

Werk

Titel: Land-Degradation in Namibia nördlich des Wendekreises: eine Problemskizze

Autor: Kempf, Jürgen

Ort: Berlin

Jahr: 1996

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385984391_0127|log45

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

DIE ERDE	127	1996	S. 265 - 278	Regionaler Beitrag
----------	-----	------	--------------	--------------------

• *Trockengebiete - Landschaftsdynamik - Südliches Afrika*

Jürgen Kempf (Würzburg)

Land-Degradation in Namibia nördlich des Wendekreises: eine Problemskizze

Mit 4 Figuren

Die Prozesse der Land-Degradation in Trockengebieten gehören zu den wichtigsten geographischen Problemen unserer Zeit. Ihre Auswirkungen, die bis zur Desertifikation, also der durch nutzungsbedingte Verschlechterung von landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen erzwungenen Aufgabe von genutzten Gebieten führen können, stellen ein Hauptentwicklungshindernis vieler Länder der sogenannten Dritten Welt dar. Bereits Mitte dieses Jahrhunderts wurde dies auch im damaligen Südwestafrika erkannt und die Zusammenhänge erforscht. Dennoch hat sich im Zuge der Erweiterung der Märkte das Problem seither wesentlich verstärkt. Alle Maßnahmen zur Eindämmung sind weitgehend fehlgeschlagen. Deshalb wird in diesem Artikel die derzeitige Situation am Beispiel des erst kürzlich unabhängig gewordenen Namibia beschrieben und Kausalitäten dargelegt.

1. Einleitung und Problemstellung

Namibia unterlag im 20. Jahrhundert mit Ausnahme der Namib und einiger Naturschutzgebiete einer stetig intensiver werdenden landwirtschaftlichen Nutzung. Dennoch wird es wohl um die Jahrtausendwende zu den akut gefährdeten Ländern gehören, die dann weniger als die Hälfte ihrer Bevölkerung selbst ernähren können. Sollten die derzeitigen Trends hinsichtlich degradierender Mechanismen anhalten und keinerlei oder unzureichende Gegenmaßnahmen getroffen werden, so könnte Namibia bald zu einem Hungerhilfe-Empfängerland werden.

Auf die Zusammenhänge zwischen Land-Degradation und Weidewirtschaft im damaligen Südwestafrika haben bereits *Walter* und *Volk*

(1954) hingewiesen und die grundlegenden Prozesse herausgearbeitet. Degradation bedeutet gemäß dem lateinischen '*degradare*' eine Herabstufung auf einen niedrigeren Rang. Der Begriff impliziert eine vom Menschen und seiner Wirtschaftsweise induzierte Veränderung des natürlichen Ökosystems, was vereinfacht eine Verschiebung des Gleichgewichtszustandes bedeutet. Der Stoffhaushalt reagiert auf den veränderten Einfluß von stabilisierenden Faktoren. Ist der Prozeß der Herabstufung beendet, so haben die Faktoren das Gesamtsystem in der Regel erneut stabilisiert, gewissermaßen ausbalanciert. Degradation ist also ein dynamischer Prozeß und kein Zustand. Eine engere und häufiger angewandte Definition postuliert eine konkrete Schädigung des Ökosystems, so daß sich ein in der vorangegangenen Weise nicht mehr (Deserti-

fikation) oder nur schlechter, uneffektiver nutzbares Gleichgewicht einstellt. Durch den Landnutzer wird also eine eindeutige Wertung impliziert, denn der Bedeutungsschwerpunkt liegt auf einem Begriff der 'Nutzung'. Das, was gewöhnlich als Land-Degradation bezeichnet wird, sollte demnach *per definitionem* ein sozio-ökonomisches Problem sein.

Der Landschaftshaushalt Namibias reagiert wegen seines größtenteils als labil zu bezeichnenden Gleichgewichtszustandes und oft mangelnder Regenerationsfähigkeit recht sensibel auf äußere Eingriffe. Es soll hier untersucht werden, ob Einwirkungen kultureller Systeme gewisse Änderungen hervorrufen und wie diese zu gewichten sind. Ziel ist dabei nicht, jeden Zustand zu quantifizieren und bewerten, sondern vielmehr erst einmal eine relative Einordnung des Degradationspotentials verschiedener Phasen des historisch-sozioökonomischen Übergangs zu erreichen.

2. Die natürliche Landschaftsdynamik in namibischen Savannen und Halbwüsten

Die Betrachtung der Geomerkmale, ihrer Nutzerfunktionen und ihrer limitierenden Faktoren für bestimmte Landnutzungsformen sind hinsichtlich einer Untersuchung von rezenten und subrezentem Degradationserscheinungen von entscheidender Bedeutung. Namibia liegt in einem Sektor extrem variabler naturräumlicher Bedingungen, die eigentlich eine kleinräumlich orientierte Sichtweise erfordern. Tatsächlich existiert eine Zonalität und die damit zusammenhängende Möglichkeit zur legitimen Generalisierung allenfalls im makro-ökologischen Bereich. Das erschwert zum einen eine lineare Grenzziehung und damit eine Typisierung von Degradationslandschaften, zum anderen methodische Vorgehensweisen und letztlich die Entwicklung von Strategien der Eindämmung. Die Stichworte 'Variabilität' und 'Grenzsaum' erhalten also in Na-

mibia eine geradezu charakterisierende Bedeutung.

2.1 Die Bedeutung der Naturraum-Variabilität

Hauptauslöser hochvariabler naturräumlicher Bedingungen in Namibia sind die physischen Primärdeterminanten Geologie/Tektonik und Klima. Geologische und klimatische Verhältnisse bedingen bekanntlich den Landschaftshaushalt über die Faktoren mineralische Zusammensetzung, Verwitterungsform und Sedimentbereitstellung, Hydrodynamik, Reliefenergie und Bodenbildung, Stofftransport und Energiehaushalt. Diese Faktoren sind gleichzeitig als Akteure zu sehen; sie beeinflussen sich gegenseitig und können damit modelltheoretisch kaum hierarchisch dargestellt werden. Sie sind in Namibia selbst kleinräumlich großen quantitativen und qualitativen Schwankungen unterworfen. Die klimatischen Determinanten enthalten beim Niederschlag zudem eine sehr hohe temporäre Variabilität auf mikro-, meso- und makroskalärer Ebene (Tyson 1986). Bezogen auf den Landschaftshaushalt und seine Widerspiegelung in der Biodynamik bedeutet das eine 'Quasi-Intransitivität' innerhalb eines hochkomplexen Systems. Intensität und Wirkungen der Akteure sind kaum prognostizierbar und modellierbar; Normaljahre können nicht definiert werden. Das hat zur Folge, daß lokal wie regional unter kaum meßbar zu differenzierenden Primärbedingungen zum Teil völlig unterschiedliche Prozesse ablaufen können, die wiederum zu verschiedenen Formationen führen.

