

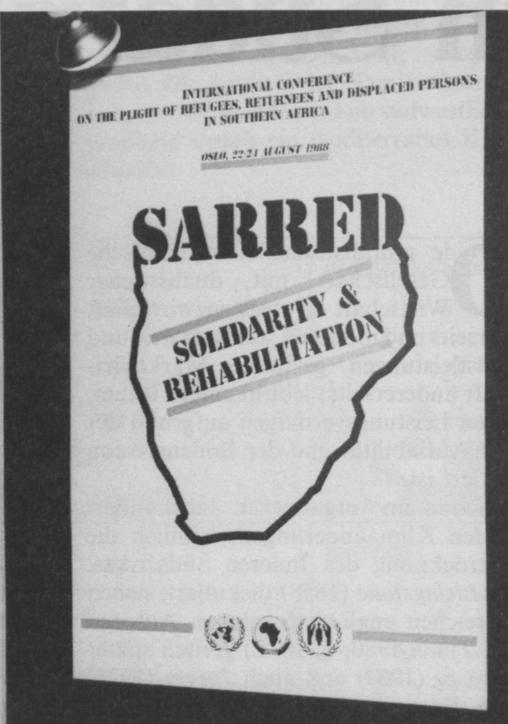
# Geographische Rundschau

Jahrgang 40  
Dezember 1988  
Heft 12



epd-bild

Eine internationale Flüchtlingskonferenz ging am 24. 10. 1988 in Oslo zu Ende. Die 500 Delegierten aus 80 Teilnehmerstaaten verabschiedeten einen „Aktionsplan“, in dem sie sich zur Hilfe für die vom Flüchtlingselend betroffenen Länder verpflichten



Durch die Schaffung von bislang vier sog. „homelands“ (Transkei, Bophuthatswana, Venda, Ciskei) verloren seit 1976 ca. acht Millionen schwarze Südafrikaner ihre südafrikanische Staatsbürgerschaft und wurden so zu Ausländern im eigenen Land.

Die „Homeland-Politik“ ist aber nur ein Baustein im System der Apartheid. Weitere, wie z. B. die rassische Trennung der Bildungs- und Gesundheitssysteme, gehören ebenso zum Alltag in Südafrika: Rassenzugehörigkeit wurde zur Grundlage der Regierungspolitik.

Über Südafrika und seine Nachbarstaaten – einem Thema mit vielen Variationen in einer Region voller Vielfalt und Gegensätze – schreiben unsere Autoren in material- und facettenreichen Hintergrundberichten.

Klaus Heine  
**Klimavariabilität und Bodenerodion in Südafrika** 6

Gerald Braun  
**Südafrika: Zwischen Erster und Dritter Welt** 14

Wolf Gaebe  
**Umsiedlungen in Südafrika** 22

Jürgen Bähr, Jörg Köhli  
**Lesotho: Entwicklungsmerkmale einer abhängigen Wirtschaft** 30

Wolfgang Zehender  
**Entwicklung und Zusammenarbeit** 38

Die SADCC im Konfliktfeld Südliches Afrika

Peter P. Waller  
**Das Verkehrssystem im südlichen Afrika** 44

Kann die Abhängigkeit von Südafrika abgebaut werden?

**Das Ruhrgebiet im Wandel** 50

Welchen Beitrag kann die Geographie leisten?

Rückblick auf das Symposium vom 14. September 1988 im Revierpark Dortmund-Wischlingen

**Neues aus der Wissenschaft** 52

Verband Deutscher Schulgeographen e. V. 58

**Impressum** 60

Beihefter: Jahresinhaltsverzeichnis 1988

Klaus Heine

# Klimavariabilität und Bodenerosion in Südafrika

**Im südlichen Afrika bestehen Agroindustrien, intensive und extensive Farmwirtschaft, Entwicklungshilfeprojekte und Subsistenzwirtschaft nebeneinander. Die Wirtschaftsstruktur des Subkontinents wird in entscheidendem Maße nicht nur von regional-wirtschaftlichen und sozio-ökonomischen, sondern auch von ökologischen Faktoren bestimmt. Berichte über Dürren, Desertifikation und Mißernten wie auch über sintflutartige Niederschläge, Überschwemmungen und Bodenzerstörung treten jedoch hinter Apartheidsdiskussionen zurück. Die Verbesserung des Lebensstandards großer Teile der vielrassischen Bevölkerung – eine Voraussetzung für politische Stabilität – wird von der richtigen Beurteilung und Erfassung räumlich-wirtschaftlicher Zusammenhänge bedingt. Diese wiederum sind im südlichen Afrika stark klima- und bodenabhängig. Nachfolgend werden daher zwei Problemkreise – die Variabilität des Klimas und die Bodenerosion – vorgestellt.**

Die pluralistische südafrikanische Gesellschaft mit dualistischer Wirtschaft (Subsistenzwirtschaft einerseits und moderne, auf Industrie und Dienstleistungen gestützte Marktwirtschaft andererseits) lebt in einem Raum, dessen Leistungsvormögen aufgrund der Klimavariabilität und der Bodenerosion limitiert ist.

Schon im vergangenen Jahrhundert wurden Klimaänderungen, nämlich die Austrocknung des Inneren Südafrikas, von *Livingstone* (1858) diskutiert; neben zahlreichen englischsprachigen Autoren (vgl. *Tyson* 1980, S. 363f.) greifen später *Passarge* (1904) und auch *Jaeger* (1928) diese Frage wieder auf. Im südlichen Afrika wird dieses Problem seit einigen Jahrzehnten mit immer größerer Intensität erörtert (*Tyson* 1986, S. 85ff.).

Landwirtschaft, Bergbau, Industrie und Handel Südafrikas, die zur Sicherung der Ernährung und Schaffung von Arbeitsplätzen für eine rasch wachsende Bevölkerung sowie zur Anhebung des Lebensstandards beitragen, unterliegen den klimatischen Einflüssen. Es wundert daher nicht, daß in allen wirtschaftsgeographischen Abhandlungen auf diese Beziehungen verwiesen wird (vgl. *Scheidl* 1976; *Klimm* et al. 1980; *Borchert* 1983), an die auch die Großprojekte zur Wasserbewirtschaftung erinnern, die bereits realisiert sind (Oranje-Fluß-Projekt, Tugela-Vaal-Projekt, vgl. *Klimm* et al. 1980) oder die sich noch im Stadium der ersten Planung befinden (Sambesi-Aquädukt, vgl. *Borchert* und *Kempe* 1985).

Die Bodenerosion, die im südlichen Afrika weidewirtschaftlich und ackerbaulich genutzte Flächen in manchen Gebieten schwer betroffen hat, wird seit den 30er Jahren in der Republik Südafrika energisch bekämpft. Während in den Gebieten der Bantu-Völker infolge des starken Bevölkerungsdruckes die Erosionsprozesse andauern und sich zum Teil verstärken (*Rapp* 1975), ist der Trend in den von der weißen Bevölkerung besiedelten Landstrichen entgegengesetzt, da

vielfältige Maßnahmen die Bodenerosion eindämmen (*Heine* 1987).

## Physisch-geographische Grundzüge

Das südliche Afrika ist kein natürlich abgegrenzter Raum. Man kann die nördliche Grenze entlang der Nordgrenze Südwestafrikas/Namibias, Botswanas und der nordöstlichen und östlichen Grenze der Republik Südafrika sowie des Königreichs Swaziland ziehen. Die so umrissten Gebiete einschließlich Lesotho erstrecken sich zwischen 17° und 35° südl. Breite und von 12° bis 33° östl. Länge. Das Gebiet umfaßt ca. 2,7 Mio. km<sup>2</sup>.

Physiogeographisch kann das südliche Afrika in zwei große Bereiche gegliedert werden, die durch die *Große Randstufe* getrennt werden. Oberhalb der Großen Randstufe erstrecken sich vornehmlich Tafelländer mit dem Kalahari-Bekken im Zentrum. Unterhalb der Großen Randstufe liegen in der südwestlichen Kapprovinz gefaltete Gebirgsketten, deren Kämme sowohl parallel zu den westlichen als auch zu den südlichen Küsten verlaufen; meist steigen Serien von Landstufen und -treppen von der Großen Randstufe zu den Küstenniederungen herab, oder das Gebiet wird von alten Rumpfflächenresten eingenommen. Nach *King* (1963) läßt sich der Subkontinent in eine Anzahl relativ uniformer physiogeographischer Regionen untergliedern (vgl. Abb. 6), die anhand der geomorphologischen Entwicklung, der geologischen Struktur, des Klimas, der Lage und Höhenlage ausgeschieden werden.

