

Saharische und sudanische, Wüsten- und Savannenelemente in der Halbwüstenvegetation Mauretaniens

- Heike Culmsee, Freiburg -

Let us proceed northwards from the Senegal coast, Tombouctou or Lake Chad — that is, from a wooded steppe with Acacia spp., (A. tortilis, A. senegal, A. seyal, etc.), Balanites, Commiphora, Combretum glutinosum, Piliostigma, Grewia villosa, etc. Some days later all these species, with the exception of Acacia tortilis and Balanites, will have disappeared one after the other, and given place to Saharan populations; but at no moment would you have the impression of crossing a biological frontier.

Théodore MONOD (1986): The Sahel Zone North of the Equator

Abstract

Saharan and Sudanian, desert and savannah elements in the semi-desert vegetation of Mauritania

Dependent on the attribute investigated (physiognomic-structural or floristic-sociological features), the frontier between Southern Sahara and Sahel differs broadly. In the present study, the occurrence of Saharan and Sudanian, desert and savannah elements in the semi-desert vegetation of Mauritania (West Africa) is analysed on two scales: firstly according to a large scale north-south axis, secondly corresponding to the catena within two landscape complexes (an inselberg-reg-wadi landscape, and a dune-wadi landscape). The contracted mode of perennial vegetation in the north is replaced by a mainly diffusely distributed vegetation in the south. The dominance and constancy of life forms change from phanerophytes being dominated by chamaephytes and therophytes in the north to dominance of phanerophytes and therophytes in the south. A phyto-geographical gradient can be noticed on a north-south axis, but also within the catena dependent on soil-water conditions. Phyto-sociologically, within the shrub and tree communities an enrichment in Sudanian elements can be observed towards the south. Within the catena of the inselberg landscape, wadis are enriched in Sudanian elements in the plant communities while the inselbergs bear a Saharan / desert vegetation. Wadis and lower regs are characterised by *Acacio-Panicion* communities, partly enriched in Sudanian elements. The rock community of the inselbergs belongs to the Saharan class *Asterisco-Forskaletea*.

Einleitung

Der Saharaforscher MONOD (1986) beschreibt den Sahel als langsamen Übergang von der Savanne zur Wüste. Man bemerke diesen Übergang kaum und habe nirgends den Eindruck, eine „biologische Grenze“ zu passieren.

Der Versuch einer Abgrenzung von Wüste zu Halbwüste, von Halbwüste zu Savanne, wurde für den nordafrikanischen Trockenraum aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen heraus unternommen. Je nach betrachtetem Parameter — klimatologischen, pflanzengeographischen oder vegetationskundlichen Gesichtspunkten — differiert die Lage der gezogenen Grenzlinien sowohl im Norden als auch im Süden erheblich (CAPOT-REY 1953, SCHIFFERS 1971, MONOD 1986).

Klimatologisch wird der Sahel im Süden durch die 400 mm Isohyete begrenzt (MONOD 1986). Die 100 mm Isohyete gilt als absolute Nordgrenze des sahelisch geprägten Raumes (BARRY 1989, MURAT et al. 1944). Aus phytogeographischer Sicht ist ein fließender Übergang sowohl am Nord- als auch am Südrand der Sahara nachvollziehbar (FRANKENBERG 1978a). Sudan, Saharo-Arabien und die Mediterraneis gelten als regionale Endemismuszentren (WHITE 1976, WHITE & LÉONARD 1991), die durch regionale Übergangszonen — Sahel bzw. Submediterraneis — miteinander verbunden sind. Der Sahel als Übergangszone zeichnet sich durch das Vorkommen sowohl saharo-arabischer als auch sudanisch-dekkanischer Arten aus. In Westafrika zeigt die Florenregionskarte (FRANKENBERG 1978a) einen deutlichen Brückencharakter in einigem Abstand zur Atlantikküste. Diese Verschiebung der floristischen Grenzlinie geht weit über die dort ebenfalls vorhandene und durch orographische Gegebenheiten begründete Verschiebung der 100 mm Isohyete hinaus (MONOD 1986). Die räumliche Verteilung von ausdauernden tropischen Florenelementen ist in erster Linie von der jährlichen Mitteltemperatur des kältesten Monats abhängig. In der atlantisch gemäßigten westlichen Sahara wird diese Frostgrenze (VON WISSMANN 1948) küstenparallel nach Norden abgelenkt (BARRY 1989, LE HOUÉRO 1986). Aus vegetationskundlicher Sicht wurden für den westlichen nordafrikanischen Trockenraum mehrere Versuche unternommen, den Südrand der Sahara bzw. den Übergang von Wüste und Halbwüste zu beschreiben. Dabei wurden zum einen vornehmlich syntaxonomisch-biogeographische Kriterien (MONOD 1939, MURAT et al. 1944, BARRY et al. 1986, BARRY 1989), zum anderen hauptsächlich physiognomisch-strukturelle Kriterien der ausdauernden Vegetation (STOCKER 1962, SCHULZ 1988) herangezogen. Nach BARRY (1989) vollzieht sich die Grenze zwischen Sahara und Sahel floristisch innerhalb des *Acacio-Panicion*. Der Sahel entspricht dem Gebiet zwischen den 100 und 400 mm Isohyeten. Es wird weiter unterschieden zwischen einem sahelo-saharischen Gebiet, das durch den Verband *Acacio-Panicion* gekennzeichnet ist, und einem sahelischen Gebiet, das durch den Verband *Acacio-Aristidion* charakterisiert wird. SCHULZ (1988) definiert Wüste, Halbwüste und sahelische Savanne in erster Linie über Modus und Physiognomie der ausdauernden Vegetation, dann erst über den floristischen Gehalt: Die Wüste ist durch eine in Wadis und Depressionen kontrahierte Vegetation mit *Acacia tortilis*-Bäumen und *Panicum turgidum*-Horstgras gekennzeichnet. Der kontrahierte Vegetationstyp geht über in die diffuse Halbwüstenform der Horstgras-Dornsavanne (= saharische Savanne). Die echte Sahel-Savanne ist als Dornsavanne mit annuellen Gräsern als dominierendem Unterwuchs gekennzeichnet. Aus Sicht der Bodennutzung scheint die Unterscheidung von Wüste und Halbwüste eine untergeordnete Rolle zu spielen. In einer „Karte der realen Vegetation und Bodennutzung“ fassen LAUER et al. (1996) tropisch-subtropische Halbwüsten und Wüsten zusammen, in denen Nomadismus, Transhumanz und Oasenwirtschaft vorherrschen, und grenzen diese gegenüber regengrünen Dornstrauch-Formationen mit extensiver Rinderweidewirtschaft und z.T. stationärer Farmwirtschaft ab.