In Untersuchungsgebieten des nördlichen und zentralen Namibia (Kempf 1994) wurden zum Beispiel an sehr nahe beieinander liegenden Testflächen die determinierenden Bedingungen unterschiedlicher Vegetationsformationen untersucht. Als Ergebnis konnte lediglich festgehalten werden, daß die Versuchsflächen

nicht nach gängigen Maßstäben zu differenzieren sind; Niederschlag, Relief, hydrologische Basis und Bodentyp waren einheitlich klassifizierbar, nur die Zuordnung der Vegetationsformation nicht. Es wurden außerdem jeweils nur einheitlich ungenutzte bzw. einheitlich genutzte Testflächen (beispielsweise innerhalb der selben Nutzungseinheit) verglichen. Detailforschungen ergaben allerdings Unterschiede im Tongehalt der Böden von wenigen (manchmal nur einem bis drei) Prozent. Es sind also in Namibia bereits Minimaldeterminanten entscheidend für die Landschaftsdynamik und damit auch für die Degradationsgefährdung. Solche Minimaldeterminanten unterliegen zum einen einer gewissen Zufallskomponente, können aber auch historische Entwicklungen belegen, die heute nur noch schwer nachweisbar sind, zum Beispiel Feldbrände, Materialeintrag und Bodenmelioration durch Staubstürme oder extrem lokale Niederschlagsereignisse.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchungen, das eine Beurteilung von Degradationspotentialen erschwerte, war, daß sich umgekehrt zum vorherigen Fall auch gleiche oder ähnliche Formationen einigermaßen stabil halten können, obwohl sehr unterschiedliche Primärbedingungen vorliegen, wie zum Beispiel bei einigen wenig verbuschten Grasländern der nördlichen Westkalahari auf sandüberdeckter Kalkkruste (*calcrete*) und solchen in Kolluvialbereichen des Hochlandes mit zum Teil sehr ähnlicher Dichte und Artenkomposition.

2.2 Variabilität und Ökosystemstabilität

Die Untersuchungsergebnisse bieten ein wichtiges Argument zur Abkehr vom reinen Zonalitätsprinzip hinsichtlich der Vegetationsverbreitung, ihrer Dynamik und damit des Degradationspotentials. Sie führten zu der wichtigen Erkenntnis, daß die Stabilität von Ökosystemen ganz besonders eng mit der Naturraum-Variabilität verknüpft ist. Naturraum-

Variabilität hängt im wesentlichen von der Variabilität der klimatischen Bedingungen, vor allem des Niederschlags aber auch der edaphischen Wasserverfügbarkeit ab. Niederschlagsvariabilität (Hüser 1976) und damit Labilität der Ökosysteme sind in Namibia vergleichsweise hoch (Fig. 1). Insbesondere weniger stabile Ökosysteme gelten als stärker degradationsgefährdet, da bei ihnen Störungen des Gleichgewichts nur schwer wieder auf dem ursprünglichen Niveau ausbalanciert werden können. Die Regenerationsfähigkeit ist eingeschränkt. Wichtigstes Stabilitätskriterium ist die möglichst ausgeglichene Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen vor allem während der Vegetationsperiode. Eben diese ist in hochvariablen Gebieten nicht ausreichend gegeben. Namibias Regionen höchster Niederschlagsvariabilität liegen in der Namib. Die Wüstenökosysteme sind aber dort insgesamt sehr stabil, weil Produzenten dort nur sehr eingeschränkt von Regen abhängig sind. Vielmehr nutzen sie eher unvariable Faktoren wie Grundwasser oder Tau- und Nebelniederschläge.

Ohne Nutzung relativ stabil sind auch die Gebiete im äußersten Nordosten Namibias mit ihren Trockenwäldern, wo aufgrund insgesamt höherer Niederschläge die Variabilität abgeschwächt ist. Ganz besonders anfällig für degradierende Prozesse sind dagegen die Landschaften dazwischen mit einem den Isohyeten entsprechenden Gradienten. Gerade der Grenzbereich von Namib und Halbwüste, also die Randstufenzone, die Hochland-, Dornbusch- und Mopanesavanne (nach Giess 1971) sind damit sehr anfällig. Dort finden sich folglich namibiaweit die schwersten Schäden bezüglich Bodenerosion und Gehölzverdichtung.

2.3 Der Antagonismus zwischen Gehölzen und Gräsern in Namibia

Seit Walter (1939) ist der tiefe Dualismus zwischen Holzpflanzen und Gräsern der Sa-

Grootfontein: Saisonaler Niederschlag

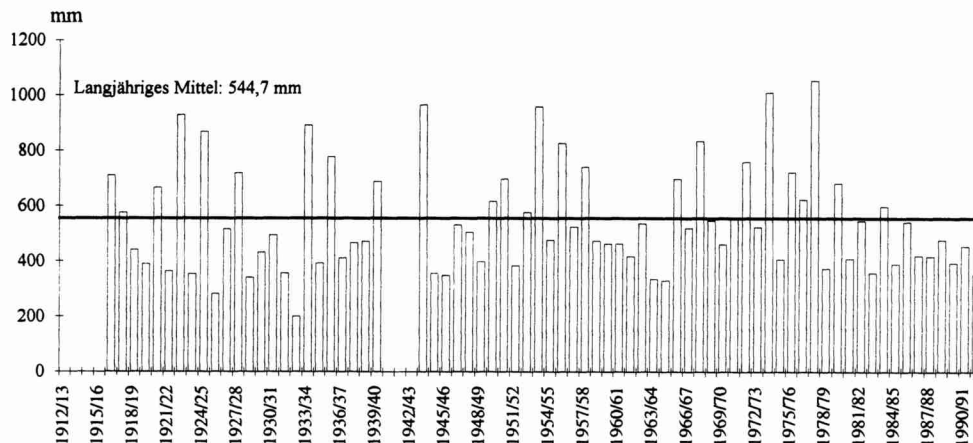
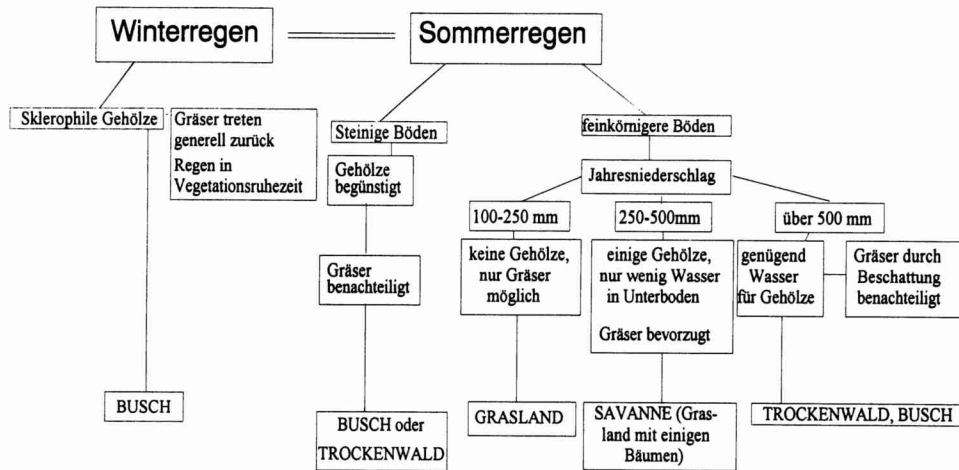


