrsg.): *Climate of the 21st Century: Changes and Risks*. Hamburg, S. 262–265.
- CONERT, H.J. (1987): Über den Einfluss des Menschen auf die Flora der Kapverdischen Inseln. – Lobin, W. (Hrsg.): *Beitrag zur Fauna und Flora der Kapverdischen Inseln*. Bd. 6, Frankfurt, S. 119–126.
- CORREIA, E. (1996): Contribuições para o conhecimento do clima de Cabo Verde. – *Garcia de Orta, Série de Geografia* 15 (2), S. 81–107.
- CUBASCH, U., D. KASANG (2001): *Extremes and Climate Change*. – Lozán, J.L., H. Graßl, P. Hupfer (Hrsg.): *Climate of the 21st Century: Changes and Risks*. Hamburg, S. 256–261.
- CUNHA, F.R. (1964): O Problema da Captação da Água do Nevoeiro em Cabo Verde. – *Garcia de Orta* 12 (4), S. 719–756.
- DAI, A., K.E. TRENBERTH, T.R. KARL (1998): Global Variations in Droughts and Wet Spells: 1900–1995. – *Geophysical Research Letters* 25 (17), S. 3367–3370.
- DELAITE, B., P. LINDSKOG (1996): *Degrading Land: An Environmental History Perspective of the Cape Verde Islands*. – *Environment and History* 2, S. 271–290.
- DOEVENSPECK, M. (2007): Lake Kivus methane gas: natural risk, or source of energy and political security? – *africa spectrum* 42 (1), S. 95–110.
- DONGUS, S. (2001): *Urban Vegetable Production in Dar es Salaam (Tanzania) – GIS-supported Analysis of Spatial Changes from 1992 to 1999*. – Drescher, A.W., R. Mäckel (Hrsg.): *Use of Resource Niches in African Ecosystems – New Research Results from Tanzania, the Chad and Namibia*. APT-Berichte 12, Juli 2001, Freiburg, S. 100–144.
- DRESCHER, A.W. (1998): *Hausgärten in Afrikanischen Räumen – Bewirtschaftung nachhaltiger Produktionssysteme und Strategien der Ernährungssicherung in Zambia und Zimbabwe*. – *Sozioökonomische Prozesse in Asien und Afrika*, 4. Centaurus, Pfaffenweiler.
- DRESCHER, A.W. (2000): *Verstädterung und Ernährungssicherung im Südlichen Afrika – eine neue Herausforderung für Entwicklungsstrategien*. – Bähr, J., U. Jürgens (Hrsg.): *Transformationsprozesse im Südlichen Afrika – Konsequenzen für Gesellschaft und Natur*. (= *Kieler Geographische Schriften* 104), Kiel, S. 99–114.
- DRESCHER, A.W. (2001): *The German Allotment Gardens – a Model for Poverty Alleviation and Food Security in Southern African Cities? Proceedings of the Sub-Regional Expert Meeting on Urban Horticulture, Stellenbosch, South Africa, January 15–19, 2001*, FAO/University of Stellenbosch, S. 159–167. [Online – verfügbar unter: <http://www.cityfarmer.org/germanAllot.html>].
- DRESCHER, A.W. (2007): *Hunger, Mangelernährung und Ernährungssicherung im Kontext globaler Entwicklungen*. – Böhn, R., E. Rothfuß (Hrsg.): *Hand-*

- buch des Geographieunterrichts. Bd. 8/I, Entwicklungsländer I, S. 138–149.
- DRESCHER, A.W., R. GLASER, H. DICKOW, S. LALA RAKOTOSON, S. GLASER, J. SCHÖNBEIN, M. LECHNER, R. KAUFMANN (2008): Soutien à la prévention des catastrophes à Madagascar au niveau local, urbain et national. Étude scientifique / d'ingénierie de base approfondie (analyse des risques) sur les risques d'inondation dans la capitale Antananarivo. Unveröffentlichter Projektabschlussbericht, GTZ.
- E+Z (2008): Welternährung: Schwache Abschlusserklärung der FAO-Konferenz. Nr. 07/08 2008, 49. Jahrgang, Juli/August 2008.
- E+Z (2009): Bodenerosion – eines der größten Umweltprobleme Madagaskars. Nr. 01 2009, 50. Jahrgang, Januar 2009, Tribüne S. 31–33.
- EDWARDS, D. (1984): Fire regimes in the biomes of South Africa. – Booysen, P. de V., N.M. Tainton (Hrsg.): Ecological effects of fire in South African ecosystems. – Ecological Studies 48. Berlin, S. 20–37.
- EICHHORN, B., N. JÜRGENS (2002): Vegetationsgeschichte und Nutzung pflanzlicher Ressourcen im Kaokoland – Stabilität oder Wandel? – (= Kölner Geographische Studien 77), Köln, S. 119–135.
- EITEL, B. (1994): Paläoklimaforschung: Pedogener Palygroskit als Leitmineral? – Die Erde 125, S. 171–179.
- EITEL, B. (1999): Der Uiab-Lehm: Relikt feuchttropischer Tertiärklimate in der nördlichen Namib (Skelettküstenwüste/Namibia). – Die Erde 130, S. 17–27.
- EITEL, B. (2007): Wüstenrandgebiete in Zeiten Globalen Wandels. – Hüser, K., H. Popp (Hrsg.): Ökologie der Tropen. (= Bayreuther Kontaktstudium Geographie 4), S. 143–158.
- EITEL, B., W.D. BLÜMEL, K. HÜSER (2002): Environmental transitions between 22 and 8 ka in monsoonally influenced Namibia: A preliminary chronology. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Suppl.-Bd. 126, S. 31–57.
- EITEL, B., W.D. BLÜMEL, K. HÜSER, B. MAUNZ (2001): Dust and loessic alluvial deposits in northwestern Namibia (Damaraland, Kaokoveld): Sedimentology and palaeoclimatic evidence based on luminescence data. – Quaternary International 76/77, S. 57–65.
- EIU (ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT) (2007): Country Profile Cape Verde 2007. London.
- ELLERY, W.N., M.T. MENTIS (1992): How old are South Africa's grasslands? – Furely, P.A., J. Proctor, J.A. Ratter (Hrsg.): Forest Savanna Boundaries. London, S. 659–682.