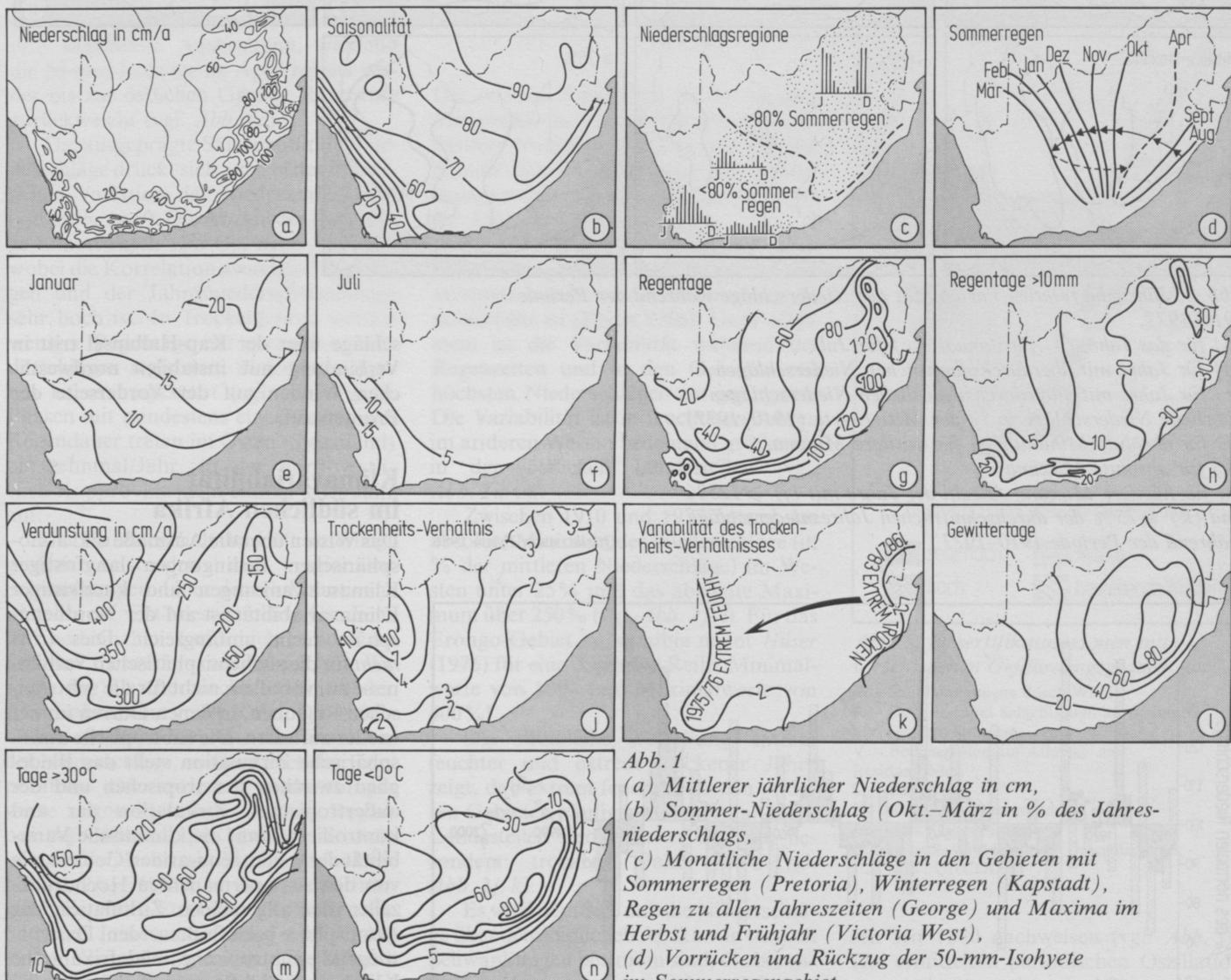
Die Topographie jeder größeren physisch-geographischen Einheit variiert von Ort zu Ort je nach Gestein (Sedimentgesteine vom Gondwana-Typ; spät-paläozoische bis mittelmesozoische Sandsteine und Schiefer; gewaltige Basaltdecken), nach den Abtragungsprozessen, die seit dem späten Mesozoikum bis zur Gegen-

wart wirksam waren (früh-/mittelkretatische post-Gondwana-Landoberfläche; spätkretazische bis mitteltertiäre extreme Einrumpfung; miozäne Oberfläche; pliozäne Täler und Pedimentflächen der Becken- und Küstengebiete; quartäre tief eingeschnittene Flusstäler, Küstenzer schniedung), nach der Stärke lokaler He bungsvorgänge (mehrere tektonische Be wegungen seit der Kreidezeit) und nach den Auswirkungen der quartären Klimaschwankungen (King 1978).

Die Klimate des südlichen Afrika werden stark von seiner Lage hinsichtlich der südhemisphärischen Luftdruck- und Windsysteme bestimmt. Vom Äquator bis etwa  $20^{\circ}$  S verlaufen die Isohyeten der

mittleren Jahresniederschläge nahezu Ost-West; die Niederschläge nehmen zum Äquator hin zu. Südlich  $20^{\circ}$  S zeigen die Isohyeten einen Nord-Süd-Trend, wobei die 400-mm-Isohyete das südliche Afrika in einen feuchteren östlichen und einen arideren westlichen Bereich zweiteilt. Dieser *Ost-West-Kontrast des Klimas* wird durch den warmen, südwärts gerichteten Agulhasstrom im Indischen Ozean und durch den kühlen, nordwärts gerichteten Benguelastrom im Westen verstärkt (Jackson und Tyson 1971; Härjoabā 1986). Die Aridität der Namibwüste entlang der Westküste wird im südwestlichen Kapland durch ein mediterranes Klima abgelöst.

Die Niederschläge über dem südlichen Afrika können nicht aus den vorherrschenden Windrichtungen oder an hand starrer Niederschlagsarten erklärt werden. Im südlichen Afrika werden die Sommer-Niederschläge von vertikalen Temperaturgradienten (Stabilität oder Instabilität) bedingt bzw. von Witterungsverhältnissen, die konvergierende und aufsteigende Luftbewegungen zur Folge haben (Tyson 1969). Die höheren Niederschläge über dem östlichen Teil des Subkontinents dürfen nicht dem Südost Passat zugeschrieben werden; dieser ex istiert nämlich über den Ostküsten südlich von Moçambique meist gar nicht (Tyson 1986). Der größte Teil der Winter-Nieder-



**Abb. 1**  
 (a) Mittlerer jährlicher Niederschlag in cm,  
 (b) Sommer-Niederschlag (Okt.–März in % des Jahresniederschlags),  
 (c) Monatliche Niederschläge in den Gebieten mit Sommerregen (Pretoria), Winterregen (Kapstadt), Regen zu allen Jahreszeiten (George) und Maxima im Herbst und Frühjahr (Victoria West),  
 (d) Vorrücken und Rückzug der 50-mm-Isohyete im Sommerregengebiet,

(e) und (f) Monatlicher Niederschlag als % des Jahresniederschlags für Januar und Juli,

(g) Anzahl der Niederschlagstage pro Jahr,

(h) Anzahl der Tage mit Niederschlag > 10 mm pro Jahr,

(i) Mittlere Jahres-Verdunstung (Pfanne) in cm,

(j) Das Budyko-Lettow-Trockenheits-Verhältnis,

(k) Die Variabilität des Trockenheits-Verhältnisses in zwei extremen Jahren

(Niederschlagsmenge, die durch die mittlere Jahres-Nettostrahlung zweimal verdunsten würde),