In der vorliegenden Studie wird der Wandel in der Halbwüstenvegetation Mauritiens entlang des klimatischen Gradienten untersucht. Auf den klimatischen Gradienten in einem solchen Übergangsraum ist eine differenzierte Reaktion verschiedener Organismen zu erwarten. Sich hieraus ergebende Muster in der Vegetation werden anhand von physiognomisch-strukturellen und floristisch-soziologischen Kriterien analysiert. Auf zwei verschiedenen Betrachtungsebenen wird dabei folgenden Fragestellungen nachgegangen:

Ebene 1: Der gesamte Untersuchungsraum

Wie ergibt sich innerhalb der Nord-Süd-Achse des gesamten Untersuchungsraumes eine Verschiebung in der Dominanz von Wüsten- und Savannen-, von saharischen und sudanischen Elementen?

Ebene 2: Die jeweilige Catena der Untersuchungsgebiete

Spiegelt sich der Wandel von der Savanne zur Wüste in den verschiedenen Habitaten eines Landschaftskomplexes wider?

Der Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfasst zwei Landschaftskomplexe in Halbwüstengebieten mit permanent arider Jahreszeit (WALTER & LIETH 1960-67) und 100-250 mm Sommerregen (BARRY 1989) in den westmauretanischen Provinzen Inchiri und Trarza (Abb. 1). In erster Linie wurden die Untersuchungsgebiete ausgewählt, weil sie typische Brutgebiete der Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Acrididae: Orthoptera) sind (FAO 1997, CULMSEE 2002).

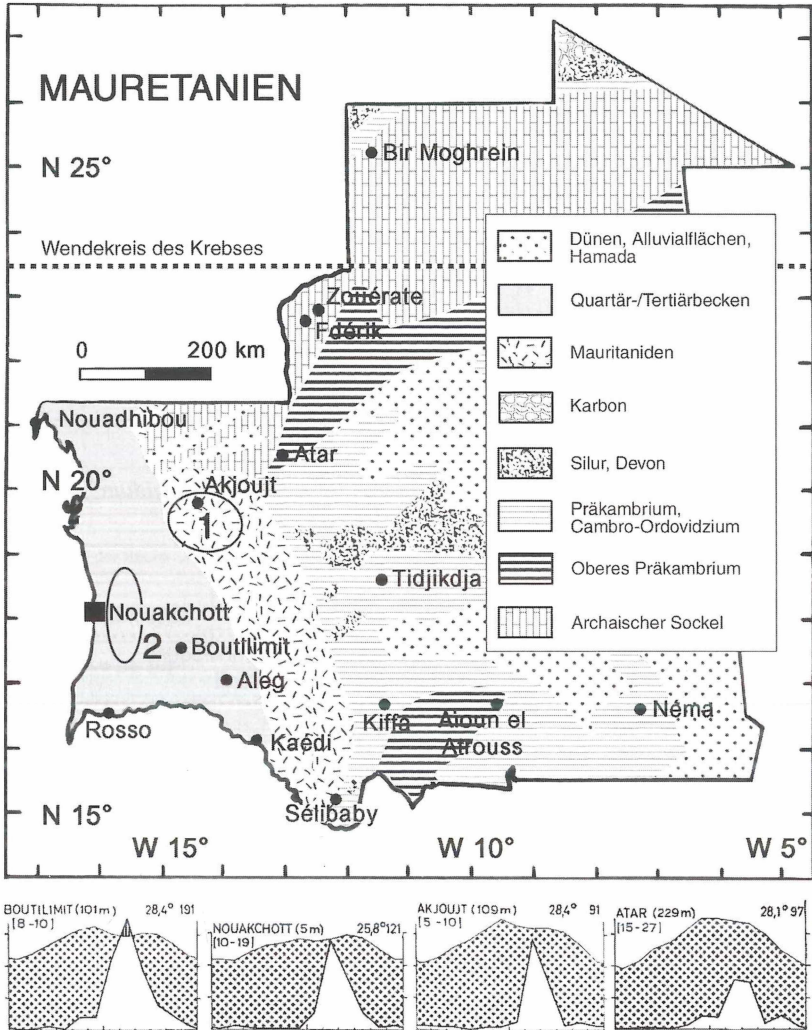


Abb. 1: Lage der Landschaftskomplexe 1 (Inselberglandschaft der Mauritaniden) und 2 (quartäre Dünen-Wadi-Landschaft im Senegalo-Mauretanischen Becken) in Mauretania (West-Afrika) (geologische Karte nach CARUBA & DARS 1991, Klimadiagramme aus WALTER & LIETH 1960-67).