- EIKSEN, C. (2007): Why do they burn the bush? Fire, rural livelihoods, and conservation in Zambia. – The Geographical Journal 173 (3), S. 242–256.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2008): Hunger on the rise. Soaring prices add 75 million people to global hunger rolls. Rome, 18 September 2008. FAO Newsroom. [Online – verfügbar unter: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2008/1000923/index.html>].
- FAO-COAG (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-COMMITTEE ON AGRICULTURE) (1999): The „COAG-Paper“. Report of the Committee of Agriculture (COAG), Secretariat to the COAG. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FILLINGER, U., K. KANNADY, G. WILLIAM et al. (2008): A tool box for operational mosquito larval control: preliminary results and early lessons from the Urban Malaria Control Programme in Dar es Salaam, Tanzania. – Malaria Journal 7 (20), doi: 10.1186/1475-2875-7-20.
- FISCHER, D. (2007): Geoökologische Raumgliederung von Fogo (Kapverdische Inseln) – eine GIS- und fernerkundungsgestützte Klassifikation auf der Grundlage multivariater statistischer Verfahren. Unveröffentl. Diplomarbeit, Heidelberg.
- FÖRSTER, T. (2004): Wie fern ist Afrika? Afrikaforschung in der sich globalisierenden Welt. – Regio Basiliensis 45 (2), S. 77–85.
- FREDERIK, L., P. TRENKLE (2007): Topnaar Tour Guide Training Programme. Project proposal by Gobabeb Training and Research Centre & Rössing Foundation. Arandis.
- FREY, W., R. LÖSCH (2004): Lehrbuch der Geobotanik. Heidelberg.
- FUCHS, R., F. LUCETE, P. REITMAIER (2005): Cabo Verde – Kapverdische Inseln. Bielefeld.
- GEBHARDT, H., R. GLASER, U. RADTKE, P. REUBER (Hrsg.) (2006): Geographie – Physische Geographie und Humangeographie. Spektrum, Heidelberg.
- GILLES, H.M. (1993): Epidemiology of malaria. – Gilles, H.M., D.A. Warrell (Hrsg.): Bruce-Chwatt's Essential Malariaology. Edward Arnold, London/Boston/Melbourne/Auckland, S. 124–163.
- GINGELE, F.X. (1996): Holocene climatic optimum in southwest Africa: Evidence from the marine clay mineral record. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 122, S. 77–87.
- GLASER, R., H. GEBHARDT (2006): Einführung: Syndromkomplexe und der Kampf um Ressourcen. – Gebhardt, H., R. Glaser, U. Radtke, P. Reuber (Hrsg.) (2006): Physische Geographie und Humangeographie. Heidelberg, S. 962–966.
- GLAWION, R. (2003): Probleme und Ziele des Wild-

- tiermanagements in Großschutzgebieten im südlichen Afrika – aufgezeigt an Beispielen aus Namibia, Botswana und Sambia. – Schmitt, T. (Hrsg.): Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. (= Bochumer Geographische Schriften, Sonderheft 14), S. 117–131
- GLOBAL REPORT ON HUMAN SETTLEMENTS (2005): Financing Urban Shelter. UN Habitat, Nairobi.
- GOBABEB TRAINING AND RESEARCH CENTRE (2007): Application – Tourism concession in the Namib Naukluft Park for the Gobabeb Training and Research Centre. 17th April 2007.
- GOODCHILD, R. (1971): Kyrene und Apollonia. Zürich.
- GRAEFE, O. (2006): Konflikte um Wasser in Zeiten der Dürre. Folgen der Naturkatastrophe oder Naturalisierung von Politik? Ein empirisches Beispiel aus Südmarokko. – *Geographica Helvetica* 61, S. 41–49.
- GREAT SOCIALIST PEOPLE'S LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA, NATIONAL CORPORATION FOR INFORMATION AND DOCUMENTATION (Hrsg.) (1999): Vital 1999 Statistics.
- GREAT SOCIALIST PEOPLE'S LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA, NATIONAL CORPORATION FOR INFORMATION AND DOCUMENTATION (Hrsg.) (2000): Vital 2000 Statistics.
- GREAT SOCIALIST PEOPLE'S LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA, THE GENERAL AUTHORITY FOR INFORMATION (Hrsg.) (2005): Vital 2005 Statistics.
- GRIST, J.P. (2002): Easterly waves over Africa: The seasonal cycle and contrasts between wet and dry years. – *Monthly Weather Review* 130, S.197–211.
- HALL M. (1984): Man's historical and traditional use of fire in Southern Africa. – Booyesen, P. de V., N.M. Tainton (Hrsg.): Ecological effects of fire in South African ecosystems. *Ecological Studies* 48. Berlin, S. 39–52.
- HAMMER, T. (2001): Politische Ökologie der Desertifikation. – *Geoökologie* 22, S. 79–90.
- HARDOY, J.E., D. MITLIN, D. SATTERTHWAITTE (2001): Environmental problems in an urbanizing world – Finding solutions for cities in Africa, Asia and Latin America. Earthscan, London.
- HARPHAM, T., M. TANNER (Hrsg.) (1995): Urban health in developing countries: progress and prospects. Earthscan, London.
- HAY, S.I., S. RANDOLPH, D. ROGERS et al. (2000): Plasmodium falciparum malaria in Sub-Saharan Africa. – Hay, S.I. et al. (Hrsg.): Remote sensing and geographical information systems in epidemiology. London, S. 173–215.
- HEINE, K. (1998): Climate change over the past 135.000 years in the Namib desert (Namibia) derived from proxy data. – *Palaeoecology of Africa* 25, S. 171–198.
- HEINZELIN, J. DE (1952): Sols, Paléosols et Désertification anciennes dans le secteur Nord-Oriental du Bassin du Congo. Publications de l'Institut National pour l'étude Agronomique du Congo Belge. Bruxelles, S. 1–168.
- HENSCHEL, J. et al. (Hrsg.) (2004): !Nara. Fruit for development of the !Khuiseb Topnaar. Namibia Scientific Society, Windhoek.
- HILLMANN, F. (2007): Migration als räumliche Definitionsmacht. Beiträge zu einer neuen Geographie der Migration in Europa. (= *Erdkundliches Wissen* 141). Stuttgart.