(l) Anzahl der Gewittertage pro Jahr,

(m) Anzahl der Tage mit Maximum-Temperaturen über  $30^{\circ}$  C pro Jahr,

(n) Anzahl der Tage mit Minimum-Temperaturen unter  $0^{\circ}$  C pro Jahr

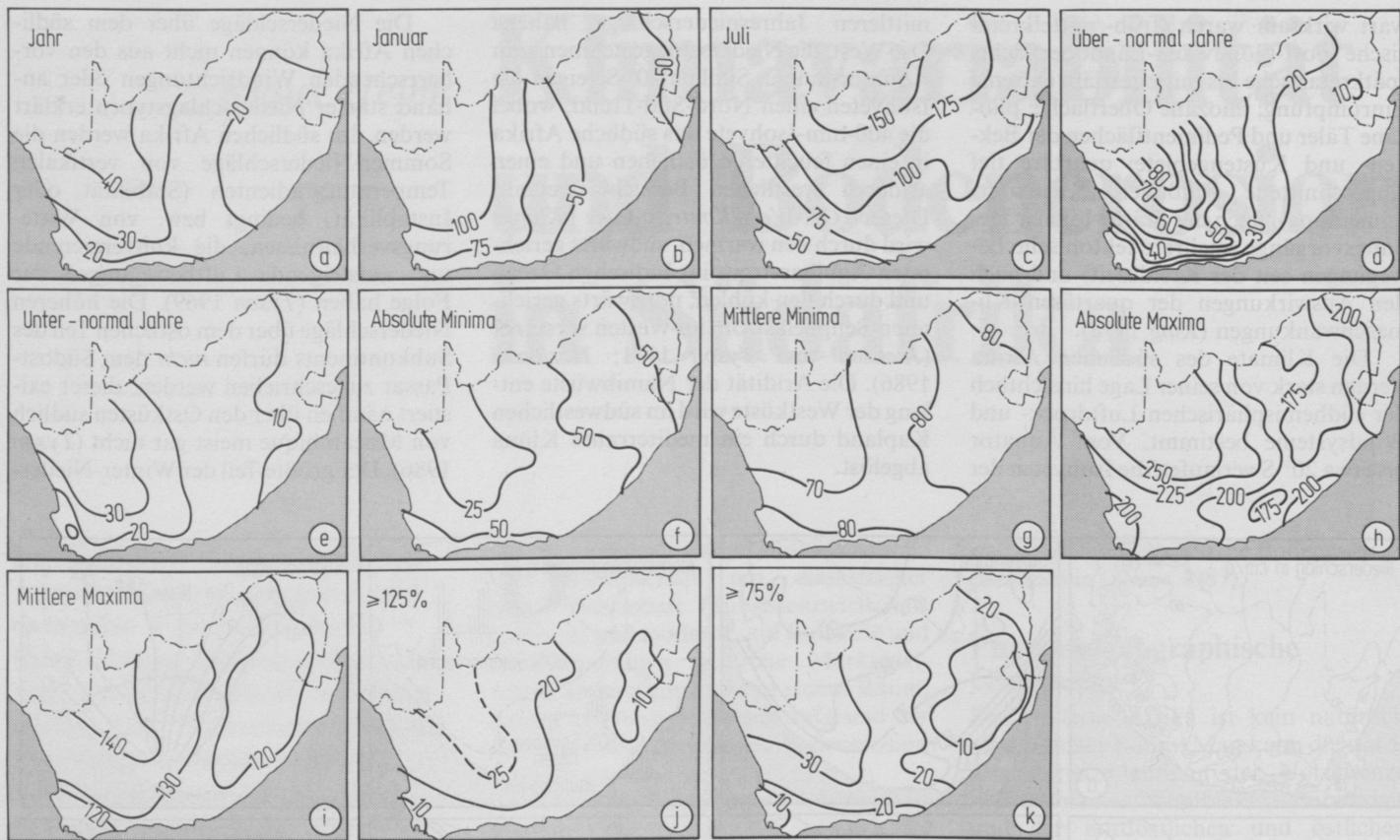


Abb. 2: Jährliche relative Variabilität der Niederschläge während der Periode 1910–1977,

- (a) für das Jahr, (b) für Januar, (c) für Juli,
- (d) für Jahre mit überdurchschnittlichen Niederschlägen,
- (e) für Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen
- Jährliche Niederschläge in % der Mittelwerte (1910–1977)
- (f) für absolute Minima, (g) für mittlere Minima,
- (h) für absolute Maxima,
- (i) für mittlere Maxima Anzahl der Jahre mit (j)  $\geq 125\%$
- und (k)  $\leq 75\%$  der durchschnittlichen Jahresniederschläge während der Periode 1910–1977

Quelle: nach Tyson 1986

schläge über der Kap-Halbinsel tritt in Verbindung mit instabilen nordwestlichen Winden auf der Vorderseite der Fronten auf.

### Klimavariabilität im südlichen Afrika

Das Wissen über die Ausmaße und atmosphärischen Bedingungen langfristiger Klimaschwankungen und kurzfristiger Klimavariabilität ist auf der Nordhemisphäre recht umfangreich. Dies trifft nicht für die südhemisphärischen Verhältnisse zu, vor allem nicht für die subtropischen Regionen, in denen Dürren immer wieder auftreten. Die subtropische atmosphärische Zirkulation stellt das Bindeglied zwischen der tropischen und der außertropischen Zirkulation dar und kontrolliert damit die klimatische Variabilität der weiten semi-ariden Gebiete, die von den semi-permanenten Hochdruckzellen der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre beeinflußt werden. Das vorwiegend subtropische südafrikanische Klima reagiert differenziert auf tropische wie außertropische Veränderungen der atmosphärischen Zirkulation (Tyson 1986).

Feuchte und trockene Klimaphasen von einigen Tagen bis zu einigen Dekaden Dauer werden durch verschiedene Komponenten der atmosphärischen Zirkulation gesteuert. Diese Komponenten reichen von allgemeinen, wie der Walker-Zirkulation, der Southern Oscillation

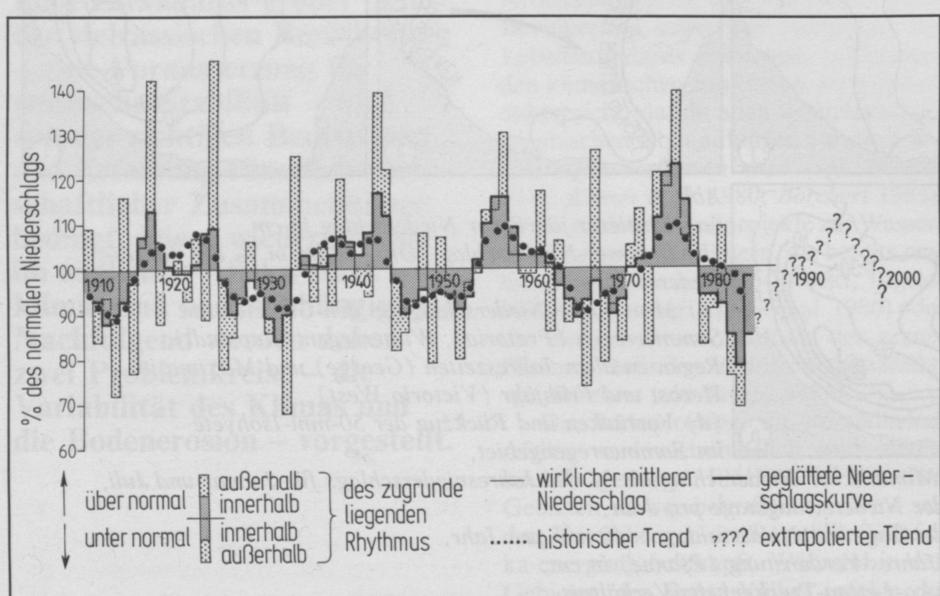


Abb. 3: Serien der mittleren Gebietsniederschläge in Prozent der durchschnittlichen Niederschläge für das Sommerregengebiet Südafrikas in der Periode 1910/11 bis 1983/84. Das Niederschlagsjahr beginnt im Oktober und endet im September

Quelle: nach Tyson 1986

und den ausgedehnten atmosphärischen Wellenstörungen, bis hin zu regionalen, wie dem Auftreten von zusammenhängenden tropisch-außertropischen Trögen und Konvergenzonen mit Wolkenbändern (vgl. Weischet 1979).

### Die Klimate Südafrikas

In den meisten Gebieten des südlichen Afrika sind die Niederschläge an bestimmte Jahreszeiten gebunden. Im Norden Südafrikas kommen fast ausschließlich Sommerregen vor, über 80% fallen zwischen Oktober und März; im südwestlichen Kapland sind Winterregen mit 80% an den Niederschlägen beteiligt, und an der Südküste des Kaps kann es zu allen Jahreszeiten regnen (vgl. Abb. 1a-c). Die Sommerregen beginnen an der Ostküste und erreichen im März ihre westlichste Ausbreitung, während die 50-mm-Isohyete im April bereits wieder bis zur östlichen Großen Randstufe zurückweicht (vgl. Abb. 1d).

Die ausgeprägte Saisonalität der Niederschläge drückt sich auch in der monatlichen Variation der Niederschläge aus (vgl. Abb. 1e, f). Die Anzahl der Regentage nimmt rasch von Ost nach West ab, wobei die Korrelation zwischen Regentagen und der Jahresniederschlagsmenge sehr hoch ist. In Trockenjahren werden weniger Regentage mit geringeren Niederschlägen registriert; in feuchten Jahren ist es umgekehrt (vgl. Abb. 1g, h). Phasen mit mindestens einer viertägigen Regendauer treten im Osten (Swaziland) bis zehnmal/Jahr, in der nord-westlichen Kapprovinz nicht einmal jedes Jahr auf.