Inselberglandschaft der Mauritaniden

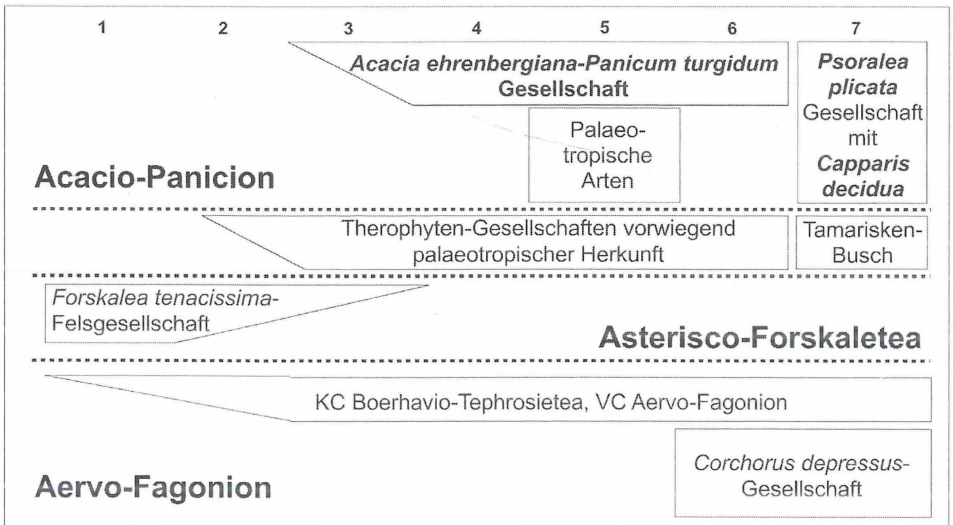
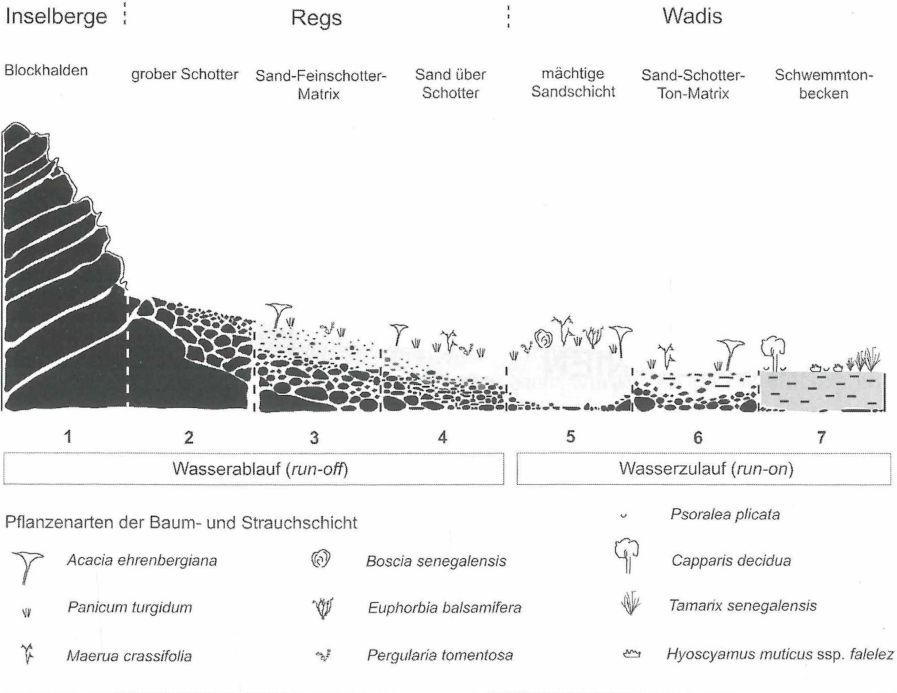


Abb. 2: Landschaftskomplex 1: Catena der Inselberglandschaft der Mauritaniden mit Schlüsselarten der Baum- und Strauchschicht (oben) und Verteilung der Vegetationseinheiten (unten).

Landschaftskomplex 1 (N 19°40', W 14°11') ist in der Umgebung der Bergbaustadt Akjoujt innerhalb der NW-SE streichenden paläozoischen Bergkette der Mauretaniden gelegen (CARUBA & DARS 1991). Die stark erodierte Landschaft ist in Inselberge, Regs und Wadis gegliedert (Abb. 2 oben). Inselberge sind Gebirgsrümpfe, die abrupt auf Regs, weite, kiesige Wasserabflächflächen, aufsetzen. Sandige Wadis und temporäre Seen (mares d'hivernage, QUÉZEL 1965), in denen Schwemmtone abgelagert werden, sind Wasserzulaufgebiete.

Landschaftskomplex 2 (N 18°13', W 15°48') ist eine quartäre Dünen-Wadi-Landschaft im Senegalo-Mauretanischen Becken (CARUBA & DARS 1991) im klimatischen Einflussbereich des Atlantischen Ozeans. Im folgenden wird innerhalb dieses Landschaftskomplexes zwischen nördlich und südlich der Landeshauptstadt Nouakchott gelegenen Untersuchungsgebieten unterschieden. Konsolidierte Dünen und Interdünenebenen alluvialer Meeres- und Flussablagerungen charakterisieren hauptsächlich die Landschaftscatena (Abb. 3).