Fig. 1 Saisonaler Niederschlag, Beispiel Grootfontein. Deutlich sind die selteneren aber heftigen positiven Abweichungen sowie die häufigen negativen Abweichungen. Der statistische Mittelwert (10%) wird nur sehr selten erreicht. Es ist also schwierig, ein sog. Normaljahr zu definieren, das als Planungsgrundlage dienen kann / *Seasonal precipitation - the Grootfontein example. Due to the rare but very intensive positive deviations and frequent negative deviations from the annual mean it is extremely difficult to define 'normal' years. Therefore there is hardly any basis for land use planning*

vannen Namibias eingehend erforscht. Dieser beruht auf unterschiedlichen Bedingungen des pflanzlichen Wasserhaushaltes und den verschiedenen Wurzelsystemen von Gehölzpflanzen und Gräsern. Es kommt aber nicht zur Ausbildung der einen Savanne schlechthin, sondern es sind zahlreiche unterschiedliche Formationen festzustellen, mit teilweise gänzlich abweichender Dynamik. Manche Formationen sind ständiger und auch vergleichsweise rascher Wandlung unterworfen, manche bleiben auch unter Intensivnutzung relativ stabil. Dafür können nicht allein die botanisch-ökologischen Determinanten der Wuchsform ausschlaggebend sein.

Bezüglich des Wasserhaushaltes der Gräser macht sich ihre im allgemeinen sehr starke Transpiration negativ bemerkbar, wenn der Wasserstreß zunimmt. Die Folge von Wassermangel ist wegen fehlender Langzeit-Speicherkapazitäten nach *Walter und Breckle* (1984: 125) eine plötzliche Erhöhung der Zellsaftkonzentration und eine rasche Hydratur-

abnahme des Plasmas, die zum Zellensterben führt. Dies beginnt an den Blattspitzen und schreitet rasch zur Blattbasis vor - Grasflächen verdorren binnen kurzer Zeit, Vegetationspunkte und Wurzelsystem bleiben jedoch erhalten. Perenne Gräser schützen ihre Wurzelsysteme oder Rhizome oft durch sogenannte 'Sandhöschen'. Dabei handelt es sich um eine evolutionäre Anpassung: die Zellen der Wurzelrinde sterben ab, schrumpfen und binden angrenzende Schluff- und Sandkörner. Bei den meisten Arten läßt sich die so entstandene Schutzkruste weder abschütteln, noch einfach abstreifen. Effekte sind einerseits ein gewisser Austrocknungsschutz der Wurzelsubstanz, andererseits ein Schutz vor äolischem und fluvialen Abtrag des umgebenden Substrats. Enthält das Veld nur wenig perennierende Gräser der entsprechenden Arten, so bleiben die Horste oft auf kleinen 'Wurzelhügeln' stehen, während in der Umgebung abgetragen wird. Sie stellen dann einen Sedimentfang dar und bilden Kupsten. Insbesondere auf Kolluvialböden können diese Wurzelhü-



Entwurf und Zeichnung, Jürgen Kempf, 1993

Fig. 2 Formationszonierung in Steppen und Savannen, nach Angaben von Walter und Breckle (1984) / Zoning of vegetation formations in steppe and savanna after Walter and Breckle (1984)

gel als Maß für den aktuellen Abtrag eingesetzt werden.

Die dichte Durchwurzelung des Oberbodens in einem reinen perennierenden Grasland läßt relativ wenig Wasser in tiefere Horizonte vordringen; tiefer wurzelnde Pflanzen sind deshalb nach Walter (1939) im ökologischen Nachteil. Andererseits verhindern Gehölzpflanzen Graswuchs in ihrer unmittelbaren Umgebung durch eine dichte regenzeitliche Beschattung. 90 Prozent der namibischen Grasarten sind C₄-Pflanzen und deswegen besonders empfindlich gegenüber Energiemangel. Diese an und für sich stabilen Verhältnisse können durch Störungen (klimatische, anthropogene oder andere) zum Umkippen gebracht werden, das heißt zum schnellen Vordringen des Graslandes in den Gehölzbereich und umgekehrt.

2.4 Zonalität und Savannendynamik in Namibia

Reine Savannengrasländer entwickeln sich nach Walter (1939, 1971) bevorzugt auf rela-

tiv feinkörnigen Böden mit einer großen nutzbaren Feldkapazität in den oberen Horizonten. Intensive Durchwurzelung und hohe Transpiration sorgen für ein Wasserdefizit in tieferen Schichten. Gehölzpflanzen können dagegen ihre Transpiration feiner regeln; ein gewisses Mindestmaß an Wasser ist aber ganzjährig erforderlich. Bäume und Sträucher durchwurzeln den Boden extensiver, die Wurzeln streichen aber horizontal und vertikal sehr weit aus. Die Niederschlagsmenge ist also nach Walter und Breckle (1984) entscheidend für die Verbreitung von grasdominierten und gehölzdominierten Zonen. Graslandklima hat Grasland zur Folge, Gehölzklima Wälder oder Busch (Fig. 2); andere Faktoren erfahren eine Vereinheitlichung. Kommt nach dieser Sichtweise Grasland oder Busch außerhalb den ihnen zugedachten Zonen vor, so ist dies entweder extrazonal durch extreme Böden oder Relief bedingt oder aber auf Eingriffe des Menschen zurückzuführen (bei Walter und Breckle 1984: 129 werden Feuer, Beweidung und Mahd genannt). Allerdings muß gemäß dem Postulat, daß Faktoren gleichzeitig Akteure sind, dieses Modell umbewertet werden. Ungeachtet der Landnutzung wirkt sich die nur

schwer berechenbare klimatische Variabilität kleinräumlich in einem wesentlich höheren Maß auf die Vegetationsformation und Artenkomposition aus als bisher angenommen. Einige Beispiele:

(1) Die Anzahl von Holzpflanzen ist von 1989-1996 im Gebiet von Okaukuejo/Etosa offensichtlich deutlich zurückgegangen, was wohl zum einen auf die langen Trockenphasen, zum anderen auf den daraus erfolgten verstärkten Verbiß in der Nähe des Wasserlochs zurückzuführen ist. In den letzten sieben Regenzeiten wurde das langjährige saisonale Niederschlagsmittel von 380 mm nicht erreicht, 1991/92 fielen gar nur 208 mm. Nach dem Absterben des dichten Akazienbusches haben jetzt wieder Gräser ökologische Vorteile. Degradationseffekte an Konzentrationskernen (Kempf 1994) und der Grad ihrer Extrapolation in die Fläche sind sehr bedeutend (Fig. 3 und Fig. 4), unterliegen aber saisonalen und intersaisonalen Unterschieden.

(2) Im nördlichen Chobe-Nationalpark in Botswana, wo jährlich durchschnittlich über 650 mm Niederschlag fallen und gut drainierte Sandböden auftreten, gibt es entgegen dem Modell von Walter und Breckle (1984) fast keine Gehölzpflanzen, sondern weite Flächen überwiegend guter Weidegräser. Dies resultiert aus der relativ häufigen Anzahl heftiger Brände mit aufgrund der hohen Grasbiomasse sehr heißen Temperaturen. Hohe Temperaturen vernichten aber auch ansonsten weniger gefährdete Gehölzarten.