Der Feuchtegehalt der Luft unterliegt großen saisonalen und regionalen Schwankungen. Über dem Subkontinent besteht ein Ost-West-Feuchte-Gradient der bodennahen Luftsichten, der im Sommer besonders ausgeprägt ist. Er spielt für die thermische Stabilität der Atmosphäre eine große Rolle. Die Aridität Südafrikas ist nicht nur eine Funktion des Niederschlags, sondern auch der Evaporation. Die höchsten Verdunstungswerte zeigen die nordwestlichen Regionen (vgl. Abb. 1i). Ein Maß der Aridität ist das Budyko-Lettau-Trockenheits-Verhältnis (Hare 1977), bei dem die mittlere jährliche Netto-Strahlung in Bezug zum mittleren Jahresniederschlag und der latenten Verdunstungswärme gesetzt wird (vgl. Abb. 1j). In über der Hälfte Südafrikas vermag die mittlere jährliche Netto-Strahlung den örtlichen mittleren Jahresniederschlag mehr als zweimal zu verdunsten. Die Variabilität des Budyko-Lettau-Trockenheits-Verhältnisses von Jahr zu Jahr ist sehr groß (vgl. Abb. 1k). Die Niederschläge der Sommerregengebiete sind vorwiegend konvektiven Ursprungs; Gewitter bilden sich meist am Nachmittag und frühen Abend.

Die Lufttemperaturen Südafrikas sind von der Höhenlage und Topographie abhängig; die Jahresmitteltemperaturen reichen von 11,5°C (2369 m NN in Lesotho) bis 28°C in Teilen des Sambesi-Tales. Die Anzahl der Tage mit maximalen und minimalen Temperaturen zeigt wiederum den starken Ost-West-Gradienten (vgl. Abb. 1m, n).

### Variabilität der Niederschläge

Für die zeitliche Veränderlichkeit eines Klimaelementes gibt es verschiedene Repräsentationsgrößen, die unter dem Oberbegriff Variabilität zusammengefaßt werden. Für den Niederschlag klimatologisch interessant ist die relative Variabilität:

$$\sum_{i=1}^n |x_i - x_m| \cdot 100/n \cdot x_m$$

Die relative Variabilität ist die mittlere Variabilität in % des Mittelwertes; die mittlere Variabilität ergibt sich aus der Summe der Absolutbeträge der Abweichungen vom Mittelwert  $x_m$ , geteilt durch die Zahl der Fälle  $n$ .

In Südafrika ist die jährliche relative Niederschlagsvariabilität kleiner als die saisonale, welche wiederum kleiner als die monatliche ist (Tyson 1986). Ganz allgemein ist die Variabilität während der Regenzeiten und in den Gebieten mit höchsten Niederschlägen am geringsten. Die Variabilität ist in feuchteren Jahren im arideren Westen bedeutend größer als in den östlichen Landesteilen (vgl. Abb. 2a-e).

Zwischen 1910 und 1977 betrug das absolute Minimum der Niederschläge (in % der mittleren Niederschläge) im Westen unter 25% und das absolute Maximum über 250% (vgl. Abb. 2f-i). Für das Erongo-Gebiet in Namibia nennt Hüser (1976) für eine 25jährige Reihe Minimalwerte von 10% und Maximalwerte von 400%!

Die räumliche Verteilung extrem feuchter und extrem trockener Jahre zeigt, daß extrem feuchte Jahre in arideren Gebieten häufiger als in den anderen Landesteilen sind; gleiches trifft für besonders trockene Jahre zu (vgl. Abb. 2j, k).

Es wird deutlich, daß die Niederschläge über dem südlichen Afrika von starken Schwankungen betroffen sind, die besonders in den ariden westlichen Gebieten ausgeprägt sind. Die Werte für Namibia können zum Teil noch extremer ausfallen.

Untersuchungen vor allem zur Variabilität der Niederschläge seit dem Beginn meteorologischer Beobachtungen in Südafrika sind in jüngster Zeit zahlreich ausgeführt worden (vgl. Tyson 1978, 1986). Tyson (1986) kann für die Sommerregengebiete eine erstaunlich regelmäßige Serie feuchter und trockener Pha-

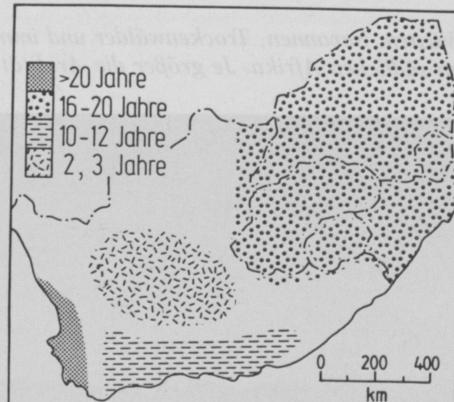


Abb. 4: Geographische Verteilung der Kernräume der ermittelten Oszillationen  
Quelle: nach Tyson 1986

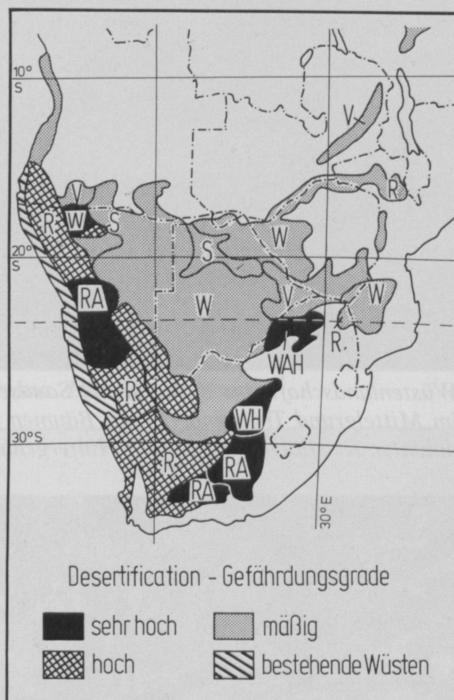
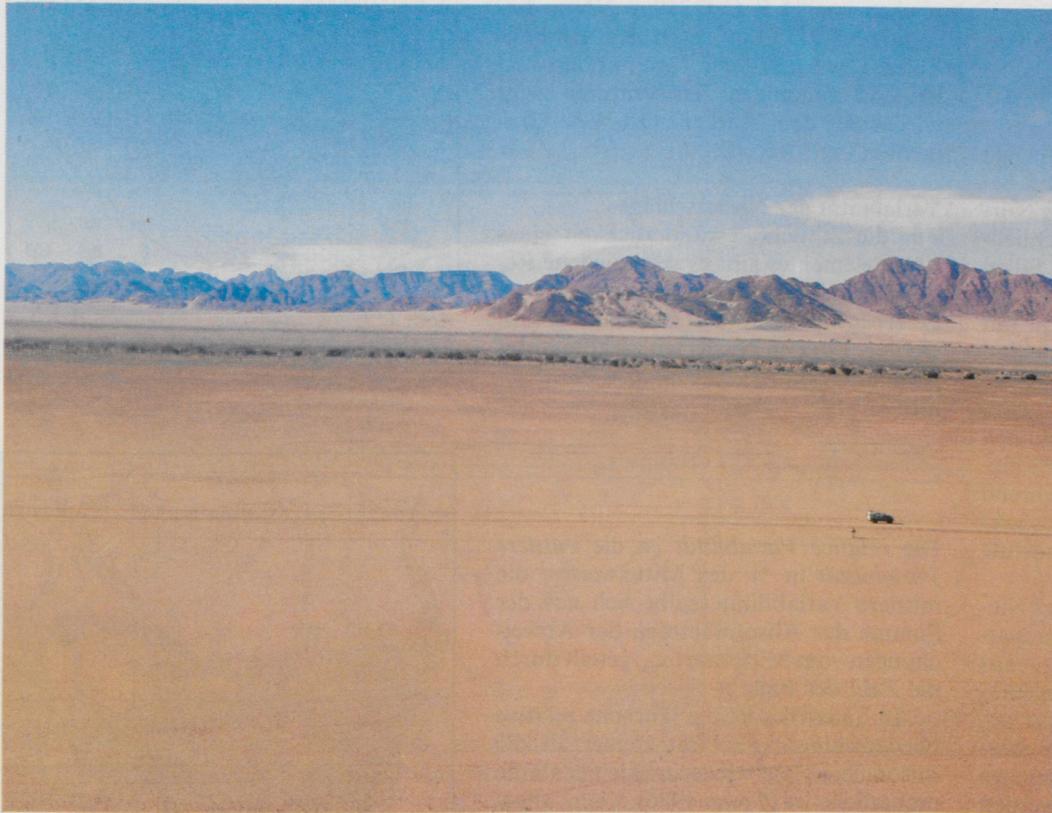


Abb. 5: Desertifikationszonen mit verschiedenen Gefährdungsgraden  
W – Sandbewegungen durch Wind  
R – Deflation und Schichtfluten auf steinigem und felsigem Substrat  
V – Bodenerosion auf Alluvial- und Residualböden  
S – Versalzung  
H – starker Bevölkerungsdruck  
A – starke Überweidung  
Quelle: nach World Map of Desertification, 1:25 Mio., UNCOD 1977

sen seit 1880 nachweisen (vgl. Abb. 3). Die ermittelten periodischen Oszillationen sind zwar schwach, können jedoch nicht ignoriert werden. Diese Oszillationen sind aber nur für bis zu 20–30% der Niederschläge verantwortlich. Außerdem gibt es Anzeichen dafür, daß der Temperaturgang gleichen, aber entgegengesetzten Schwingungen unterliegt.