- HÖRMANN, G., F.-M. CHMIELEWSKI (2001): Consequences for agriculture and forestry. – Lozán, J.L., H. Graßl, P. Hupfer (Hrsg.): Climate of the 21st Century: Changes and Risks. Hamburg, S. 322–330.
- HOFF, H. (2001): Climate change and water availability. – Lozán, J.L., H. Graßl, P. Hupfer (Hrsg.): Climate of the 21st Century: Changes and Risks. Hamburg, S. 315–321.
- HOLMER, R.J., M.T. CLAVEJO, S. DONGUS, A.W. DRESCHER (2003): Allotment Gardens for Philippine Cities. – *Urban Agriculture Magazine* 11, S. 29–31.
- HUMAN DEVELOPMENT REPORT (2006): Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. UNDP, New York.
- IAASTD (INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT) (2008): Executive Summary of the Synthesis Report. Island Press, Washington, DC. [Online – verfügbar unter: www.agassessent.org].
- IFPRI (INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE) (1998): Food Consumption and Nutrition – Urban Challenges to Food and Nutrition Security. Discussion Paper No. 51 Brief. [Online – verfügbar unter: <http://www.ifpri.org/divs/FCND/dp/dp51.htm>].
- IFPRI (INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE) (2008): The Challenge of Hunger, the 2008 Global Hunger-Index. IFPRI Issue Brief 54, October 2008. [Online – verfügbar unter: <http://www.ifpri.org/pubs/ib/ib54.asp>].
- IJUMBA, J.N., S.W. LINDSAY (2001): Impact of irrigation on malaria in Africa: paddies paradox. – *Medical and Veterinary Entomology* 15 (1), S. 1–11.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATISTICA CABO VERDE) (2006): div. Statistiken. [Online – verfügbar unter: www.ine.cv].
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (1996): Climate Change 1995. Cambridge.

- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2001): Climate Change 2001 – Synthesis report. Genf.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007a): Climate Change 2007 – Synthesis report. Genf.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007b): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge/New York.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007c): Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. – Solomon, S., D. Qin, M. Manning et al. (Hrsg.): Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge/New York, S. 1–94.
- IWMI (INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE) (2000): World water supply and demand in 2025. – Rijsberman, F., IWMI (Hrsg.): World water scenario analyses. Earthscan, London.
- JIGGINS, J. (2008): Bridging gulfs to feed the world. – New Scientist No. 2650, 5 April 2008, S. 16–17.
- JOHNSON, D. (2008): Kongo. Kriege, Korruption und die Kunst des Überlebens. Frankfurt.
- JOHNSON, D., A. TEGERA (2005): Digging deeper: how the DR Congo's mining policy is failing the country. A Pole Institute report. Goma. [Online – verfügbar unter: http://www.pole-institute.org/documents/regards15_eng.pdf].
- JONKMAN, S. N., J. K. VRIJLING (2008). Loss of life due to floods. – Journal of Flood Risk Management 1, S. 43–52.
- JÜRGENS, U., J. BÄHR (2002): Das südliche Afrika: Gesellschaftliche Umbrüche zu Beginn des 21. Jahrhunderts – Zusammenwachsen einer Region im Schatten Südafrikas. Gotha.
- JUSTENHOVEN, H. G., H. G. EHRHART (Hrsg.) (2008): Intervention im Kongo. Eine kritische Analyse der Befriedungspolitik von UN und EU. Stuttgart.
- KARTHE, D., SIEGMUND, A. (2004): Die Böden der Kapverden – eine Bestandsaufnahme auf den Inseln Fogo, Boavista und Santo Antão. – Geoökodynamik 25 (1–2), S. 59–72.
- KEELEY, J. E., P. W. RUNDEL (2005): Fire and the Miocene expansion of *C₄* grasslands. – Ecology Letters 8, S. 683–690.
- KEITH, D. (2008): Why I had to walk out of farming talks. – New Scientist No. 2650, 5 April 2008, S. 17–18.
- KLUG, H. (1967): Die Inselgruppe der Kapverden. – Klug, H. (Hrsg.): Beiträge zur Geographie der mittelatlantischen Inseln. (= Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel 39), Kiel, S. 169–199.
- KÖHLER, H. (2006): Afrika ist für uns alle wichtig. – Internationale Politik 4, S. 14–24.
- KÖPPEN, W. (1918): Allgemeine Klimalehre. Berlin.
- KOHOUT, F. (1999): Politische Ökologie und internationale Politik. Frankfurt a.M.
- KOHOUT, F. (2007): Der Kampf um den Fisch: Das komplexe Beziehungsgeflecht der Kombattanten. – Mayer-Tasch, P. C. (Hrsg.): Meer ohne Fische? Profit und Welternährung. Frankfurt a.M., S. 146–165.
- KOKO, M., J. RUNGE (2004): La dégradation du milieu naturel en République Centrafricaine. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Suppl.-Bd. 133, S. 19–47.
- KOMAREK E.V. (1971): Lightning and fire ecology in Africa. – Komarek, E.V. (Hrsg.): Proceedings of the Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference. Tall Timbers Research Station, USA, S. 473–511.
- KOMOROWSKI, J.-C. et al. (2004): The January 2002 Flank Eruption of Nyiragongo Volcano (Democratic Republic of Congo): Chronology, Evidence for a Tectonic Rift Trigger, and Impact of Lava Flows on the City of Goma. – Acta vulcanologica 14/15, S. 27–62.
- KRINGS, T. (2002): Zur Kritik des Sahel-Syndromansatzes aus der Sicht der Politischen Ökologie. – Geographische Zeitschrift 90 (3–4), S. 129–141.
- KRINGS, T. (2006): Sahelländer. (= WBG Länderkunden), Darmstadt.
- KÜRSCHNER-PELKMANN, F., KOSA (KOORDINATION SÜDLICHES AFRIKA) (Hrsg.) (2005): „Noch haben wir Zeit, die Ziele zu erreichen“. Verwirklichung der Millenniumsziele im Südlichen Afrika. Bielefeld.
- KULL, C. A. (2002): Madagascar's burning issue. – Environment 44, S. 8–19.