(3) In vielen sehr stark verbuschten Bereichen Zentralnamibias stirbt etwa seit Beginn der 80er Jahre ein Großteil des Hauptverbuschers (Bester 1984) Schwarzdorn (*Acacia mellifera* ssp. *detinens*) rapide ab. Dieses Zurücksterben (die back) ist zurückzuführen auf den Befall mit parasitischen Pilzen (*Phoma glomerata*, *P. cava*, *P. eu-*

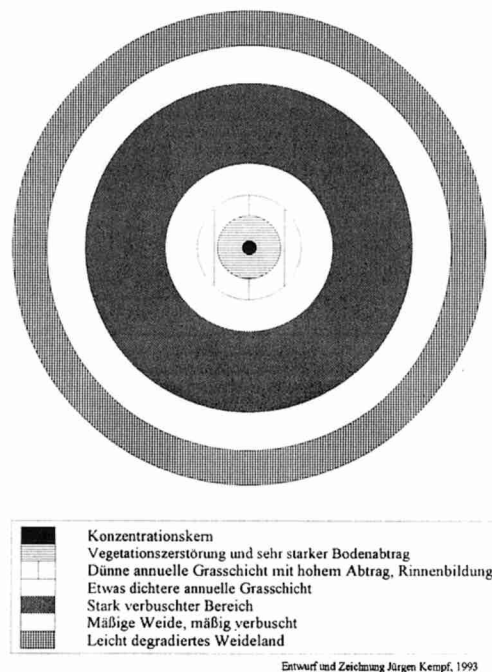
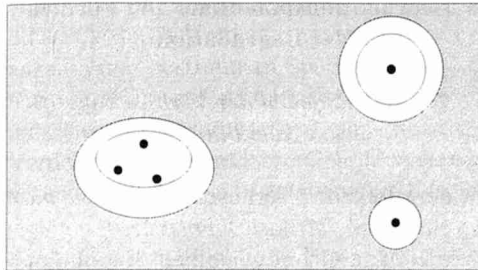
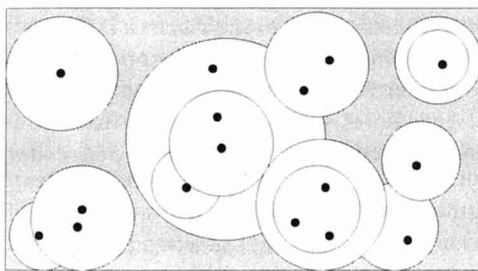


Fig. 3. Konzentrische Vegetationsformationen um Nutzungskerne (z. B. Wasserlöcher, Futterstellen, Tränken etc.) in der nördlichen West-Kalahari bei Intensivbeweidung (Kempf 1994) / Concentric vegetation dynamics around land use foci (i. e. water holes, feeding and lick points) in heavily grazed north western Kalahari pastures (Kempf 1994)

pyrena, *Cytospora chrysosperma*), der zu Defoliation, zum Absterben ganzer Zweige und schließlich zum baldigen Tod der Pflanze führt (Schreuder 1988). Gefördert wird der Befall durch die hohe Gehölzdichte von bis zu 10.000 Büschen pro Hektar und den daraus entstehenden Wasserstreß, der die Abwehrkraft der Pflanze erheblich schwächt. Das Buschsterben geht innerhalb kurzer Zeit über große Flächen vonstatten, was wiederum ein flächenhaftes Vordringen von Gräsern sehr stark begünstigt.



A



B

Entwurf und Zeichnung Jürgen Kempf, 1993

Fig. 4A. Konzentrationseffekt bei Überweidung: Starke Degradation rund um die Wasserstellen. Bei wenigen Wasserstellen verbleibt viel ungenutzte Weide, Verbuschung beschränkt sich auf Zone gemäß Fig. 3; Erosionserscheinungen sind eher linienhaft / *Effects of pasture concentration: Severe degradation surrounding watering points. Due to the small amount of watering points there is a lot of underused pasture. Bush encroachment is zonal (ref. fig. 3); erosion occurs more linear*

4B. Viele Wasserstellen und Übergang der Degradationsgefährdung in die Fläche; flächenhafte Verbuschung und flächenhafte Erosionserscheinungen / *Many watering points and accelerating degradation hazard of the whole area. Severe bush encroachment and interrill erosion are occurring*

- (4) Im Ovitoto-Gebiet, einem von Herero kommunal genutzten Teil des Neudammer Hochlands östlich Okahandjas, konnte beobachtet werden, daß gerade innerhalb altersbedingt abgestorbener Dornbüsche sehr häufig perennierende Gräser hervorragender Weidequalität (z. B. *Panicum maxi-*

mum) keimen und in dichten Beständen wachsen. Die toten, stacheligen, brüchigen Acacia-Holzgerippe bieten offenbar einen günstigen Fraßschutz in einem Gebiet, das ansonsten mit einem Viehbesatz von einer Großvieheinheit pro vier Hektar als extrem überweidet gilt. Hier werden abgestorbene Gehölze nicht erneut durch Büsche, sondern durch die rascher keimenden Gräser ersetzt. Es bilden sich Diversitätszellen, von denen eine Wiederbesiedlung der Fläche ausgehen kann, sobald sich die ökologischen Bedingungen verbessern, beispielsweise der Weidedruck nachläßt.

Derartige Belege lassen sich landesweit erbringen und erfordern eine Modifikation des Zonalitätspostulats. Nicht alle Prozesse, die zu scheinbar azonalen Formen führen, lassen sich generell auf Spezialbedingungen oder anthropogene Ursachen zurückführen, wenngleich heute der Mensch die Savannen Namibias entscheidend prägt. Eine Art der Modifikation wäre möglich, indem die Walterschen Prinzipien vorwiegend auf kleinere Flecken, Inselgemeinschaften (oder eine echte Patch-Dynamik), angewandt werden - also lediglich eine Zurückstufung in Einheit bzw. Dimension. Diese 'Inselgemeinschaften' dehnen sich gemäß ihrer ökologischen Bedingtheit im jeweiligen (klimatisch-edaphischen) Optimum aus und ziehen sich im Pessimum auf kleinere Konzentrationskerne (*Foci*) zurück. Hierbei ist das Optimum der Zustand, in dem die Ansprüche einer bestimmten Formation oder Artengemeinschaft ideal erfüllt werden, während das Pessimum die Ansprüche in keiner Weise erfüllen kann. Die Gesamtheit ergibt ein pulsierendes Modell von Biotopen, wobei der Begriff 'Insel' nicht zu scharf definiert werden darf.

Bei der hohen klimatisch-edaphischen Variabilität Namibias bedeutet dies, daß die Grenzen oder Grenzsäume der 'Inseln' in ständiger räumlicher Bewegung sind, stets reagierend

auf den Einfluß optimierender oder pessimisierender Faktoren. Die streng definierten Begriffe von 'Sukzession' und 'Klimax' verlieren dabei jedoch an Bedeutung. Tatsächlich ist es angesichts sich ständig verschiebender Grenzsäume zumindest lokal sehr schwierig, Klimaxgesellschaften zu finden, die über Jahre und Jahrzehnte hinweg einigermaßen stabil sind. Wenn ein stabiler Endzustand aber nicht erreicht wird, verliert auch die 'Sukzession' ihre eigentliche Bedeutung, es sei denn, der Begriff wird zur 'Dauersukzession' transformiert. Lediglich die Foci dieses pulsierenden Modells, die vergleichsweise selten ins ökologische Pessimum geraten, können eine Art Klimaxcharakter beibehalten, indem sie sich gegebenenfalls räumlich verlagern.