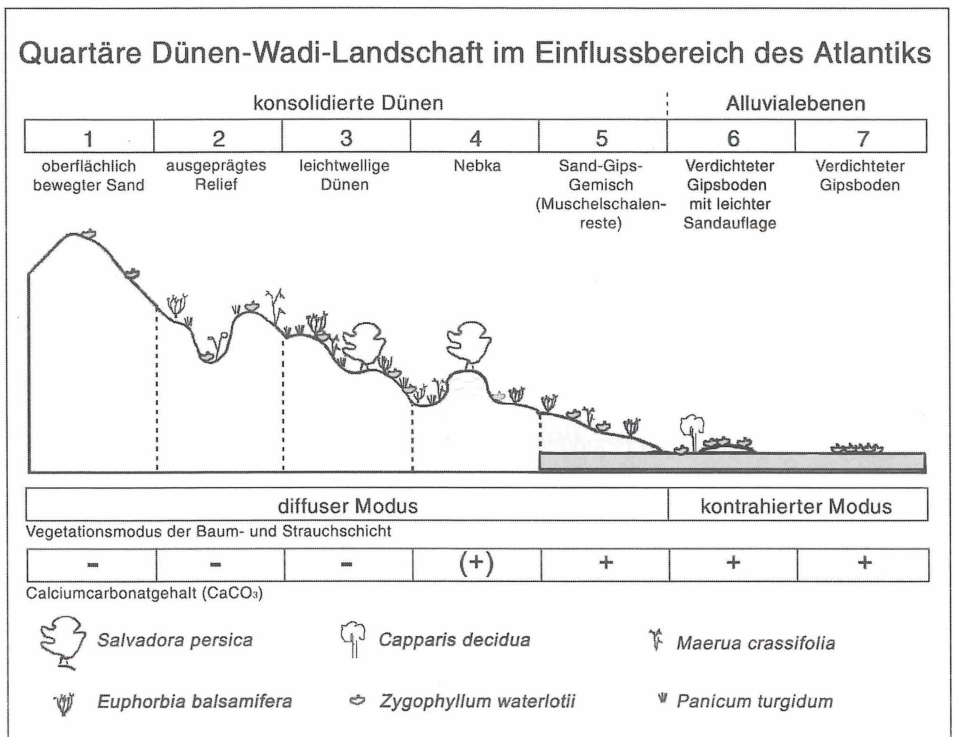


Abb. 3: Landschaftskomplex 2: Catena der quartären Dünen-Wadi-Landschaft im klimatischen Einflussbereich des Atlantischen Ozeans mit Schlüsselarten der Baum- und Strauchschicht sowie Modi der Vegetationsverteilung.

Material und Methoden

Feldstudien wurden im Herbst 1996 und im Herbst/Winter 1997/98 jeweils nach der Regenzeit durchgeführt.

Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der pflanzensoziologischen Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). In großräumigen Landschaftstransekten von 1800 bis 4200 m Länge wurden Landschaftsstrukturen, Bodentypen (nach der Klassifikation von MITCHELL 1984), Vege-

tationstyp und -modus aufgenommen. Lebensformenspektren sind nach dem Lebensformensystem von RAUNKIAER (1934) erstellt. Florenelementspektren werden nach den von MÜLLER-HOHENSTEIN (1988) für die arabische Halbinsel entwickelten Parallelstreifendiagrammen dargestellt. Arealangaben sind OZENDA (1991), FRANKENBERG & KLAUS (1980), LEBRUN (1975, 1981), SCHOLZ (1972), BARRY & CELLES (1991), CELLES & MANIERE (1980), QUÉZEL (1978) und DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN (1984) entnommen.

Alle Vegetationsdaten wurden mit Gewichtung von Dominanz und Konstanz der Arten ausgewertet, wie von DEIL (1984) für semi-aride Räume vorgeschlagen.

Ergebnisse mit Diskussion

1. Muster in der Pflanzendecke insgesamt

Das physiognomische Merkmal der Vegetationsverteilung im Raum (Vegetationsmodi) ist in den beiden Landschaftskomplexen unterschiedlich ausgebildet (Abb. 2 und 3). Die ausdauernde Baum- und Strauchvegetation ist in der Inselberglandschaft der Mauritaniden (Landschaftskomplex 1) auf die Wadis und temporären Seen beschränkt (kontrahierter Vegetationsmodus der Wüste nach SCHULZ 1988). In der auf der Nord-Süd-Achse weiter südlich gelegenen quartären Dünen-Wadi-Landschaft (Landschaftskomplex 2) ist die Vegetation in den konsolidierten Dünenbereichen diffus, in den Interdünen jedoch kontrahiert verteilt. Im Sinne SCHULZES (1988) sind hier also sowohl Wüsten- als auch Savannenvegetationsmodi vorzufinden.

2. Lebensformenspektren

Die Lebensformenspektren (Abb. 4 links) der konsolidierten Sande in der Inselberglandschaft, den Untersuchungsgebieten nördlich und südlich von Nouakchott lassen einen deutlichen Nord-Süd-Gradienten erkennen. Während im Norden noch Zwergsträucher und Annuelle dominieren, erfolgt nach Süden hin immer mehr eine Annäherung an eine Baum-Annuelle-Savanne, wie sie auch von FRANKENBERG (1979) am Beispiel des Niltals beschrieben ist.