- L'HÔTÉ, Y., G. MAHÉ (1996): Afrique de l'Ouest et Centrale. Précipitations moyennes annuelles (période 1951–1989). – ORSTOM éditions, Laboratoire de Cartographie Appliquée, Montpellier/Paris.
- LARIS, P. (2002): Burning the seasonal mosaic: preventative burning strategies in the wooded savanna of southern Mali. – Human Ecology 30, S.155–186.
- LARIS, P. (2004): Grounding environmental narratives: the impact of a century of fighting against fire in Mali. – Moseley, W.G., B. Ikubolajeh Logan (Hrsg.): African environment and development: rhetoric, programs and realities. Aldershot, S. 63–86.

- LARIS, P., D.A. WARDELL (2006): Good, bad or ,necessary evil'? Reinterpreting the colonial burning experiments in the savanna landscapes of West Africa. – *Geographical Journal* 172, S. 271–290.
- LE MONDE DIPLOMATIQUE (Hrsg.) (2006): Gesundheit, Privileg der Reichen. – Atlas der Globalisierung. Die neuen Daten und Fakten zur Lage der Welt. Berlin, S. 36–37.
- LESER, H. (1982): Namibia. Stuttgart.
- LEYENS, T. (2002): Biodiversität und Erhalt der Hochlagenvegetation der Insel Fogo (Kap Verde), Ausarbeitung eines Konzeptes für ein Schutzgebiet. Dissertation, Bonn.
- LINES, J., T. HARPAM, C. LEAKE, C. SCHOFIELD (1994): Trends, priorities and policy directions in the control of vector-borne diseases in urban environments. – *Health Policy and Planning* 9, S. 113–129.
- LITTLE, M.G., R.R. SCHNEIDER, D. KROON et al. (1997): Rapid palaeoceanographic changes in the Benguela upwelling system for the last 160.000 years as indicated by abundances of planctonic foraminifera. – *Palaeogeography, Paeoclimatology, Palaeoecology* 130, S. 135–161.
- LORENTZ, S., R.M.B. AUERBACH. (2005): The hydrology of the Rainman System on Bachs Fen. – Auerbach, R.M.B. (Hrsg.): Rainwater Harvesting, organic farming and Landcare: A vision for uprooting rural poverty in South Africa. Rainman Landcare Foundation, Durban, S. 38ff.
- LOVEGROVE, B. (1999): Deserts of Namibia. – MARES, M. (Hrsg.): Encyclopedia of Deserts. Oklahoma.
- LOZÁN, J.L., H. GRASSL, P. HUPFER (Hrsg.) (2001): Climate of the 21st Century: Changes and Risks. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg.
- MABBUTT, J.A. (1957): Physiographic evidence for the age of the Kalahari sands of the southwestern Kalahari. – Clark, J.D. (Hrsg.): Proceedings of the 3rd Pan African Conference of prehistory, Livingstone 1955. London/Chatto/Windus, S. 123–132.
- MACHADO, F. (1967): Geologia das Ilhas de Cabo Verde (sinopse). Lissabon.
- MAINGUET, M. (1994): Desertification, Natural background and human mismanagement. Berlin.
- MARCHAL, J.-Y. (1974): La colonisation au Moyen-Ouest malgache. Paris.
- MARSH, K. (1993): Immunology of human malaria. – Gilles, H.M., D.A. Warrell. (Hrsg.): Bruce-Chwatt's Essential Malariology. Edward Arnold, London/Boston/Melbourne/Auckland, S. 60–77.
- MARTENS, J. (2005): UN-Reform und Millenniumsziele 2005 – Chancen für neue Initiativen zur Entwicklungsfinanzierung und Global Governance? Arbeitspapier zum Stand der internationalen Debatte im Vorfeld des Millennium+5-Gipfels der Vereinten Nationen. Global Policy Forum Europe, Global Issue Paper No. 16.
- MARTIN, B. (2007): Agrarkrisen, Institutionen und Gesellschaftlicher Wandel. Der Agrarwandel bei den Sereer Ndut im westlichen Senegal aus der Sicht der Neuen Institutionellen Anthropologie. – *Geographica Helvetica* 62 (4), S. 259–268.
- MATZNETTER, J. (1960): Die Kapverdischen Inseln. – Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Bd. 102, S. 1–40.
- MAY, S. (1985): Tourismus in der Dritten Welt. Von der Kritik zur Strategie. Das Beispiel Kap Verde. Frankfurt a.M.
- MCGREGOR, G.R., S. NIEUWOLT (1998): Tropical Climatology. Chichester.
- MEADOWS, M.E., H.P. LINDER (1993): A palaeoecological perspective on the origin of Afromontane grasslands. – *Journal of Biogeography* 20, S. 345–355.
- MENSCHING, H.G. (1990): Desertifikation. Darmstadt.
- MENSCHING, H.G., O. SEUFFERT (2001): (Landschafts-) Degradation – Desertifikation. Ein globales Umweltsyndrom. – *Petermanns Geographische Mitteilungen* 145 (4), S. 6–15.
- MET (MINISTRY OF ENVIRONMENT AND TOURISM), REPUBLIC OF NAMIBIA (2004): Namib-Naukluft Park. Management and Tourism Development Plan. Draft 3/2004. Windhoek.
- MIDDLETON, N. (1991): Desertification. Oxford.
- MILLSTONE, E., T. LANG (2008): The Atlas of Food. Who eats what, where, and why. 2nd edition, Earthscan, London (in press).
- MINISTRY OF FINANCE AND PLANNING (2004): Growth and Poverty Reduction, Cabo Verde. Strategy Paper, Cabo Verde.
- MISTRY, J. (2000): World savannas. Harlow.
- MISTRY, J. (2002): Savannas and development. – Desai, V., R.B. Potter (Hrsg.): The companion to development studies. London, Kap. 6.7.
- MITCHELL-THOMÉ, R.C. (1976): Geology of the Middle Atlantic Islands. – *Beiträge zur Regionalen Geologie der Erde*, Bd. 12, Berlin.
- MLRR (MINISTRY OF LAND, RESETTLEMENT AND REHABILITATION) (Hrsg.) (1999): Kunene Integrated Regional Land Use Plan 1999, Part 1, Prescription and Preliminary Zoning Proposal. Windhoek.