Degradierende Prozesse, wie etwa Beweidung, Mahd, Rodung oder Brennen sind so gravierend, daß sie Katastrophen gleich selbst die Foci des jeweiligen Optimums angreifen. Ein 'Umkippen' des Gesamtsystems ist die Folge, das zunächst irreversibel erscheint. Das bedeutet vereinfacht, daß eine durch bestimmte Maßnahmen erzielte Wirkung nicht durch Unterlassung der Maßnahme revidiert werden kann. So haben sich beispielsweise alle Maßnahmen der Buschbekämpfung durch Abstockung bzw. Verringerung des Weidedrucks als nahezu wirkungslos erwiesen. Teilweise wurden sogar diametrale Prozesse in Gang gebracht (Kempf 1994); der Anteil der Gehölzpflanzen erhöhte sich unter Abnahme des Weidedrucks. Gerade in Gebieten hoher Variabilität ist die Gefahr des Umkippens besonders hoch, da hier pessimisierende Faktoren vergleichsweise häufig auftreten. Vor allem beim Niederschlag sind hohe negative Abweichungen vom Mittel besonders häufig, hohe positive Abweichungen seltener, aber heftiger (Fig. 1).

3. Degradationspotentiale und Formen der Degradation

3.1 Das Phänomen der Verbuschung in Namibia

Mit dem Begriff 'Verbuschung' (engl. *bush encroachment*, afrikaans *bosindringing*) bezeichnet man im allgemeinen ein ökologisches Ungleichgewicht zwischen eigentlich extensiver Gehölzvegetation und dichtem Grasbewuchs (Werger und Coetzee 1978: 317) in Savannen, bedingt durch anthropogene Eingriffe. Der Anteil der Gehölzpflanzen ist dabei gegenüber sogenannten 'natürlichen Savannen' deutlich erhöht. Nach Schreuder (1988: 1) und Erkkilä und Siiskonen (1992: 170) sind heute rund 10 Millionen Hektar viehwirtschaftlich nutzbarer Fläche in Namibia nördlich des Wendekreises betroffen (FNDC, 1989: 242). Lubbe und Slater (1985: 2) schätzen die Gesamtbiomasse an Buschgehölzen auf 100 Millionen Tonnen. Sie teilen den verbuschten Bereich gemäß den Hauptverbuschern in 5 Verbuschungsklassen ein. Die Holzbiomasse wird etwa auf 17,6 Tonnen pro Hektar geschätzt, verteilt auf durchschnittlich 6800 Stämme mit 60% Sträuchern unter 2 Metern Höhe. Aufgrund dieses düsteren Bildes hat die Buschforschung bereits früh begonnen. Pioniere mit Schwerpunkt auf Namibia sind vor allem Walter (1939, 1954, 1964), Donaldson (1969), Strang (1973) und Bester (1984). Die jüngere Forschung entwickelt zunehmend computergestützte Modellsysteme (Jeltsch, Milton, Dean und van Rooyen 1995).

Verbuschung kann in zwei Problemfelder eingeteilt werden, in ein qualitatives und ein quantitatives. Wenn in Namibia von Verbuschung die Rede ist, dann wird zumeist das quantitative Problemfeld angesprochen. Doch auch beim Busch gibt es gravierende Unterschiede, da die einzelnen Gehölzarten häufig auf ganz bestimmte Bedingungen angewiesen sind, zum Teil auch Gehölze im gegenseitigen Wettbewerb stehen. Das ist das qualitati-

ve Problemfeld, welches auch die Arealverdichtung durch Vermehrung der Individuenanzahl einer bestimmten Species umfaßt. Sie tritt vor allem auf, wenn neben der Ausbreitung des Hauptverbuschers auch noch eine Verdrängung von anderen Gehölzen stattfindet, oder zumindest deren absoluter Anteil an der Savannenstruktur stagniert. Dies kann zum Beispiel durch selektives Beweiden anderer Futterbüsche oder deren Keimlinge geschehen. Der Hauptverbuscher verhält sich besonders aggressiv. Insbesondere die fast ubiquitäre *Acacia mellifera* ssp. *detinens* sowie *Dichrostachys cinerea* ssp. *africana* (Farbkätzchenstrauch) gelten als sehr rasche Verbuscher. In sandigen Gebieten der Kalahari ohne oberflächennahe Kalkkrusten verdichten sich häufig auch die Bestände von *Terminalia sericea*, *Combretum apiculatum*, *Combretum imberbe* und andere. In flachsandigeren Bereichen auf Kalkkruste, zum Beispiel in Längsdünetälern greift Dornbusch auch in die Kalahari ein (*Acacia* spec., *Dichrostachys* oder *Ziziphus mucronata*, Kempf 1994: 110f und Maurer 1996: 142ff). Sehr negativ zu bewerten ist der Verlust an Artenvielfalt, die 'genetische Erosion', die vor allem perennierende Gräser betrifft.

Je nach Schmackhaftigkeit für das Vieh verhalten sich annuelle und perenne Arten gegenüber verändertem Weidedruck unterschiedlich, so daß die qualitative Komposition des Veldes in Wechselwirkung mit den Konsumenten ständiger Wandlung unterworfen ist. Diese Reaktion auf Weidestreß beschreibt Strohbach (1992) nach der Methode von Bosch und Janse van Rensburg (1987) und definiert über Artenzahl und Komposition ein relatives Maß für den Degradationszustand. Allerdings muß ein solches Maß lokal kalibriert werden. Nach den bei Kempf (1994: 122ff) erläuterten Beobachtungen ist der qualitative Aspekt der Verbuschung zumindest in der ersten Phase der Etablierung, also der Verdichtung in einem mehr oder weniger offenen Grasland der wichtigere. Erst bei wei-

terem Fortschreiten der Verbuschung nimmt das quantitative Problemfeld an Bedeutung zu. Qualitative Veränderungen der Grasschicht stellen die erste Phase der Verbuschung dar; Weideverbesserungen sind die erste Phase der Entbuschung. Denn sie erhöhen für die Gehölze den Wasserstreß und verschieben das ökologische Optimum, machen sie so anfälliger für Pflanzenkrankheiten und Windbruch.

3.2 Bodenerosion

Das zweite Extrem der Land-Degradation, neben der Verbuschung, ist der beschleunigte Abtrag des Bodens im Zuge der Bewirtschaftung. Die Erosionsgefährdung ist in den wechselfeuchten semiariden Tropen naturgemäß besonders hoch. In Namibia zeigt sich dies in einer besonderen Anfälligkeit der Böden und dem bimodalen Erosionsregime. Es besteht quasi ganzjährig ein hohes Gefährdungspotential (Leser 1976), da trockenzeitlich äolische Prozesse in intensivster Weise ablaufen, regenzeitlich fluviale in kaum minderer Heftigkeit (Bimodalität). Besonders Gebiete mit fluvialer und äolischer Anfälligkeit sind demnach in Namibia verheerend betroffen. Dies ist erklärbar aus der festgestellten hohen Sensitivität und geringen Regenerationsfähigkeit der namibischen Ökosysteme unter hochvariablen Naturdeterminanten. Zur Modellierung öko-pedologischer Risiken haben jüngst Buch, Beugler-Bell und Trippner (1994) eine Methode, das Landscape-Ecological Risk Information System (LERIS), vorgelegt.