3. Pflanzengeographische Analyse für die Gesamtlandschaft

Parallel zum physiognomischen Wandel der Lebensformenspektren lässt sich ein floristischer Wechsel mit einer zunehmenden Dominanz von sudanischen Elementen auf der Nord-Süd-Achse nachvollziehen (Abb. 4 rechts).

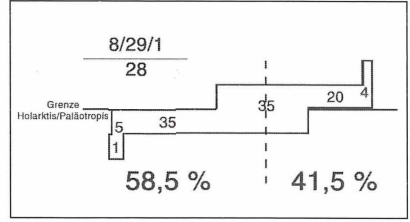
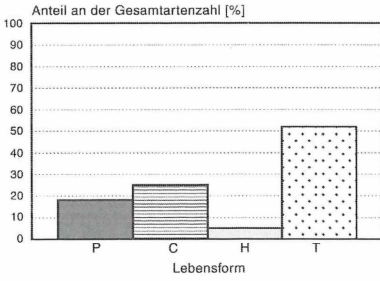
4. Pflanzengeographische Analyse für die Catena im Landschaftskomplex 1

Ein phytogeographischer Gradient spiegelt sich auch in den verschiedenen Habitaten der Landschaftscatenen wider. Das Beispiel der Inselberglandschaft der Mauritaniden (Abb. 5) zeigt, dass die Florenelementspektren vom Extrem der holarktisch dominierten Inselberge zum Extrem der sudanisch dominierten Sandwadis verlaufen. Auf den Inselbergen überwiegen holarktische Elemente mit 59% zu 41% sudanischen Elementen. In den Sandwadis herrscht ein gegensätzliches Verhältnis von 58,5% sudanischen zu 41,5% holarktischen Elementen. Alle andere landschaftlichen Einheiten bilden Übergänge zwischen den Extrema.

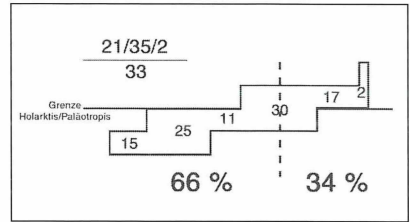
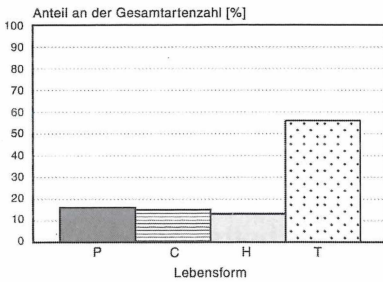
5. Pflanzensoziologische Analyse für die Gesamtlandschaft

Der phytogeographische Nord-Süd-Gradient ist auch floristisch-soziologisch nachvollziehbar (Stetigkeitstabelle s. CULMSEE 2002). Zur Abgrenzung von Vegetationseinheiten sollten in semi-ariden Räumen vor allem ausdauernde, verholzende Arten benutzt werden, da sie am besten die langfristigen Standortbedingungen anzeigen (DEIL 1984, MÜLLER-HOHENSTEIN 1986). Ein pflanzensoziologischer Vergleich für die Gesamtlandschaft soll daher am Beispiel der Gehölzgesellschaften auf konsolidierten Sanden vollzogen werden. Die Baum- und Strauchgesellschaften des Untersuchungsraumes werden dem Verband *Acacio-Panicion* (BARRY et al. 1981) zugeordnet (Charakterarten *Panicum turgidum* und *Maerua crassifolia*),

Sandwadis der Inselberglandschaft



Konsolidierte Sande in der atlantischen Dünen-Wadi-Landschaft NORD



Konsolidierte Sande in der atlantischen Dünen-Wadi-Landschaft SÜD

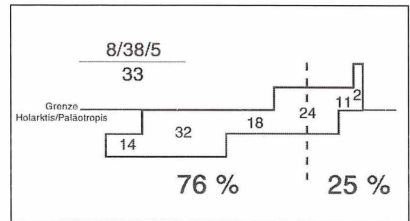
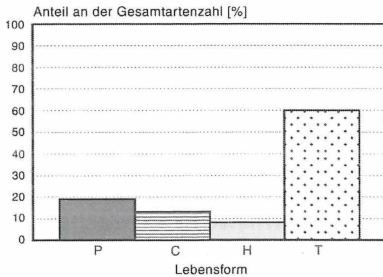
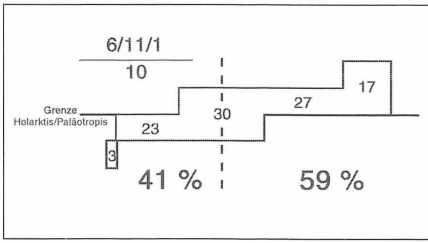
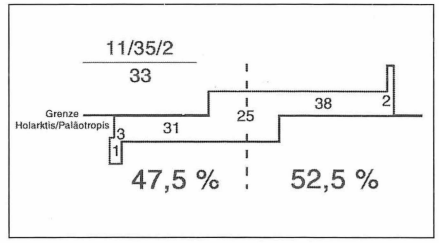


Abb. 4: Lebensformenspektren und pflanzengeographische Analyse mit Gewichtung von Dominanz und Konstanz der Arten für die Gesamtlandschaft am Beispiel der Vegetation auf konsolidierten Sanden. Links: Lebensformenspektren nach RAUNKIAER (1934). P = Phanerophyten, C = Chamaephyten, H = Hemikryptophyten, T = Therophyten. Rechts: Florenelementspektren in der Darstellungsform der Parallelstreifendiagramme nach MÜLLER-HOHENSTEIN (1988). Oberhalb der Horizontalen sind die holarktischen, unterhalb die paläotropischen Arten aufgetragen; saharosindische Arten finden sich im Grenzbereich.