- MÜLLER, B. et al. (2007): Learning from local knowledge: Modelling the pastoral-nomadic range management of the Himba, Namibia. – *Ecological Applications* 17 (7), S. 1857–1875.
- NAGEH, A. (1989): Zentralität und Stadtwachstum in Libyen. Kassel.
- NAKICENOVIC, N. et al. (2000): Special Report on Emission Scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.

- NDA (2001): A strategy for South African Agriculture. South African National Department of Agriculture, Pretoria.
- NEW, M., M. HULME, P. JONES (2000): Representing twentieth-century space-time climate variability. Part II: Development of 1901–96 monthly grids of terrestrial surface climate. – *Journal of Climate* 13, S. 2217–2238.
- NICHOLSON, S.E. (2001): Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. – *Climate Research* 17, S. 123–144.
- NIEMANN, S. (2002): Indigenous water resources management and water utilisation in northern Namibia (former „Ovamboland“). Can tradition help to overcome current problems? – *Die Erde* 133, S. 183–199.
- NIEMANN, S. (2005): IWRM und interbasinaler Wassertransfer. Ein potenzieller Konflikt? – Neubert, S., W. Scheumann, A. van Edig, W. Huppert (Hrsg.): *Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM), Ein Konzept in die Praxis überführen*. Baden Baden, S. 83–95.
- NIEMANN, S. (2008): Spatial aspects of supply. Migration, Water Transfer and IWRM. – Hummel, D. (Hrsg.): *Population dynamics and supply systems. A transdisciplinary approach*. Frankfurt a.M.
- NIEMANN, S., O. GRAEFE (2006): Wasserversorgung in Afrika. Politik, Bevölkerungsdruck und Machtdefizit. – *Geographische Rundschau* 58 (2), S. 32–38.
- OLEHOWSKI, C., S. NAUMANN, D. FISCHER, A. SIEGMUND (2008): Geo-ecological spatial pattern analysis of the island of Fogo (Cape Verde). – *Global and Planetary Change* 64, S. 188–197.
- OSBORNE, C.P. (2008): Atmosphere, ecology and evolution: what drove the Miocene expansion of C4 grasslands? – *Journal of Ecology* 96, S. 35–45.
- OSBORNE, C.P., F.I. WOODWARD (2002): Potential effects of rising CO₂ and climatic change on mediterranean vegetation. – Geeson, N.A., C.J. Brandt, J.B. Thornes (Hrsg.): *Mediterranean desertification. A mosaic of processes and responses*. Chichester, S. 33–46.
- OTZEN, U. (1991): Künftige Agrarentwicklungspolitik im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung und Ressourcenschutz. – *Entwicklung und ländlicher Raum* 5, S. 3–6.
- PAETH, H. (2005): The climate of tropical and northern Africa – A statistical-dynamical analysis of the key factors in climate variability and the role of human activity in future climate change. – *Bonner Meteorologische Abhandlungen* 61, Bonn.
- PAETH, H. (2006): Klimavorhersagen mit Computermodellen. – *Geographie heute* 241/242, S. 60–64.
- PAETH, H., K. BORN, D. JACOB, R. PODZUN (2005): Regional dynamic downscaling over West Africa: model evaluation and comparison of wet and dry years. – *Meteorologische Zeitschrift* 14, S. 349–367.
- PAETH, H., J. FEICHTER (2006): Greenhouse-gas versus aerosol forcing and African climate response. – *Climate Dynamics* 26, S. 35–54.
- PAETH, H., H.P. THAMM (2007): Regional modelling of future African climate north of 15°S including greenhouse warming and land degradation. – *Climatic Change* 83, S. 401–427.
- PARR, C.L., A.N. ANDERSEN (2006): Patch Mosaic Burning for Biodiversity Conservation: a Critique of the Pyrodiversity Paradigm. – *Conservation Biology* 20 (6), S. 1610–1619.
- PARTRIDGE, T.C., L. SCOTT, J.E. HAMILTON (1999): Synthetic reconstructions of southern African environments during the last glacial maximum (21–18 kyr) and the Holocene Altitheal (8–6 kyr). – *Quaternary International* 57/58, S. 207–214.
- PASSON, J. (2009): Zwischen Kulturstätten und Wüstensand – Libyen öffnet sich für den Tourismus. Besucherevaluation und Strukturanalyse des Tourismus unter besonderer Berücksichtigung der Weltkulturerbestätten antiker Provenienz. Berlin.
- PEARCE, F. (2006): *When the rivers run dry. What happens when our water runs out?* Boston.
- PENNWELL CORPORATION (2006): *Oil & Gas Journal* 104 (47), 18 December 2006.
- PETERSON, L.C. & G.P. LOHMANN (1982): Major change in Atlantic deep and bottom waters 700.000 years ago: Benthonic foraminiferal evidence from the south Atlantic. – *Quaternary Research* 17, S. 26–38.
- PILARDEAUX, B., M. SCHULZ-BALDES (2001): Desertification. – Lozán, J.L., H. Graßl, P. Hupfer (Hrsg.): *Climate of the 21st Century: Changes and Risks*. Hamburg, S. 232–236.
- PIMENTEL, D., M. PIMENTEL (1979): *Food, energy and society*. Edward Arnold, London.
- PLOEY, J. DE (1965): Position géomorphologique, g n se et chronologie de certains d p ts superficiels au Congo occidental. – *Quaternaria* 7, S. 131–154.
- POLLEY, H.W., H.B. JOHNSON, B.D. MARIONO, H.S. MAYEUX (1993): Increase in C₃ plant water-use efficiency and biomass over Glacial to present CO₂ concentrations. – *Nature* 361, S. 61–64.
- POSTEL, S. (1993): *Die letzte Oase, der Kampf um das Wasser*. Frankfurt a.M.
- PRIES, L. (2008): Internationale Migration. Einführung in klassische Theorien und neue Erklärungsansätze. – *Geographische Rundschau* 60 (6), S. 4–10

- RAISON, J.-P. (1994): Paysannerie malgaches dans la crise. Paris.
- RAUCH, R. (2007): Afrika im Prozess der Globalisierung. Diercke Spezial. Braunschweig.