Besonders von Winderosion betroffen ist vor allem der Bereich der Kalahari mit vorwiegend sandigen Böden (Arenosole, Regosole) sowie aufgrund der hohen Reliefenergie und der weit ausgedehnten anfälligen Kolluvien und Rivieralluvionen das zentrale und nördliche Hochland von fluvialem Abtrag. Das tatsächliche Ausmaß der Erosion ist nur schwer abschätzbar, da außerhalb des Etoscha-Nationalparks bisher kaum Untersuchungen zur

Quantifizierung durchgeführt wurden (*Beugler und Buch 1995*). Auffällig an vielen Bodenprofilen ist jedoch deren gekappter Zustand oder die äußerst geringe Mächtigkeit eines A-Horizontes mit organischem Material. Viele der untersuchten Bodenproben weisen einen Gehalt an organischem Kohlenstoff von unter 1% auf; die Kationenaustauschkapazität ist durchweg sehr gering. Der Gehalt an leicht ausblasbarem Grobschluff, Fein- und Mittelsand ist meist hoch, vor allem in den oberflächennahen Horizonten. Wo er bereits abgetragen ist, bleiben häufig nur skelettreiche Leptosole mit groben Pflastern übrig. Testplots im Kalahari-Bereich weisen meist eine sehr lockere, leicht angreifbare Bodenoberfläche ohne Strukturkrusten oder pellikulare Strukturen (Algen- oder Bakterienkrusten) auf; stabilisierende Ausblasungspflaster sind zumeist durch das Edaphon, Wild- oder Viehtritt zerstört. Ganz besonders hohe Materialmobilität herrscht natürlich dort vor, wo infolge ackerbaulicher Maßnahmen das Oberbodengefüge erheblich gestört wurde (*Leser 1976*). Großflächiger Ackerbau auf Kalahari-Sand dominiert allerdings ausschließlich in den Regionen Omusati, Oshana, Ohangwena, Oshikoto und Okavango. Andere Regionen sind allenfalls lokal von ackerbaulich bedingten Erosionserscheinungen betroffen.

Auf den stärker durchwitterten Altdünen, in Paläoböden der Hochflächen und Kolluvien überwiegt fluviale Abtragungsdynamik, die in Mittel- und Unterhangbereichen sowie in Rivierverrückungen bis zu starker Badland-Bildung führt. Auf dem Hochland dominieren an Ober- und Mittelhängen skelettreiche Leptosole mit starker Pflasterbildung in verschiedenen Stadien. Hier wurde der Hauptanteil der Ton- und Schlufffraktionen bereits abgeführt und als leicht fluvial erodierbare Kolluvien in den Abflußlinien deponiert.

Namibias Kolluvien sind häufig mehrphasig entstanden, weisen also oft markante Paläobodenbildungen und fossile Erosionsoberflächen

auf. Dies läßt bei den älteren auf wechselhafte Klimaphasen im Holozän schließen. Sie enthalten gelegentlich alt- bis mittelpaläolithische (>50.000 BP) und auch neolithische Artefakte in stratigraphischem Zusammenhang sowie Säugerfossilien, Mollusken und Straußeneierschalen. Jüngere Kolluvien deuten außerdem auf einen Wandel in der Landnutzung hin. Offenbar hat sich die Bildung von Kolluvien mit Einführung des nomadischen Pastoralismus in Nord-Namibia ab ca. 1500 AD (im Brandberg/Zentralnamib-Bereich ab ca. 2000 BP *Kinahan 1995*) deutlich beschleunigt. Verstärkter Viehtritt und Beweidung der Hänge hatten eingeschränkte Infiltration und erhöhtes Materialangebot zur Folge. Die Kolluvien werden rezent und subrezent von Gullies (*Dongas*) zerschnitten, die bei Starkniederschlägen rasch hangaufwärts wandern bis zu einer Bodenmächtigkeit von etwa 40 cm. Die Erosionsleistung in den Gullies ist so hoch, daß auch eine Einschneidung ins Anstehende vorkommt, insbesondere dort, wo es von stark tiefenverwittertem Saprolit gebildet wird. Zusätzlich treten flächenhafte Erosionsformen auf, deren Abtrag an der Höhe der Wurzelhügel quantifiziert werden kann. Austauschbare Kationen, wie Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Phosphor sind bei Kolluvien im Vergleich zum Herkunftsgebiet oft höher konzentriert. Solche mit einem hohen Natriumgehalt sind bei Trockenheit sehr hart; bei Durchfeuchtung jedoch tritt ein schneller Kohäsionsverlust ein; einzelne Kolloide, Ton- und Schluffpartikel können leicht abtransportiert werden und lagern sich auch an Sedimentfallen kaum ab. Da viele der Kolluvialböden Duplex-Charakter (durch Tonmineralverlagerung entstandene Korngrößenunterschiede in unterschiedlichen Horizonten) haben, ist vor allem der Unterboden betroffen; der Oberboden bricht nach. Als Trigger für die Donga-Bildung kommen demnach vor allem Faktoren in Frage, die den Unterboden aufschließen und für Durchfeuchtung anfällig machen, wie zum Beispiel Gänge von Erdwühlern (vor allem Warzenschweine), aber

auch Vieh- und Wildwechsel. Der Prozeß ist bei *Kempf* (1994: 116ff) beschrieben.

Insgesamt gesehen sind die Prozesse der Bodenerosion und der Stand ihrer Auswirkungen in Namibia als extrem degradierend zu werten. Eine Besserung der Situation ist kaum in Sicht. Sehr viele Kolluvialbereiche, die aufgrund ihrer Fertilität und ihrer edaphisch bedingten Nichtanfälligkeit für Gehölzwuchs zum besten Weideland Namibias zählen, sind bereits tief und irreparabel zerschnitten, Profile der Kalahari-Böden sowie des Hochlandes durch Wind- und Schichtfluterosion gekappt.

4. Naturraumvariabilität und kulturelle Flexibilität

Der Naturraum Zentral- und Nordnamibias ist in einem hohen Maß variablen Determinanten unterworfen. Vom wirtschaftenden Menschen wird dies als 'harsch' und 'unwägbare' gesehen. Dennoch verfolgt er zur Landnutzung bestimmte Strategien, bei denen kulturelle Flexibilität die zentrale Rolle spielt. Jedes Landnutzungssystem stellt sich als relativ konservativ dar. Es verfügt zwar über einen gewissen Maßnahmenkatalog, der oft Flexibilität vortäuscht, ist aber insgesamt stabil. Stabile Kultursysteme können, sind sie unangepaßt, in einem variablen Naturraum nur unzureichend oder zu langsam auf die stark differierenden Bedingungen reagieren.