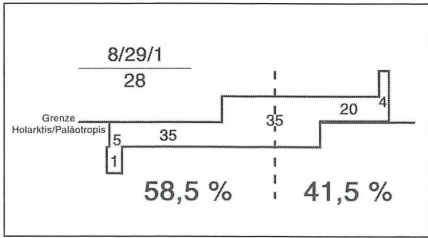
Die Zahlen oberhalb des Parallelstreifendiagramms lesen sich jeweils über der Linie: Zahl der Aufnahmen/Anzahl/pluriregionale Arten, unter der Linie: Arten in der Auswertung (= 100%).



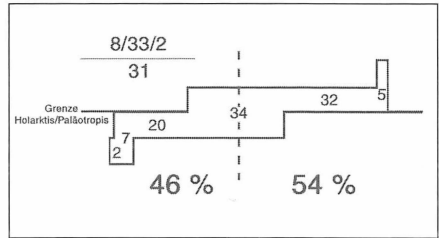
Inselberge (Einheit 1)



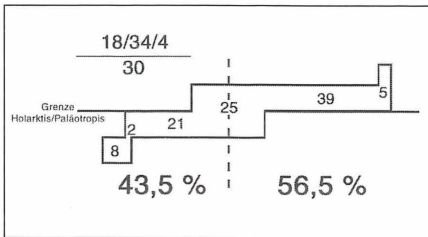
Regs mit
Sand-Feinschotter-Matrix
(Einheit 3)



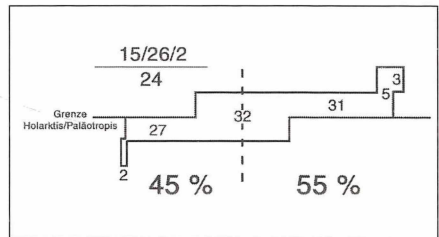
Sandwadi (Einheit 5)



Wadi mit
Sand-Schotter-Ton-Matrix
(Einheit 6)



Schwemntonbecken 1
(Einheit 7)



Schwemntonbecken 2
(Einheit 7)

Abb. 5: Florenelementspektren für die Catena der Inselberglandschaft der Mauritaniden (Landschaftskomplex 1) in der Darstellungsform der Parallelstreifendiagramme nach MÜLLER-HOHENSTEIN (1988). Die Einheiten 1 bis 7 korrespondieren zu denen in Abb. 2. Erläuterungen vgl. Abb. 4. Die Sandwadis (Einheit 5) finden sich in Abb. 4 (oben) wieder.

wobei auf der Nord-Süd-Achse immer weiter eine Annäherung an die *Acacia-Commiphora*-Trockengehölze (*Boscio-Commiphoretea*, DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN 1985) erfolgt. Im Landschaftskomplex 1 sind die saharo-sindisch verbreiteten Arten *Acacia ehrenbergiana*, *Pergularia tomentosa* und *Lasiurus hirsutus* diagnostische Arten für die *Acacia ehrenbergiana-Panicum turgidum*-Gesellschaft der unteren Regs und sandigen Wadis. In Wadis mit mächtiger Sandschicht ist diese Gesellschaft angereichert mit sudanischen Arten wie *Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca* und *Chrozophora brocciana*. Im Landschaftskomplex 2 ist eine atlantische *Euphorbia balsamifera-Salvadora persica*-Gesellschaft des *Acacio-Panicion* ausgebildet, in der die sudanischen Elemente *Euphorbia balsamifera* ssp. *sepium* (sahelische Unterart, MOLERO et al. 1998) und *Salvadora persica* die Horstgras-Savanne dominieren. Im Gebiet südlich von Nouakchott treten *Commiphora africana* und *Leptadenia pyrotechnica* als weitere sudanische Elemente hinzu.

6. Pflanzensoziologische Analyse für die Catena im Landschaftskomplex 1

Eine Vegetationsklassifizierung für die Catena in Landschaftskomplex 1 (Abb. 2), die primär floristisch-soziologisch erfolgt, daneben jedoch auch formationskundliche Merkmale nutzt, erlaubt eine scharfe Trennung der verschiedenen, auf engem Raum mit- und nebeneinander vorkommenden Pflanzengesellschaften. Dabei sind Wadis eher von Savannen-/sudanischen Elementen, Inselberge und obere Regs eher von Wüsten-/saharischen Elementen geprägt.

Die *Acacio-Panicion*-Gesellschaften haben einen deutlichen Schwerpunkt in den Wasserzulaufgebieten, mit einem erhöhten Anteil paläotropischer Arten in den sandigen Wadis. Psammophile Therophytengesellschaften vorwiegend paläotropischer Artenkombination kommen von den sandigen Wadis bis hinauf zu den oberen Regs mit geringen Sandeinlagerungen vor. Sie sind lediglich auf kurzfristig günstige Wasserversorgung des Oberbodens angewiesen (DEIL & MÜLLER-HOHENSTEIN 1996, WERGER 1977). Auf die Blockhalden der Inselberge beschränkt ist eine *Forskalea tenacissima*-Felsgesellschaft, die der Klasse *Asterisco-Forskaletea*, den saharischen Hammada-Gesellschaften, zuzuordnen ist (QUÉZEL 1965). Die von Zwergsträuchern und Therophyten dominierten *Boerhavia-Tephrosietea*, *Aervo-Fagonion* Gesellschaften (BARRY et al. 1986) mit ruderalem Charakter sind in der gesamten Catena zu finden, haben aber mit einer *Corchorus depressus*-Gesellschaft einen deutlichen Schwerpunkt in den vorzugsweise ackerbaulich und weidewirtschaftlich genutzten Schwemntonbecken temporärer Seen.