- RAZAFIARIVONY, M. (1995): Le riz, un aspect de l'identité culturelle malgache en question. – Evers, S., M. Spindler (Hrsg.): Cultures of Madagascar. Ebb and Flow of Influences. Leiden, S. 237–247.
- REDAKTION WELTALMANACH (2009): Der Fischer Weltalmanach 2009. Zahlen, Daten, Fakten. Frankfurt a.M.
- RIBEIRO, N.S., H.H. SHUGART, R. WASHINGTON-ALLEN (2008): The effects of fire and elephants on species composition and structure of the Niassa Reserve, northern Mozambique. – Forest Ecology and Management 255, S. 1626–1636.
- RICHTER, R.E. (2000): Umweltflüchtlinge in Westafrika. Ursachen, Ausmaß und Perspektiven. – Geographische Rundschau 52 (11), S. 12–17.
- ROBINSON, J.M. (1994): Atmospheric CO₂ and plants. – Nature 368, S. 105–106.
- RÖLING, N.G. (1988): Extension science: Information systems in agricultural development. Cambridge.
- RÖLING, N.G. (2009): Pathways for impact: Scientist's different perspectives on agricultural innovation. International Journal of Agricultural Sustainability.
- ROTHFUSS, E. (2004): Ethnotourismus. Wahrnehmungen und Handlungsstrategien der pastoralnomadischen Himba (Namibia). Ein verstehender, theoriegeleiteter und methodologischer Beitrag aus sozialgeographischer Perspektive. (= Passauer Schriften zur Geographie 19), Passau.
- ROTHFUSS, E. (2006): Die Himba als „Rote Nomaden“. Tourismus und Regionalentwicklung im Nordwesten Namibias. – Geographische Rundschau 58 (10), S. 56–63.
- RUNGE, J. (2001): Landschaftsgenese und Paläoklima in Zentralafrika. Physiogeographische Untersuchungen zur klimagesteuerten quartären Vegetations- und Geomorphodynamik in Kongo-Zaire (Kivu, Kasai, Oberkongo) und der Zentralafrikanischen Republik (Mbomou). – Relief, Boden, Paläoklima 17, S. 1–294.
- RUNGE, J. (2002): Holocene landscape history and palaeohydrology evidenced by stable carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}$) analysis of alluvial sediments in the Mbari valley (5°N/23°E), Central African Republic. – Catena 48, S. 67–87.
- RUNGE, J., M. NEUMER (2000): Dynamique du paysage entre 1955 et 1990 à la limite forêt-savane dans le nord du Zaïre, par l'étude de photographies aériennes et de données LANDSAT-TM. – Servant, M., S. Servant-Vildary (Hrsg.): Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux (ECOFIT). UNESCO, IRD, Paris, S. 311–317.
- RUST, U. (1996): Zur angeblichen Bedeutung des Tsondab Sandstein für die Geomorphogenese der Atlantischen Abdachung Namibias: Eine Erörterung. – Die Erde 127 (4), S. 253–263.
- SABINO, A.A. (2001): Potential Regions for Fog Water Collection in Cape Verde. The Monte Verde Projekt. – FogQuest (Hrsg.): Conference on fog and fog collection. St. John's, Canada, 15–20 July, S. 269–272.
- SADEG, S.A., N. KARAHANOGU (2001): Numerical Assessment of Seawater Intrusion in the Tripoli Region, Libya. – Environmental Geology 40, S. 1151–1168.
- SALEM, O.M. (2002): Aquifer overexploitation in Libya – the Gefara plain case. – Sahuquillo A., R. Llamas, R. Aliaga (Hrsg.): Groundwater Intensive Use. London, S. 127–136.
- SANDELOWSKY, B.H. (1977): Mirabib: An archaeological study in the Namib. – Madoqua 10 (4), S. 221–283.
- SANDER, H., M. BOLLIG, A. SCHULTE (1998): Himba Paradise Lost, Stability, Degradation and Pastoralist Management of the Omuhonga Basin (Namibia). – Die Erde 129, S. 301–315.
- SCHICHO, W. (1998): Die Bergbauggebiete Katangas 1900–1980. Koloniale Verwaltung, koloniale Wirtschaft und Mission machen aus Bauern Arbeiter. – Bockhorn, O., I. Grau, W. Schicho (Hrsg.): Wie aus Bauern Arbeiter wurden. Wiederkehrende Prozesse des gesellschaftlichen Wandels in einer Welt. Brandes und Apsel, Frankfurt a.M., S. 127–151.
- SCHLIEPHAKE, K. (1999): Libyen. Natürliche Ressourcen und räumliche Entwicklung. – Schliephake, K. (Hrsg.): Libyen und nordwestliches Ägypten. S. 163–192.
- SCHMID, M., M. HALBWACHS, B. WEHRLI, A. WÜEST (2005): Weak mixing in Lake Kivu: new insights indicate increasing risk of uncontrolled gas eruption. – Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G3), 6, Q07009, DOI 10.1029/2004GC000892, 26 July 2005.
- SCHMID, M., K. TIETZE, M. HALBWACHS, A. LORKE, D. MCGINNIS, A. WÜEST (2004): How hazardous is the gas accumulation in Lake Kivu? Arguments for risk assessment in light of the Nyiragongo Volcano eruption of 2002. – Acta vulcanologica 14/15, S. 115–121.
- SCHOLZ, F. (1995): Nomadismus. Theorie und Wandel einer sozio-ökologischen Kulturweise. Stuttgart.
- SCHULTZ, H. (2002): Die Ökozonen der Erde. Stuttgart.
- SCHWARTZ, D. (1988): Histoire d'un paysage: Le Lousséké. Paléoenvironnements Quaternaires et

- podzolisation sur sables Batéké. – Editions de l'ORSTOM, Etudes et Thèses. Paris, S. 1–285.
- SCIALABBA, N. (2007): Organic agriculture and food security. Publication OFS/2007/5, Food and Agriculture Organisation, Rome. [Online – verfügbar unter: www.fao.org/organicag/oa-publications].
- SCOONES, I. (1995): Living with Uncertainty. New Directions in Pastoral Development in Africa. London.
- SCOTT, A.C. (2000): The Pre-Quaternary history of fire. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, S. 297–345.