Die ursprünglichen Landnutzer Namibias, deren Nachkommen heute unter dem Begriff San ('Buschmänner') zusammengefaßt werden, reagierten als Wildbeuter mit der größtmöglichen Flexibilität, nämlich einer horizontalen (indem sie ihre Ertragsstandorte räumlich verlagerten) und einer vertikalen (durch eine Veränderung von Beschaffungsstrategien). Ein solches System hatte naturgemäß auch das geringste degradierende Potential. Als sehr flexible Veldnutzer fließen in die Modellie-

rung ihres Landschaftseinflusses auf der kulturellen Seite lediglich die Populationsgröße, Mobilität und Wasserverfügbarkeit ein (*Kempf* 1994: 46-50). Etwa um die Zeitenwende kam es zur Etablierung einer Form von Pastoralismus mit einer wildbeuterischen Komponente im Namib-Randbereich und am Brandberg (u. a. *Kinahan* 1991, 1995), wobei vermutlich die horizontale Flexibilität etwas eingeschränkt war, die Viehhaltung jedoch die vertikale Flexibilität erhöhte.

Die Infiltration von Bantu-Völkern im nördlichen Namibia ab etwa dem 16. Jahrhundert A. D. brachte eine vertikal sehr flexible Neuerung, nämlich das stark strukturierte Agrosilvipastoralsystem mit zunächst bedeutender Wildbeuterkomponente der Owambo-Stämme (*Kempf* 1994: 69-74). Auch nach Wegfall der Wildbeuterkomponente stellt sich das System noch als durchaus flexibel dar (*Kreike* 1995). Die horizontale Flexibilität war jedoch stark eingeschränkt und nur noch teilweise im Pastorsektor vorhanden (z. B. jahreszeitlicher Viehtrieb). Infolge Zunahme der Populationsdichte und Nutzung des Holzes als Hauptenergeträger und Baumaterial, ist allerdings heute auch der Sektor Waldnutzung im Verschwinden begriffen. Diese erneute Minderung der vertikalen Flexibilität bei verstärktem Landdruck läßt die Degradationsgefahr heute enorm ansteigen.

Etwa zeitgleich mit den Owambo etablierten Herero-Stämme ein fast reines Pastoralsystem in Zentral-, Nordwest- und Nordostnamibia. Freie Pastoralsysteme sind vertikal relativ eingeschränkt, Regulation der Tragfähigkeit erfolgt allenfalls über Auf- und Abstockung. Dafür wird das Variabilitätsproblem durch eine sehr hohe horizontale Flexibilität kompensiert, da räumlich sehr weit ausgewichen werden kann. Auch die infolge der europäischen Kolonisation eingewanderten Farmer verfahren derart. Bis in die 1960er Jahre war das 'Trecken' bei Weidemangel weit verbreitet. Mit zunehmender Festlegung von Farm-

grenzen und der Einfriedung von privat-kommerziellen Nutzungsgebieten mußten allerdings auch bei der Farmwirtschaft wieder Sektoren der vertikalen Flexibilität ins System eingebaut werden, darunter Feldfruchtnutzung, Kleinanbau mit Bewässerung, Gartenbau, Anbau von Zufutter, Jagd und das Ausweichen auf andere Einkunftsquellen. Eine reine Weidewirtschaft auf kleinen, eingegrenzten Farmflächen stellt sich heute als sehr anfällig für Naturrisiken dar, birgt also ein recht hohes Degradationspotential. Derzeit versuchen allerdings neuartige Formen von Weidemanagementsystemen, wie beispielsweise das 'Holistic Resource Management' (HRM) nach Savory (1988) durch eine möglichst flexible Anpassung des aktuellen Landdrucks eine Umgehung des Problems der Naturraumvariabilität. HRM beruht auf einer Variante des High-Impact-Grazing (Kurzzeit-Intensivbeweidung kleiner Kamps mit langen Weidepausen) und hat auf einigen Teilen des Hochlandes und der Kalahari-Randbereiche augenscheinlich durchaus Erfolge im Hinblick auf Weideverbesserung durch perennierende Gräser. Es mindert dort also die Gefahr von degradierenden Prozessen erheblich.

Zusammenfassend gilt für den hochvariablen Naturraum Namibia, daß es zur Bekämpfung oder Einschränkung von Land-Degradation keinesfalls allgemein zu formulierende Strategien geben kann. Vielmehr müssen kleinräumlich Gesamtpotentiale verortet und graduiert und auf Basis einer Inventarisierung Lokalstrategien mit größtmöglicher horizontaler und vertikaler Flexibilität erarbeitet werden.

Danksagung

Folgende Personen und Institutionen unterstützen die Arbeiten zur Erforschung und Bekämpfung von Land-Degradation in Namibia im 'Namibia Land Degradation Project'. Dafür gebührt ihnen der herzliche Dank des Autors: Ministry of Agri-

culture, Water and Rural Development/Agriculture Laboratory (Windhoek), Internationaler Hilfsfonds e. V. (Rosbach v. d. H.), Graduiertenkolleg 'Geowissenschaftliche Gemeinschaftsforschung in Afrika' der DFG an der Fakultät für Geowissenschaften (Universität Würzburg), Namibia Wissenschaftliche Gesellschaft (Windhoek), Gesellschaft für wissenschaftliche Entwicklung (Swakopmund), Prof. Detlef Busche (Würzburg), Marina E. Coetzee, Martha Homann (†), Jorry Z. U. Kaurivi (alle Windhoek), Dr. John Kinahan (Archäologisches Labor, Staatsmuseum, Windhoek), Prof. Karl H. Koch (Brüssel), Familie Lück, Renate Schmidt, Hede Schmitt, Hellmut von Seydlitz und Dr. Ingrid Stengel (alle Windhoek) sowie ganz besonders Susanne Hammes (Zang).

5. Literaturverzeichnis

- Bester, F. V. 1984: Die Verbossingsprobleem in Suidwes-Afrika. - Report (unpubl.), Directorate of Agriculture. - Windhoek
- Beugler, H. and M. W. Buch 1995: Soils, soil erosion and soil erodibility in the Etosha National Park, Northern Namibia. - Madoqua (in print)
- Bosch, O. J. H., and F. P. Janse van Rensburg 1987: Ecological status of species on grazing gradients on the shallow soils of the western grassland biome in South Africa. - J. Grassl. Soc. S. Afr. 4 (4): 143-147
- Buch, M. W., H. Beugler-Bell und C. Trippner 1994: Eine Methode zur parametrischen Bewertung öko-pedologischer und landschaftsökologischer Risiken, dargestellt am Beispiel des Etosha-Nationalparks/ Nord-Namibia. - Zbl. Geol. Paläont. Teil I 3/4: 373-378
- Donaldson, C. H. 1969: Bush Encroachment with Special Reference to the Blackthorn Problem of the Molopo Area. - Report, Department of Agricultural Technical Services. - Pretoria
- Erkkilä, A. and H. Siiskonen 1992: Forestry in Namibia 1850-1990. - Silva Carelica 20. - Joensuu, Finland
- FNDC 1989: Namibia. Development and Investment. - Report (unpubl.), First National Development Corporation. - Windhoek
- Giess, W. 1971: Eine vorläufige Vegetationskarte von Südwesafrika. - Dinteria 4: 31-114