Conclusio

Je nach gewähltem Merkmal (physiognomisch-strukturell, floristisch-soziologisch) prägt sich in einem Übergangsraum von der Wüste zur Savanne, von der Sahara zum Sudan, ein Gradient anders aus. Dieser Gradient wird wiederum auf verschiedenen Skalen sichtbar: auf einer großräumigen Nord-Süd-Achse und auch innerhalb einer Vegetationslandschaft.

Das richtige Merkmal der Pflanzendecke, das zu einer Grenzziehung herangezogen werden kann, gibt es nicht. Vielmehr ist die zugrundeliegende Fragestellung entscheidend. Oben wurde z.B. gezeigt, dass einzelne Lebensformen und durch sie charakterisierte Vegetationstypen unterschiedlich auf den klimatischen Gradienten reagieren, da für jede Lebensform/jedes Habitat eine andere Kombination von Standortfaktoren bestimmend ist. Ob man nun das Vorkommen von Therophyten in eine Grenzziehung einbezieht, ist abhängig von der Fragestellung. Will man z.B. die floristische Nordgrenze sudanischer Elemente bestimmen, ist es möglicherweise sinnvoll, das Vorkommen sudanischer Baumarten stärker zu gewichten als das sudanischer Therophyten, da erstere stärker auf die Frostgrenze (VON WISSMANN 1948) reagieren (FRANKENBERG 1978b). Betrachtet man dagegen einen Landschaftskomplex als Lebensraum für eine Tierart wie die Wüstenheuschrecke *Schistocerca gregaria*, so wird das

Vorkommen paläotropischer Therophytengesellschaften zu einem entscheidenden Faktor, da Therophyten die vorrangigen Futterpflanzen gregärer Heuschreckenlarven sind (CULMSEE 2002).

Danksagung

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Projektes „Biologisch-integrierte Heuschreckenbekämpfung“ der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH und des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) durchgeführt. Ich danke den Mitarbeitern von GTZ und CLAA in Mauretania für die unermüdliche Hilfe während der insgesamt neunmonatigen Geländeaufenthalte. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. U. Deil (Freiburg), der die Arbeit in zahlreichen Diskussionen kritisch begleitet hat.

Literatur

- BARRY, J.P. & CELLES, J.C. (1991): Flore de Mauritanie. - 2 Bd. C.R.D.P., Nice. 550 S.
- BARRY, J.P. (1989): Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note VII: Les confins saharo-sahéliens en Mauritanie. - Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. bot., **136** (3/4): 67-84.
- BARRY, J.P., CELLES, J.C. & MUSSO, J. (1986): Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara. Note V: Du Sahara au Sahel. Un essai de définition de cette marche africaine aux alentours de l'Adrar des Iforas. - Ecologia Mediterranea **12**: 187-235.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - Springer, Berlin. 330 S.
- CAPOT-REY, R. (1953): Le Sahara français. - Colonies et Empires, Sér. 4; I, L'Afrique blanche française (2). - In: JULIEN, C.-A. & J. DRESCH (eds.). Presses Universitaires de France, Paris. 564 S.
- CARUBA, R. & DARS, R. (1991): Géologie de la Mauritanie. - CRDP, Nice. 321 S.
- CELLES, J.C. & R. MANIÈRE (1980): Remarques sur la distribution en Afrique nord-occidentale d'*Acacia seyal* Del. et d'*Acacia ehrenbergiana* Hayne. - Candollea **35**: 183-200.
- CULMSEE, H. (2002): The Habitat Functions of Vegetation in relation to the Behaviour of the Desert Locust *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Acrididae: Orthoptera). A Study in Mauritania (West-Africa). - Phytocoenologia **32** (4), im Druck.
- DEIL, U. (1984): Zur Vegetation der Gebirgstihamah am Beispiel des Beckens von At Tur. - In: KOPP, H. & SCHWEIZER, H. (eds.): Jemen-Studien **1**: 225-235. - Reichelt, Wiesbaden.
- DEIL, U. & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (1984): Fragmenta Phytosociologica Arabiae-Feliciae I — Eine *Euphorbia-balsamifera*-Gesellschaft aus dem jemenitischen Hochland und ihre Beziehungen zu makaronesischen Pflanzengesellschaften. - Flora **175**: 407-426.
- DEIL, U. & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (1985): Beiträge zur Vegetation des Jemen I. Pflanzengesellschaften und Ökotopegfüge der Gebirgstihamah am Beispiel des Beckens von At Tur (J.A.R.). - Phytocoenologia **13**: 1-102.
- DEIL, U. & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (1996): An outline of the vegetation of Dubai (UAE). - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **25**: 77-95.
- FAO (1997): Atlas of desert locust breeding habitats. - FAO, Rome. 122 S. & 56 Karten.
- FRANKENBERG, P. (1978a): Florengographische Untersuchungen im Raume der Sahara. Ein Beitrag zur pflanzengeographischen Differenzierung des nordafrikanischen Trockenraumes. - Bonner Geographische Abhandlungen **58**: 136 S. und 14 Karten.
- FRANKENBERG, P. (1978b): Lebensformen und Florenelemente im nordafrikanischen Trockenraum. - Vegetatio **37** (2): 91-100.
- FRANKENBERG, P. (1979): Zur Vegetation des Niltales zwischen der Mittelmeerküste und Khartoum - Ein Beitrag zu dem Problem Steppe/Savanne. - Die Erde **110**: 127-133.
- FRANKENBERG, P. & KLAUS, D. (1980): Atlas der Pflanzenwelt des Nordafrikanischen Trockenraumes. Computerkarten wesentlicher Pflanzenarten und Pflanzenfamilien. - Arbeiten aus den Geographischen Instituten der Universität Bonn. 19 S. & 474 Karten.