- SCOTT, L. (2002): Microscopic charcoal in sediments: Quaternary fire history of the grassland and savanna regions in South Africa. *Journal of Quaternary Science* 17, S. 77–86.
- SCOTT, S.A. (2008): Laurent Nkunda et la rébellion du Kivu. Au cœur de la guerre congolaise. Paris.
- SEELY, M. (2004): The Namib: Natural history of an ancient desert. Windhoek.
- SENUF, B., M. PICKFORD, P. MEIN (1995): Les failles d'awasib: Une coupe-type pour le cénozoïque continental de Namibie. – *Compte Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 321, 11a, S. 760–775.
- SERVICE, M.W. (1993): The Anopheles Vector. – Gilles, H.M., D.A. Warrell (Hrsg.): *Bruce-Chwatt's Essential Malariaology*. Edward Arnold, London/Boston/Melbourne/Auckland. S. 96–123.
- SEUFFERT, O. (2001): Landschafts(zer)störung: Ursachen, Prozesse, Produkte, Definitionen & Perspektiven. – *Geoökologie* 22, S. 91–102.
- SHIKWATI, J. (2006): Fehlentwicklungshilfe. – *Internationale Politik* 4, S. 6–15.
- SIEGMUND, A., A. HOHMANN (2003): Touristenziel Kapverden. Zwischen ökonomischen Entwicklungspotentialen und ökologischer Nachhaltigkeit. – *Geographische Rundschau* 55 (4), S. 52–56.
- SIESSER, W.G. (1978): Aridification of the Namib Desert: Evidence from oceanic cores. – Van Zinderen Bakker, E.M. (Hrsg.): *Antarctic Glacial History and World Palaeoenvironments*. Balkema, Rotterdam, S. 105–113.
- SISSOKO, M.S., A. DICKO, O. BRIËT et al. (2004): Malaria incidence in relation to rice cultivation in the irrigated Sahel of Mali. – *Acta Tropica* 89 (2), S. 161–170.
- SOLIUZAS, R. (2004): Managing Informal Settlements. A Study Using Geo-Information in Dar es Salaam, Tanzania. PhD thesis, ITC, Enschede.
- SRIVASTAVA, P., G.A. BROOK, E. MARAIS (2004): A record of fluvial aggradation in the northern Namib desert during the late Quaternary. – *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Suppl.-Bd.* 133, S. 1–18.
- STORCH, H. VON, S. GÜSS, M. HEIMANN (1999): Das Klimasystem und seine Modellierung. Berlin.
- STURCHIO, N.C. et al. (2004): One million year old groundwater in the Sahara revealed by krypton-81 and chlorine-36. – *Geophys. Res. Lett.*, 31, L05503, doi:10.1029/2003GL019234.
- SUMMERHAYS, C.P. et al. (1995): Variability in the Benguela Current upwelling system over the past 70,000 years. – *Progress of Oceanography* 35, S. 207–251.
- TARR, P. (2006): Scoping Report on Environmental Issues relating to possible Tourism Concessions along the Kuiseb River – Namib Naukluft Park. Report submitted to the Ministry of Environment and Tourism by the Southern African Institute for Environmental Assessment. Windhoek.
- THOMAS, M.F. (1994): Geomorphology in the Tropics. A study of weathering and denudation in low latitudes. Wiley & Sons, New York/Brisbane/Toronto, S. 1–460.
- TÖPFER, K. (2007): Die ökologische Aggression. Subventionierter Wohlstand im Norden, Naturkatastrophen im Süden. – 56. *Deutscher Geographentag Bayreuth 2007*, S. 23–32.
- TROLLOPE, W.S.W. (1993): Fire regime of the Kruger National Park for the period 1980–1992. – *Koedoe* 36, S. 45–52.
- TULL, D. (2005): The Reconfiguration of Political Order in Africa: A Case Study of North Kivu (DR Congo). *Hamburg African Studies* 13. Institut für Afrika-Kunde, Hamburg.
- TURNER, B.L., R.E. KASPERSON, P. MATSON et al. (2003): A framework for vulnerability analysis in sustainability science. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100 (14), S. 8074–8079.
- UN (UNITED NATIONS) (2007): World Population Prospects: The 2006 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York [Online – verfügbar unter: <http://esa.un.org/unpp/>].
- UN (UNITED NATIONS) (2008): World Urbanization Prospects: The 2007 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York [Online – verfügbar unter: <http://esa.un.org/unup/>].
- UNCOD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON DESERTIFICATION) (1977): World map of desertification 1977/1978 [1:25 Mio.]. Nairobi.
- UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT) (2008): Best practices for organic policy: What developing country Governments can do to promote the organic agriculture sector. UNEP-UNCTAD Capacity building task force on trade, environment and development (East Africa), UNCTAD/DITC/TED/2007/3, United Nations, New York/Geneva.

- UNDP (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME) (2006): Human Development Report 2006. New York.
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME) (2002): Africa Environment Outlook. Past, present and future perspectives. Stevenage.
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME), UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT) (2008): Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations, New York/Geneva.
- UNFPA (UNITED NATIONS POPULATION FUND) (2007): The State of the World Population. New York. [Online – verfügbar unter: http://www.unfpa.org/swp/2007/presskit/pdf/sowp2007_eng.pdf].
- UN-Habitat (2006): State of the Worlds Cities 2006/07 – The Millennium Goals and Urban Sustainability: 30 years of shaping the Habitat Agenda. United Nations Human Settlement Programme, Nairobi.
- UNU (UNITED NATIONS UNIVERSITY) (1997): The urban challenge in Africa: growth and management of its large cities. – Rakodi, R. (Hrsg.): United Nations University. United Nations University Press, Tokyo. [Online – verfügbar unter: <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/uu26ue/uu26ue00.htm#Contents>].
- VASELLI, O., B. CAPACCIONI, D. TEDESCO et al. (2004): The ‚Evil’s Winds‘ (Mazukus) at Nyiragongo Volcano (Democratic Republic of Congo). – *Acta vulcanologica* 14/15, S. 123–128.
- VERIN, P. (2000): Madagascar. Paris.
- VERNET, J. (1994): Pays de Sahel. Du Tchad au Sénégal, du Mali au Niger. Autrement, série Monde 72. Paris.