Fortsetzung des Textes  
nach den Bildseiten

Wüsten, Savannen, Trockenwälder und immergrüne Wälder repräsentieren die Vielfalt der Klimaregionen im südlichen Afrika. Je größer die Aridität, desto größer die Variabilität der Niederschläge



Wüstenlandschaft. Im Vordergrund Sandschwemmebene, im Mittelgrund Trockenbett (mit Bäumen und Büschen), dahinter Kiesfläche (Serir), im Hintergrund Wüstengebirge



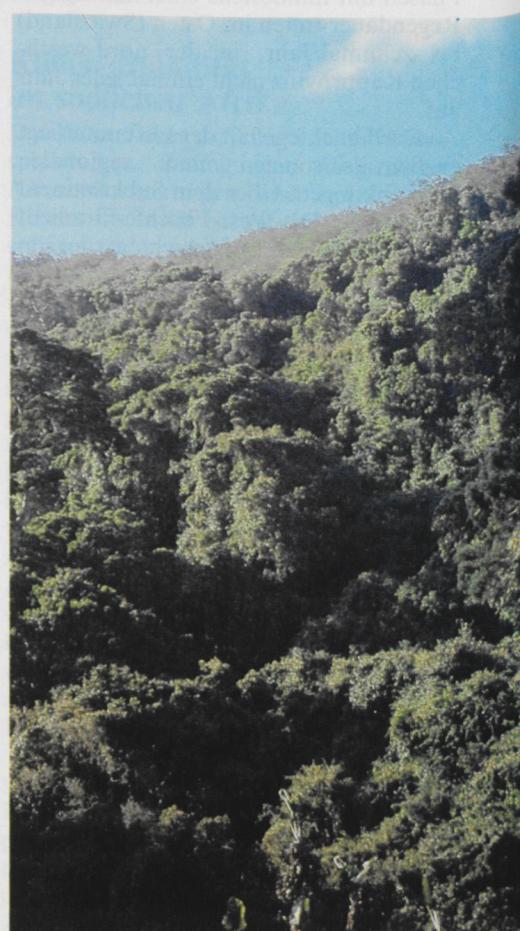
Foto: K. Heine

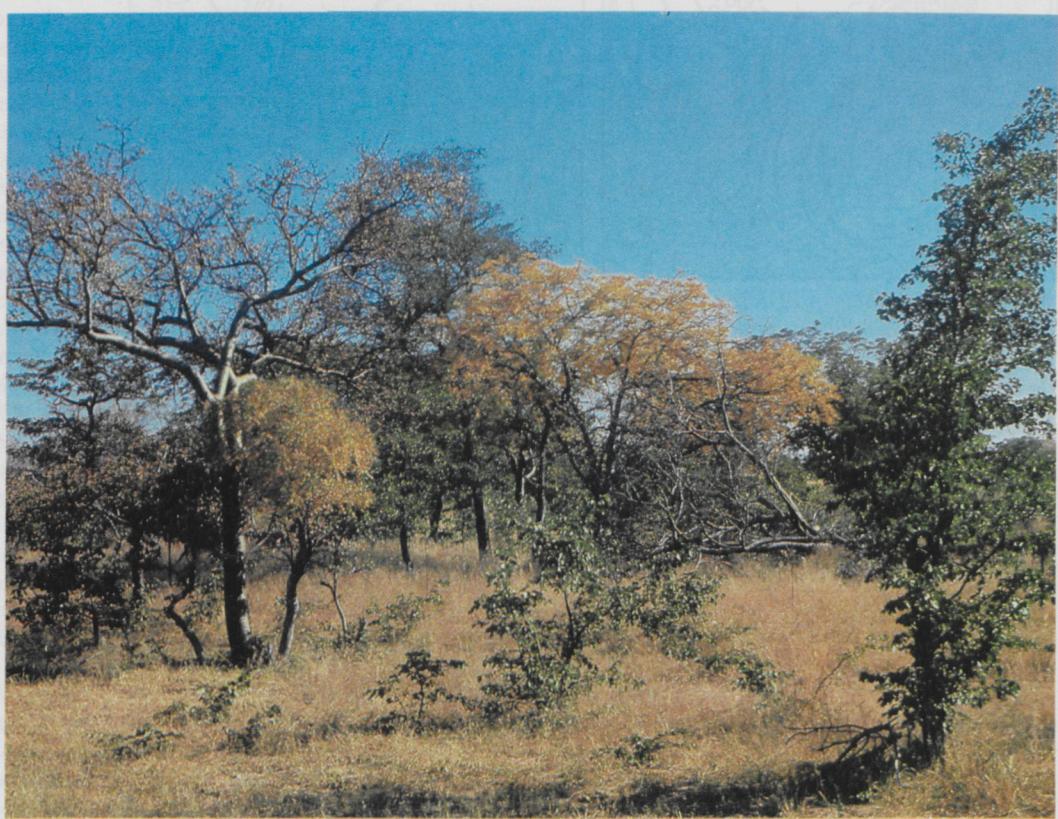
Baum-/Dornsavanne am Ende der Regenzeit. SWA/Namibia. Weidewirtschaft (Farmbetriebe)



▷ Galeriewald am Sambesi. Zimbabwe

Temperierter ▷  
immergrüner  
Wald bei  
Knysna, RSA.  
Niederschläge  
zu allen  
Jahreszeiten





Trockenwald (Mopane-Wald) in Nord-Botswana. Ende der Regenzeit

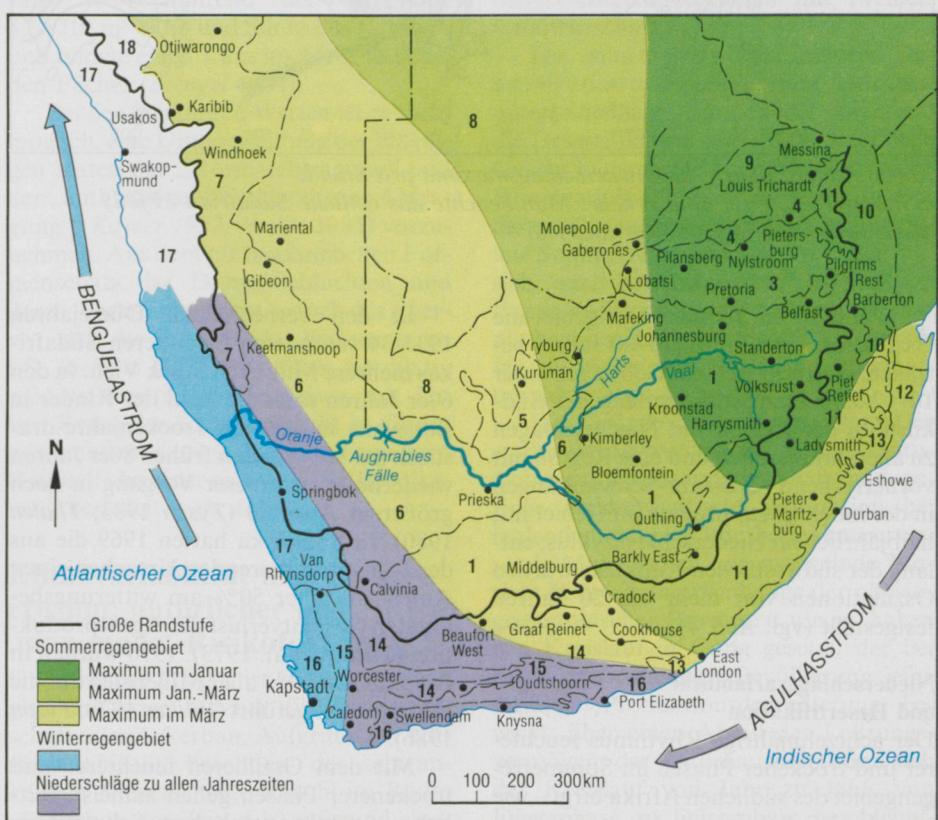


Abb. 6: Die natürlichen Einheiten Südafrikas und jahreszeitliche Niederschlagsregime

1. Hochveld, 2. Basuto-Hochland, 3. Transvaal-Plateau-Becken (Buschveld), 4. Nord-Transvaal-Plateaus, 5. Kaap-Plateau, 6. Kap-Mittelveld, 7. Damarahochland, 8. Kalahari, 9. Limpopo-Depression, 10. Niederveld, 11. Östliche Hochländer (der Plateau-

abdachung), 12. Zululand-Küstenebene, 13. Küstenzone von Natal-Transkei, 14. Große Karru und Kleine Karru (südlich), 15. Kap-Faltenzone, 16. Südliches Küstenvorland, 17. Namib, 18. Kaokoveld