- LAUER, W., RAFIQPOOR, M.D. & FRANKENBERG, P. (1996): Die Klimate der Erde. Eine Klassifikation auf ökophysiologischer Grundlage der realen Vegetation. - *Erdkunde* **50** (4): 275-300.
- LE HOUÉROU, H.N. (1986): The desert and arid zones of northern Africa. - In: EVENARI, M., I. NOY-MEIR, D.W. GOODALL (eds.), *Ecosystems of the world* **12B**, Hot deserts and arid shrublands: 101-147. Amsterdam.
- LEBRUN, J.-P. (1975): Quelques aires remarquables de Phanérogames africaines des zones sèches. - *Boissiera* **24**: 91-105.
- LEBRUN, J.-P. (1981): Les bases floristiques des grandes divisions chorologiques de l'Afrique sèche. - *Inst. Elev. Méd. Vét. Pays trp., Fr., Et. bot.* **7**: 483 S.
- MITCHELL, C.W. (1984): Soils. - In: CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. (ed.): *Sahara Desert*: 41-55. Pergamon Press, Oxford.
- MOLERO, J., ROVIRA, A.M. & BLANCHÉ, C. (1998): Études Caryomorphologiques des *Euphorbia* sect. *Balsamis*. Implications taxonomiques. - Abstract Poster-Beitrag. OPTIMA, Paris.
- MONOD, TH. (1939): Itinéraire botanique. - In: MONOD, TH. (ed.), *Contribution à l'étude du Sahara occidental*: 135-178. Paris.
- MONOD, TH. (1986): The Sahel zone north of the equator. - In: EVENARI, M., I. NOY-MEIR, D.W. GOODALL (eds.), *Ecosystems of the world* **12B**, Hot deserts and arid shrublands: 203-243. Amsterdam.
- MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (1988): Zur Arealkunde der Arabischen Halbinsel. *Methoden-Beitrag*. - *Die Erde* **119**: 65-74.
- MÜLLER-HOHENSTEIN, K. (1986): Methodische Probleme vegetationskundlichen Arbeitens in semiariden Räumen am Beispiel des Nordjemen. - *Geomethodica* **11**: 109-143.
- MURAT, M, MONOD, TH., RUNGIS, C. & SAUVAGE, C. (1944): Esquisse phytogéographique du Sahara occidental. - *Mém. Office nation. Antiacridien (Alger)* **1**: 31 S.
- OZENDA, P. (1991): *Flore et Végétation du Sahara*. - 3. Aufl. CNRS, Paris. 662 S.
- QUÉZEL, P. (1965): La végétation du Sahara: du Tchad à la Mauritanie. - *Geobotanica Selecta* **2**: 333 S., G. Fischer, Stuttgart.
- QUÉZEL, P. (1978): Analysis of the flora of mediterranean and saharan Africa. - *Ann. Missouri Bot. Gard.* **65**: 479-534.
- RAUNKIAER, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plantgeography*. - Fousgall & Tansley, OUP, London.
- SCHIFFERS, H. (1971): Allgemeines. - In: SCHIFFERS, H. (ed.), *Die Sahara und ihre Randgebiete, Physiogeographie* **1**: 19-36, Weltforum, München.
- SCHOLZ, H. (1972): Der *Stipagrostis plumosa*-Komplex in Nord-Afrika. - *Willdenowia* **6**: 519-552.
- SCHULZ, E. (1988): Der Südrand der Sahara. - *Würzb. geogr. Arb.* **69**: 167-210.
- STOCKER, O. (1962): *Steppe, Wüste und Savanne*. - Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochsch. Stift. Rübel Zürich, Festschrift Franz Firbas, **37**: 234-243.
- WALTER, H. & LIETH, H. (1960-67): *Klimadiagramm Weltatlas*. - G. Fischer, Jena.
- WERGER, M.J.A. (1977): Applicability of Zuerich-Montpellier methods in african tropical and subtropical rangelands. - In: R. TÜXEN (ed.), *Handbook of Vegetation Science* **13**: 125-145. W. Junk-Publishers, Den Haag.
- WHITE, F. & LÉONARD, J. (1991): Phytogeographical links between Africa and Southwest Asia. - *Flora et Vegetatio Mundi* **9**: 229-246.
- WHITE, F. (1976): The vegetation map of Africa - The history of a completed project. *Boissiera* **24**: 659-666.
- WISSMANN, H. v. (1948): Pflanzenkundliche Grenzen der warmen Tropen. - *Erdkunde* **2**: 81-92.

Anschrift der Verfasserin:

Heike Culmsee, Institut für Biologie II / Geobotanik, Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, D-79104 Freiburg; Email: heike@culmsee.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Culmsee Heike

Artikel/Article: [Saharische und sudanische, Wüsten- und Savannenelemente in der Halbwüstenvegetation Mauretaniens 69-79](#)