- VOGEL, J.C., U. RUST (1990): Ein in der Kleinen Eiszeit (Little Ice Age) begrabener Wald in der nördlichen Namib. – *Berliner Geographische Studien* 30, S. 15–34.
- WAKONIGG, H. (2003): Das touristische Potential der Kapverden. – *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft* 145, S. 263–278.
- WARD, J.D., I. CORBETT (1990): Towards an age for the Namib. – Seely, M.K. (Hrsg.): *Namib ecology: 25 years of the Namib research*. Monograph 7, Transvaal museum, Pretoria, S. 17–26.
- WATEREN, F.M. VAN DER, T.J. DUNAI (2001): Late Neogen passive continental margin denudation history: Cosmogenic isotope measurements from the central Namib Desert. – *Global and Planetary Change* 628, S. 1–37.
- WATKINS, J. (2006): Libya’s thirst for „fossil water“. BBC World Service [Online – verfügbar unter: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4814988.stm>].
- WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (1996): Welt im Wandel: Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996, Berlin/Heidelberg/New York.
- WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (1997): Welt im Wandel: Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997, Berlin/Heidelberg/New York.
- WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (2005): Welt im Wandel: Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik. Berlin/Heidelberg/New York.
- WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (2008): Welt im Wandel: Sicherheitsrisiko Klimawandel. Springer, Berlin/Heidelberg/New York.
- WEIS, H. (1965): Tripolis, das Tor zur Sahara. – *Bustan* 4, S. 33–40.
- WEIS, H. (1966): Libyens grüner Wall. – *Bustan* 1, S. 17–24.
- WETHERALD, R. T., S. MANABE (1999): Detectability of summer dryness caused by greenhouse warming. – *Climatic Change* 43 (3), S. 495–511.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2005): World Malaria Report 2005. World Health Organization, Genf.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2007): Malaria fact sheet 94, May 2007. Genf. [Online – verfügbar unter: <http://www.who.int/topics/malaria/en>].
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2007): The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century. World Health Organization, Genf.
- WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2008): World Malaria Report 2008. World Health Organization, Genf.
- WIGLEY, T.M.L. (1992): Future climate of the Mediterranean basin with particular emphasis on changes in precipitation. – Jelic, L., J.D. Milliman, G. Sestini (Hrsg.): *Climate change in the Mediterranean*. London, S. 15–44.
- WILLER, H., L. KILCHER (Hrsg.) (2009): The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends. International Federation of Organic Agriculture Movements, Bonn.
- WRI (WORLD RESOURCES INSTITUTE) (1997): World Resources – a guide to the global environment (1996–1997): The Urban Environment. World Resource Institute, Washington.
- WRI (WORLD RESOURCES INSTITUTE) (1993): World Resources 1993. New York.

- WÜRTHWEIN, R. (2002): Measuring the Burden of Disease, the Structure of Income, and Returns to Education in Rural West Africa. Heidelberg.
- Yé, Y. (2006): Incorporating environmental factors in modelling malaria transmission in under five children in rural Burkina Faso. Heidelberg.
- ZELAZNY, L.W., F.G. CALHOUN (1982): Palygroskite (Attapulgit), Sepiolite, Talc, Pyrophyllite and Zeolites. – Dixon, J.B., S.B. Weed (Hrsg.): Minerals in soil environments. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, S. 435–470.
- ZINDEREN BAKKER, E.M. VAN (1975): The origin and palaeoenvironments of the Namib Desert biome. – Journal of Biogeography 2, S. 65–73.

Verzeichnis der Autoren

- Auerbach, Raymond**, Dr., Director Rainman Landcare Foundation, Südafrika
- Baumhauer, Roland**, Dr., Professor am Institut für Geographie der Universität Würzburg
- Braun, Klaus**, Dr., Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Dickow, Helga**, Dr., Mitarbeiterin am Arnold-Bergstraesser-Institut für kulturwissenschaftliche Forschung der Universität Freiburg
- Doevenspeck, Martin**, Dr., Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Bevölkerungs- und Sozialgeographie der Universität Bayreuth
- Dongus, Stefan**, Dr., promovierte am Schweizerischen Tropeninstitut, Universität Basel, gefördert vom *Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South*
- Drescher, Axel W.**, Dr., Professor am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Eitel, Bernhard**, Dr., Professor am Geographischen Institut der Universität Heidelberg
- Glaser, Rüdiger**, Dr., Professor am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Glawion, Rainer**, Dr., Professor am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Graefe, Olivier**, Dr., Professor am Department of Geoscience in Fribourg/Schweiz
- Held, Alex**, ...
- Kappas, Martin**, Dr., Professor am Geographischen Institut der Universität Göttingen
- Karthe, Daniel**, Mitarbeiter am Geographischen Institut der Universität Göttingen
- Kraus, Daniel**, ...
- Kreimb, Klaus**, Dr., Oberstudiendirektor am Gymnasium Winnweiler/Pfalz und Lehrbeauftragter an der TU Kaiserslautern
- Krings, Thomas**, Dr., Professor am Institut für Kulturgeographie der Universität Freiburg
- Mächtle, Bertil**, Dr., Wissenschaftlicher Angestellter am Geographischen Institut der Universität Heidelberg
- Naumann, Simone**, Dr., Mitarbeiterin in der Abteilung Geographie des Instituts für Gesellschaftswissenschaften der Pädagogischen Hochschule Heidelberg
- Niemann, Steffen**, Dr., ...
- Paeth, Heiko**, Dr., Professor am Institut für Geographie der Universität Würzburg
- Passon, Jacqueline**, Dr., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Rakotoson, Serge Lala**, ...
- Rothfuß, Eberhard**, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Geographischen Institut der Universität Passau
- Runge, Jürgen**, Dr., Professor am Zentrum für interdisziplinäre Afrikaforschung (ZIAF) und am Institut für Physische Geographie der Universität Frankfurt am Main
- Schönbein, Johannes**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Physische Geographie der Universität Freiburg
- Siegmund, Alexander**, Dr., Profesor in der Abteilung Geographie des Instituts für Gesellschaftswissenschaften der Pädagogischen Hochschule Heidelberg