Quelle: nach King 1963

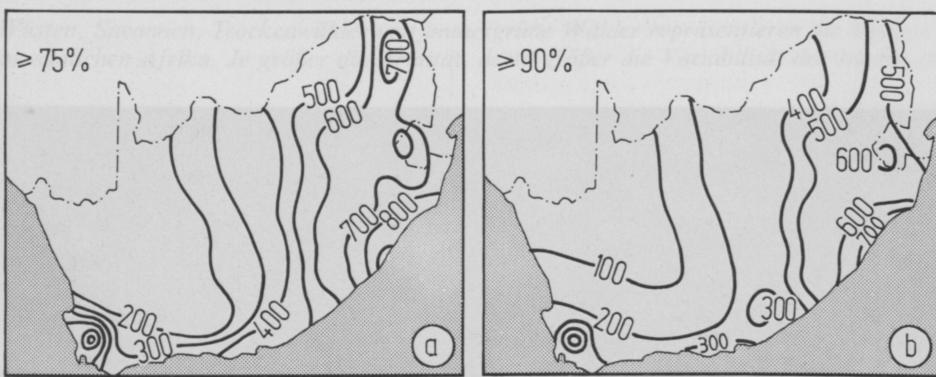


Abb. 7: Niederschlagsprognosen aufgrund der beobachteten Niederschlagsvariabilität, angegeben in mm Niederschlag pro Jahr, (a) mit  $\geq 75\%$  Wahrscheinlichkeit, (b) mit  $\geq 90\%$  Wahrscheinlichkeit

Quelle: nach Tyson 1986

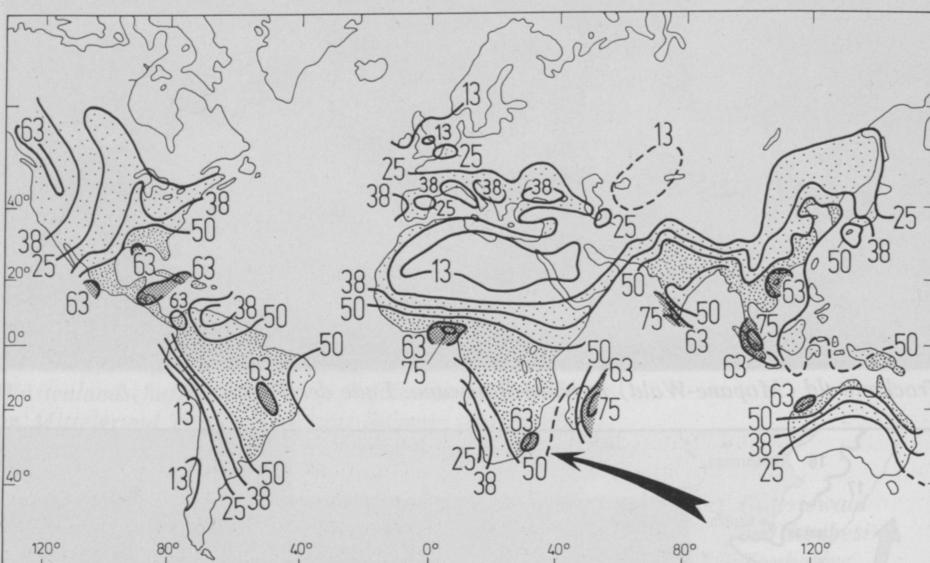


Abb. 8: Isolinienkarte für Niederschlagsmaxima pro Stunde in mm mit 2jähriger Wiederkehr. Man beachte das östliche Südafrika (Pfeil)

Quelle: Jansson 1982 nach US Dep. Army 1963

Während im Sommerregengebiet die Oszillationen 18 Jahre (16–20 Jahre) betragen, erstreckt sich ein Gebiet mit einer 10–12-Jahr-Oszillation entlang der Südküste in der Region mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten und eine Region mit vorherrschend 2, 3-Jahr-Schwankungen in der inneren Kapprovinz im Gebiet mit halbjährlichem Niederschlagszyklus; entlang der südwestlichen Kapküste wurden Oszillationen von mehr als 20 Jahren festgestellt (vgl. Abb. 4).

#### Niederschlagsvariabilität und Desertifikation

Der achtzehnjährige Rhythmus feuchterer und trockener Phasen im Sommerregengebiet des südlichen Afrika birgt – wie aus dem Sahelraum bekannt ist (vgl. Mensching 1979 und 1985) – die Gefahr der Desertifikation in sich, wenn bei Dürrephasen infolge eines starken Bevölkerungsdruckes die Naturausstattung eines Landschaftsraumes überbeansprucht wird.

In den verheerenden Dürrejahren 1933/34 verendeten im Inneren Südafrikas mehrere Millionen Stück Vieh. In den 60er Jahren sank die Zahl der Rinder in Botswana infolge der Trockenjahre drastisch um 30%; in den frühen 80er Jahren wiederholte sich dieser Vorgang in noch größerem Ausmaß (Tyson 1983; Thalen 1980). In Südafrika hatten 1969 die aus der Dürre resultierenden Ursachen einen Anteil von über 50% am witterungsbedingten Gesamtverlust der Agrarproduktion (Theron et al. 1973). 1970 wurden in Lesotho fast 80% aller Mißernten auf die Dürre zurückgeführt (Wilken 1978; Tyson 1986).

Mit dem Oszillieren feuchterer und trockener Phasen gehen zumeist, zeitlich ein wenig verschoben, Schwankungen der Bestockungsdichte extensiver Weidegebiete, Expansion und Wüstfallen des Kulturlandes sowie Zu- und Abnahme der Bevölkerung einher.

Eine Karte der Desertifikations-Gefährdung (vgl. Abb. 5) läßt die unmittel-

baren Beziehungen zwischen der Variabilität der Niederschlagsbedingungen und den potentiellen Desertifikationsprozessen hervortreten. Die klimatisch-ökologische Ausstattung der durch die Desertifikation gefährdeten Gebiete bedeutet für alle ackerbaulichen und weidewirtschaftlichen Landnutzungssysteme ein kalkulierbares Risiko, das in der Variabilität der Niederschläge begründet ist (vgl. Mensching 1985, S. 103; Tyson 1981).

Aufgrund der Untersuchungen zur Klimavariabilität können für Südafrika sowohl die Niederschlagswahrscheinlichkeit (vgl. Abb. 7) als auch ein extrapoliertes Trend der feuchten und trockenen Klimaphasen des Sommerregengebietes (vgl. Abb. 3) angegeben werden (Tyson und Dyer 1978; Tyson 1986). Es ist evident, daß langjährige Mittelwerte der Niederschläge in den meisten südafrikanischen Klimaregionen keinen Aussagewert hinsichtlich der für den Lebensraum entscheidenden Klimafakten haben (Hüser 1976, S. 15). Auch ergeben die Analysen, daß die Hypothese vom Fortschreiten der Austrocknung des südafrikanischen Subkontinents bis in die Gegenwart nicht zutreffen (Tyson 1986).

Die quasi-periodischen, langdauern- den Trockenphasen müssen weder zu einer größeren Desertifikation noch zu Mißernten und nationalen Wirtschaftskrisen führen; wenn die wirtschaftlichen Entwicklungsstrategien der Klimavariabilität angepaßt werden, wird es in Zukunft zwar Dürren, aber keine Dürrekatastrophen geben. Die Bewältigung von Dürrephasen gelang bisher im südlichen Afrika besser als in der Sahelzone.

#### Bodenerosion im südlichen Afrika

Die Bodenerosion ist möglicherweise heute das größte Umweltproblem auf der Erde (Toy 1982). „Unter Bodenerosion werden alle jene Erscheinungen der Abtragung (Denudation, Erosion und Akkumulation) verstanden, die den Haushalt der Landschaft über ein naturgegebenes Maß hinaus verändern. Sie werden vom Menschen ausgelöst und meist durch Wasser oder Wind bewirkt (Abspülung und Auswehung“ (Richter 1965).

Es gibt bisher keinerlei Anzeichen dafür, daß direkte kausale Beziehungen zwischen dem oszillierenden Charakter der südafrikanischen Klimate und der Bodenerosion i.S. Richters (1965) bestehen. Zwar ist bekannt, daß die vom Menschen ausgelöste und beschleunigte Erosion indirekt auf oszillierende feuchtere und trockenere Klimaphasen reagiert, denn Dürreperioden können zur Desertifikation führen, wodurch die Voraussetzungen für verstärkte Bodenerosion gegeben werden. Inwieweit dies für

das südliche Afrika zutrifft, ist bisher nicht untersucht worden.

Die Intensität der Bodenerosion resultiert in dem Zusammenwirken zahlreicher Faktoren (Klima, Relief, Boden, Vegetation, Bewirtschaftungsweise etc.). Im Hinblick auf das südliche Afrika sollen einige Anmerkungen zu den klimatischen Faktoren gemacht werden (vgl. auch Janson 1982; Schieber 1983).

Das östliche Südafrika erhält relativ häufig *Niederschläge sehr hoher Intensität*, während der aride Westen eine geringe Niederschlags-Energie aufweist (vgl. Abb. 8). Im August 1970 wurden weite Bereiche von East London verwüstet, als über 447 mm Regen in 24 Stunden niedergingen; in Port Elizabeth fielen 1968 ähnliche Regenmengen, im Zululand 1940 sogar 590 mm in 24 h, das ist die höchste bisher in Südafrika registrierte Menge. Ende 1987 wurden Teile Natals von sintflutartigen Regenfällen heimgesucht; in wenigen Tagen fielen bei Richards Bay 850 mm Niederschlag und in einem 14000 km<sup>2</sup> großen Gebiet durchschnittlich 400 mm. Ca. 500 Todesopfer und gewaltige Sachschäden sind die Bilanz dieser Niederschlagsereignisse.

Die Saisonalität und Variabilität der Niederschläge im südlichen Afrika begünstigt die Bodenerosion, wobei in den feuchteren Landesteilen die saisonalen Niederschläge höhere Erosionsraten bewirken als die größere Variabilität der Niederschläge in den ariden Gebieten (vgl. Abb. 9).

Im südlichen Afrika sind Bodenerosionsprozesse aufgrund von Überweidung, unsachgemäßem Ackerbau und Feuerholzgewinnung erst seit dem späten 19. Jahrhundert nachzuweisen (Heine 1987, S. 45). Die Jäger und Sammler der Khoisan-Völker und die Ackerbauern und Viehzüchter der Bantu-Gruppen haben vor der Einwanderung der Europäer nicht zur Bodenerosionsbeschleunigung beigetragen. Während der Pionierzeit, vor allem aber zwischen den beiden Weltkriegen, erlebte Südafrika eine rasche Ausweitung der Anbau- und Weidegebiete. Der Weizenanbau im südwestlichen Kap und der Maisanbau im Hochveld begünstigten durch ihre Monokultur die Bodenerosion; vor dem Zweiten Weltkrieg hatte Südafrika den Ruf, das am stärksten erodierte Land der Erde zu sein; die Bodenerosion, ein nationales Übel, wurde dann durch „The Forest and Veld Conservation Act“ (1941) und „The Soil Conservation Act“ (1946) energisch bekämpft.

Der Regenzeit-Trockenzeit-Rhythmus bedingt z.T. eine schüttere Vegetationsdecke, so daß bei den Starkregen die Erosion des Oberbodens größer ist als z.B. im äquatornahen Afrika in den wechselfeuchten Tropen (Schieber 1983). Die Sammlung des oberirdisch abfließen-

den Wassers in Bächen führt zur Bildung von Schluchten, sog. Dongas. Weit verbreitete Natrium-haltige Kolluvien und Böden mit wasserstauenden Tonhorizonten und charakteristischen bodenchemischen Eigenschaften beschleunigen die Donga-Bildung vor allem im östlichen Südafrika von Zimbabwe im Norden bis Lesotho im Süden (Rooyani 1985, Yaalon 1987; Watson et al. 1987).

Flächenspülung und die rasche Ausbreitung der Dongas hat in weiten Teilen das Farmland degradiert. Die großen Mengen des durch Rinnen- und Rillenspülung, Bodenkriechen und Erdrutsche abgetragenen Materials werden in Lösung und Suspension über die Flüsse und äolisch den Sedimentationsbecken zugeführt. Künstliche Dämme füllen sich oft schnell mit Sedimenten auf.

Schieber (1983) berichtet, daß  $363 \times 10^6$  Tonnen Bodenmaterial pro Jahr abgetragen und den Flüssen in Südafrika geliefert wird; in Lesotho wurden Netto-Bodenerosionsraten zwischen 100 und 1000 t/km<sup>2</sup>/a ermittelt (Chakela 1981), allein ca.  $50 \times 10^6$  Tonnen/Jahr werden über den Oranje-Fluß dem Atlantik zugeführt, und 1919/20 haben die 9 größten Flüsse Südafrikas  $187 \times 10^6$  Tonnen an festen Bestandteilen ins Meer transportiert (King 1963). In Namibia brachte der Swakop im sehr feuchten Jahr 1934 während der Regenzeit  $35 \times 10^6$  m<sup>3</sup> Sand und Silt in den Atlantik und bildete einen 1 km ins Meer reichen den Fächer (Stengel 1964).

Bei den genannten Werten ist es nicht möglich, eine Unterscheidung der anteiligen Raten der „Normalabtragung“ und der „anthropogenen beschleunigten Abtragung“ (Kayser 1952; Baillie 1985) vorzunehmen. Aus dem oft beschriebenen Formenschatz der Donga-Schluchten und deren Verbreitung geht jedoch klar hervor, daß die Prozesse der Bodenerosion i.S. Richters (1965) vor allem die relativ niederschlagsreichen Regionen mit hohen Raten der Sedimentfracht in Gerinnen befallen; diese Gebiete sind zu einem Großteil von einer nicht-weißen Bevölkerung besiedelt (vgl. Abb. 9).

### Klimavariabilität und Bodenerosion: natürlicher und „man-made“ Risikofaktor

Das südliche Afrika ist nicht überall in gleicher Weise nutzbar für Weidewirtschaft oder Ackerbau. Aufgrund der Klimavariabilität, besonders der schwankenden Niederschläge sowohl im Raum als auch in der Zeit, d.h. aufgrund eines natürlichen Risikofaktors, sind die ariden Gebiete am stärksten benachteiligt. Hier ist das Leistungsvermögen des Naturhaushalts gering, die Gefahren der Desertifikation sind groß. Nur die umsichtige Bewirtschaftung dieser Gebiete

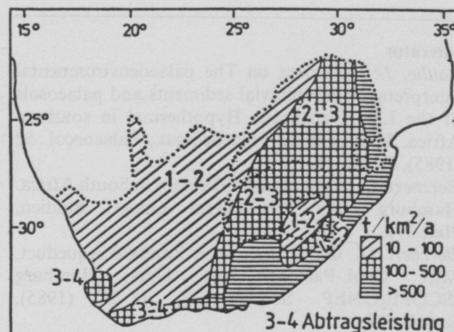


Abb. 9: Abtragsleistung für Südafrika, kalkuliert aufgrund von Sedimentaten in Staudämmen

1 = sehr schwach,	Einige Werte aus den Gruppen in t/km <sup>2</sup> /a:
2 = schwach,	1: 12, 16, 28, 36;
3 = mäßig,	2: 73, 81;
4 = hoch,	2-3: 121, 137, 161;
5 = sehr hoch	3: 202, 202, 242, 242, 242, 242; 4: 484; 4-5: 645, 1209; 5: 1612

Quelle: nach Jansson 1982

vermochte bisher Katastrophen – wie sie in der Sahelzone in den letzten Dekaden aufgetreten sind – im wesentlichen zu vermeiden. Doch dabei zeigt sich, daß die Variabilität der Niederschläge in der jüngeren Vergangenheit für die von Bantu bewirtschafteten Gebiete größere Probleme brachte als den oft klimatisch mehr benachteiligten Regionen mit ‚weißer‘ Landwirtschaft.

Die ‚man-made‘ Risikofaktoren Desertifikation und Bodenerosion bedrohen unterschiedliche Landesteile. Während die Desertifikation eine große potentielle Gefahr in den ariden Gebieten mit hoher Klimavariabilität darstellt, greift die Bodenerosion in den vom Klima begünstigten Sommerregengebieten im Osten um sich; auch hier zeigt sich, daß die von Bantu-Völkern bewirtschafteten ‚afrikanischen‘ Landschaften viel stärker betroffen sind als die ‚europäischen‘ Landschaften der weißen Farmer.

Die Gründe dafür liegen offen: Der starke Bevölkerungsdruck in den Bantu-Gebieten, Subsistenzwirtschaft und geringe marktorientierte Produktion bei fehlendem Kapital für bodenkonservierende Maßnahmen, die mangelnde Einsicht in die Zusammenhänge der physiogeographischen Prozesse u.v.a.m. haben den Kreislauf in Gang gesetzt, der bei rasch zunehmender Bevölkerung eine ständige Produktionsdegradierung bewirkt; über einen Abfall des Leistungsvermögens des Naturhaushalts kann sich der Kreislauf von Jahr zu Jahr, von Dürrephase zu Dürrephase beschleunigen. Die Probleme im südlichen Afrika resultieren – wie in diesem Beitrag aufgezeigt wurde – nicht allein aus der Apartheidspolitik.

**Literatur**

- Baillie, I.: Comment on The palaeoenvironmental interpretation of colluvial sediments and palaeosols of the Late Pleistocene Hypothermal in southern Africa. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 52 (1985), S. 159–163.
- Borchert, G.: Agricultural Efficiency in South Africa. Hamburg 1983 (Hamburger Geogr. Studien, Heft 39).
- Borchert, G., und S. Kempe: A Zambezi Aqueduct, Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg (SCOPE/UNEP Sonderband), H. 58 (1985), S. 443–457.
- Butzer, K. W.: Accelerated Soil Erosion: A Problem of Man-Land Relationships. In: I. R. Manners und M. W. Mikesell (Hrsg.): Perspectives on Environment. Washington, D.C. 1974, S. 57–78.
- Chakela, Q. K.: Soil Erosion and Reservoir Sedimentation in Lesotho. UNGI Rapport Nr. 54. Uppsala 1981 (Dept of Geography, University).
- Hare, F. K.: Climate and Desertification. United Nations Conference on Desertification, A/Conf. 74/5, 1977.
- Hărăoabă, I.: Aspects de la pluviosité en Afrique méridionale. Analele științifice ale Universității „Al. I. Cuza“ din Iași, Tomul XXXII, S. II b. Geologie – Geografie, 1986, S. 71–76.
- Heine, K.: Anthropogenic Sedimentological Changes during the Holocene in Southern Africa. *Striae* 26 (1987), S. 41–50.
- Hüser, K.: Der Niederschlagsgang und die Niederschlagsverteilung im Gebiet des Erongo, mittleres Südwestafrika. *Journal XXX* (SWA Wiss. Ges.). Windhoek 1976, S. 7–24.
- Jackson, S. P., und P. D. Tyson: Aspects of weather and climate over southern Africa. Johannesburg 1971 (Environmental Studies, Dept. of Geography and Environmental Studies, Univ. of the Witwatersrand, Occasional Paper No. 6).
- Jaeger, F.: Afrika. 3. Aufl. Leipzig 1928.
- Jansson, M. B.: Land erosion by water in different climates. UNGI Rapport Nr. 57. Uppsala 1982 (Dept. of Geography, University).
- Kayser, K.: Soil Erosion (Bodenverheerung) und Normalabtragung. Tag.-Ber. u. wiss. Abh. Dt. Geographentag Frankfurt 1951. Remagen 1952, S. 189–197.
- King, L. C.: South African Scenery. Edinburg and London 1963.
- Ders.: The geomorphology of central and southern Africa. In: M. J. A. Werger (Hrsg.): Biogeography and Ecology of Southern Africa. The Hague 1978, S. 1–17.
- Klimm, E., K.-G. Schneider und B. Wiese: Das südliche Afrika. Darmstadt 1980 (Wiss. Länderkunden, Bd. 17).
- Lamb, H. H.: Climate. Present, Past and Future. Vol. 2, Climatic history and the future. London 1977.
- Leser, H., und H.-J. Klink: Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1 : 25000 (KA GÖK 25). Trier 1988 (Forsch. dt. Landeskunde, Bd. 228).
- Livingstone, D.: Missionary Travels and Researches in South Africa; Including a Sketch of Sixteen Year's Residence in the Interior of Africa. New York 1858.
- Menschling, H.: Desertifikation. Ein aktuelles geographisches Forschungsproblem. GR 31 (1979), S. 350–355.
- Menschling, H. G.: Die Sahelzone – Probleme ohne Lösung? *Die Erde* 116 (1985), S. 99–108.
- Passarge, S.: Die Kalahari. Berlin 1904.
- Rapp, A.: Soil Erosion and Sedimentation in Tanzania and Lesotho. *Ambio* 4 (1975), S. 154–163.
- Richter, G.: Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn-Bad Godesberg 1965.
- Rooyani, F.: A note on soil properties influencing piping in the contact zone between albic and argillic horizons of certain duplex soils (Aqualfs) in Lesotho, southern Africa. *Soil. Sci.* 139 (1985), S. 517–522.
- Scheidl, L. G.: Die Wirtschaft der Republik Südafrika. Wien 1976 (Wiener Geogr. Schriften, Bd. 41/42).
- Schieber, M.: Bodenerosion in Südafrika. Vergleichende Untersuchungen zur Erodierbarkeit subtropischer Böden und zur Erosivität der Niederschläge im Sommerregengebiet Südafrikas. Giessen 1983 (Giesener Geogr. Schr., H. 51).
- Schulze, R. E., und O. S. McGee: Climatic indices and classifications in relation to the biogeography of Southern Africa. In: M. J. A. Werger (Hrsg.): Biogeography and Ecology of Southern Africa. The Hague 1978, S. 19–52.
- Stengel, H. W.: Die Riviere der Namib und ihr Zulauf zum Atlantik. I. Teil: Kuiseb und Swakop. Scient. Pap. Namib Desert Res. Station, Original Print 22, Windhoek 1964.
- Thalen, D. C. P.: Prozesse der Desertification und Probleme der Wüstenabgrenzung – ein Vergleich des Nahen Ostens (Irak) mit dem südlichen Afrika (Botswana). *Geomethodica* 5 (1980), S. 43–80.
- Theron, M. J., V. L. Mathews, und P. J. Neethling: The economic importance of the weather services to the South African agricultural sector – a Delphi survey. CSIR Research Rep. 321, Pretoria 1973.
- Toy, T. J.: Accelerated erosion: Process, problems, and prognosis. *Geology* 10 (1982), S. 524–529.
- Tyson, P. D.: Atmospheric Circulation and Precipitation over South Africa. Johannesburg 1969 (Environmental Studies, Dept. of Geography and Environmental Studies, Univ. of the Witwatersrand, Occasional Paper No. 2).
- Ders.: Rainfall Changes over South Africa during the period of meteorological record. In: M. J. A. Werger (Hrsg.): Biogeography and Ecology of Southern Africa. The Hague 1978, S. 53–69.
- Ders.: Temporal and spatial variation of rainfall anomalies in Africa south of latitude 22° during the period of meteorological record. *Climatic Change* 2 (1980), S. 363–371.
- Ders.: Climate and desertification in southern Africa. *GeoJournal Suppl.* 2 (1981), S. 3–10.
- Ders.: The great drought. *Leadership SA* 2 (3) (1983), S. 49–57.
- Ders.: Climatic Change and Variability in Southern Africa. Cape Town 1986.
- Tyson, P. D., und T. G. J. Dyer: The predicted above-normal rainfall of the seventies and the likelihood of drought in the eighties in South Africa. *South African Journal of Science* 74 (1978), S. 372–377.
- UNCOD, A/Conf. 74/2. Nairobi 1977.
- US Dep. Army, Technical Manual 5–330. Planning, site selection, and design of roads, airfields, and heliports in the theater of operations. 1963.
- Watson, A., D. Price Williams, und A. Goudie: Reply to "Is gullying associated with highly sodic colluvium? Further comment to the environmental interpretation of southern African dongas". *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 58 (1987), S. 123–128.
- Weischet, W.: Klimatologische Interpretation von METEOSAT-Aufnahmen. *GR* 31 (1979), S. 465–468.
- Wilken, G. C.: Agroclimatic hazards and risk perception in Lesotho: a preliminary view. Paper presented at the I.G.U. Regional Conference, Ibadan (Nigeria), Juli 1978.
- Yaalon, D. H.: Is gullying associated with highly sodic colluvium? Further comment to the environmental interpretation of southern African dongas. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 58 (1987), S. 121–123.

**Gerald Braun**

**Die südafrikanische Reiseagentur in Frankfurt wirbt mit dem Slogan: „Südafrika: Eine Welt in einem Land.“ Die Werbemanager haben Recht – wahrscheinlich ohne es zu wollen. Tatsächlich bündeln sich in der Kaprepublik wie in einem Brennglas jene Weltkonflikte zwischen den „haves“ und den „have-nots“, die das internationale System der Gegenwart fundamental prägen. Am Kap der Guten Hoffnung findet der Nord-Süd-Konflikt in einem Land statt. Entgegen der konventionellen Meinung (die Südafrika für ein Industrieland hält) scheint es angemessener, Südafrika als Mikrokosmos der Welt zu betrachten, als ein Land zwischen Erster und Dritter Welt. Diese Perspektive hat möglicherweise paradigmatischen Charakter. Sie kann auch Einsichten vermitteln über Ursachen wie Lösungsansätze des globalen Nord-Süd-Konflikts: Zum Guten wie zum Schlechten.**

**Autor**

Prof. Dr. Klaus Heine, geb. 1940.  
Geographisches Institut der Universität Regensburg, Postfach 397, 8400 Regensburg.  
Arbeitsgebiete/Forschungsschwerpunkte:  
Geomorphologie, Eiszeitenforschung, Paläoklima, Südliches Afrika, Mexiko, Deutschland.