- Hüser, K. 1976: Niederschlagsverhältnisse im Erongogebirge in Südwestafrika. - J.S.W.A. Wiss. Ges. **30**: 7-24
- Jeltsch, F., S. J. Milton, W. R. J. Dean und N. van Rooyen 1995: Untersuchung der Auswirkung verschiedener Umwelteinflüsse auf das Verbreitungsmuster von Savannenpflanzen - ein Modellierungsansatz. - Verh. Ges. Ökol. **24**: 45-53
- Kempf, J. 1994: Probleme der Land-Degradation in Namibia: Ausmaß, Ursachen und Wirkungsmuster - dargestellt anhand ausgewählter Untersuchungsgebiete. - Würzburger Geographische Manuskripte **31**
- Kinahan, J. 1991: Pastoral Nomads of the Central Namib Desert - The People History Forgot. - Windhoek
- Kinahan, J. 1995: A new perspective on the archaeology of nomadic pastoralist expansion in southwestern Africa. - Azania (in print)
- Kreike, E. H. P. M. 1995: The Ovambo Agro-Silvipastoral System: Traditional Land Use and Indigenous Natural Resource Management in Northcentral Namibia. - Forestry Publication **4**. - Windhoek
- Leser, H. 1976: Anthropogene Beeinflussung des Faktors Boden in Ökosystemen der westlichen Kalahari (Südwestafrika). - J. S.W.A. Wiss. Ges. **30**: 25-38
- Lubbe, W. F. and G. L. Slater 1985: Bush Harvesting: Study for the Implementation of Economically Optimized Methods of Harvesting. - CSIR Contract Report **353**, National Timber Research Institute. - Pretoria
- Maurer, U. 1996: Nutzungspotential und Landdegradation im semi-ariden Namibia. - Der Tropenpflanzer, Beiheft **55**
- Savory, A. 1988: Holistic Resource Management. - Albuquerque, New Mexico
- Schreuder, W. 1988: Dieback of Blackthorn (*Acacia mellifera* Subsp. *detinens*) in South West Africa. - MSc-Thesis (unpubl.). - Stellenbosch
- Strang, R. M. 1973: Bush encroachment and veld management in south-central Africa: the need for a reappraisal. - Biol. Conserv. **5**: 96-104
- Strohbach, B. J. 1992: Losses of genetic diversity due to veld degradation - a case study in the northern Kalahari, Grootfontein district. - Dintertia **23**: 102-115
- Tyson, P. D. 1986: Climatic Change and Variability in Southern Africa. - Cape Town
- Walter, H. 1939: Grasland, Savanne und Busch der arideren Teile Afrikas in ihrer ökologischen Bedeutung. - Jb. Wiss. Bot. **87**: 750-860
- Walter, H. 1954: Die Verbuschung, eine Erscheinung der subtropischen Savannengebiete und ihre ökologischen Ursachen. - Vegetatio **5**: 6-10
- Walter, H. 1964: Productivity in arid countries: the savanna problem and bush encroachment after overgrazing. - IUCN Publ. N. S. **4**: 221-229
- Walter H. 1971: Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation. - Edinburgh
- Walter, H. und S.-W. Breckle 1984: Spezielle Ökologie der tropischen und subtropischen Zonen. - Ökologie der Erde **2**. - Stuttgart
- Walter, H. und O. H. Volk 1954: Die Grundlagen der Weidewirtschaft in Südwestafrika. - Stuttgart
- Werger, M. J. A. and B. J. Coetzee 1978: The Sudano-Zambesian Region. - In: Werger, M. J. A. (ed.): Biogeography and Ecology of Southern Africa. - The Hague: 301-462

Zusammenfassung: Land-Degradation in Namibia nördlich des Wendekreises: eine Problemskizze

In vorliegender Problemskizze werden auf Basis umfangreicher pedologischer und vegetationsgeographischer Aufnahmen einige grundlegende Prozesse der Land-Degradation in Namibia erläutert. Dabei werden die Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf die Ökosysteme diskutiert. Ursächlich für die derzeitigen Probleme und die Probleme, wie sie nach Einführung einer pastoralen Wirtschaftsweise auftraten, wird mangelnde Anpassungsfähigkeit wenig flexibler Kultursysteme in einem hochvariablen Naturraum gesehen. Die Konfrontation von hochvariablen Ökosystemen mit vergleichsweise konservativen, unflexiblen Nutzungsweisen stellt das wichtigste Problemfeld dar. Demnach sind die Gebiete höchster Naturraumvariabilität bei geringster kultureller Flexibilität heute am schwersten von degradierenden Prozessen, wie Bodenerosion und Verbuschung betroffen. Hierfür werden Beispiele angeführt. Kritisiert wird eine starre zonal-ökologische Interpretation des Naturraums, da in hochvariablen Bereichen Mikrofaktoren eine bedeutende Komplexität erzeugen. Dies hat zur Folge, daß er nicht einheit-

lich auf anthropogene Einflußnahme reagiert. Vielmehr ist von einem Klimaxstadium der Landschaftsentwicklung abzusehen, wenn unter Nutzung eine Stabilität des Ökosystems nicht erreichbar ist. Als einzige nachhaltige Möglichkeit einer Bekämpfungsstrategie unter Einbezug der naturräumlichen Bedingungen wird daher die Implementierung größtmöglicher horizontaler wie vertikaler Flexibilität im Wirtschaftssystem gesehen.

Summary: Land degradation in Namibia North of the Tropic of Capricorn: An outline of typical problems

Based on intensive pedo-ecological field investigations, this outline explains some basic processes of land degradation in Namibia. The study discusses anthropogenic influences on the natural system of landscape dynamics. The present problems as well as the problems caused by the introduction of a pastoral economy in historical times arose as a consequence of the ability of inflexible cultural systems to adapt to highly sensitive natural conditions. This sensitivity is due to high natural variability with consistently low ecosystem stability. Consequently areas of highest natural variability and lowest economic flexibility are most severely affected by degradation processes such as soil erosion and bush encroachment. The inflexible concept of a zonation of Namibia's natural landscapes is criticized because of the importance of micro factors inducing a high degree of complexity. Consequently, environmental dynamics do not react homogeneously to uniform cultural systems. Therefore the definition of climax states of landscape development should be avoided because of the lack of ecosystem stability. The one and only possibility to reach sustainable improvement in combating land degradation and in mitigating its consequences is to implement higher horizontal and vertical flexibility in the land use systems.

Résumé: Dégradation du paysage en Namibie nord du tropique du capricorne: problèmes typiques

Sur la base d'études pédologiques et phyto-géographiques sur le terrain, quelques processus fondamentaux de la dégradation du paysage en Namibie sont présentés. L'influence humaine sur l'écosystème est discutée. Les problèmes actuels ainsi que les problèmes générés par l'introduction du système économique pastoral sont le résultat d'un manque d'adaptation des systèmes économiques peu flexibles dans un écosystème très fragile. La confrontation du système économique trop rigide vis-à-vis du système naturel très diversifié est le problème le plus important. Là où cette confrontation est la plus forte, la dégradation par l'érosion du sol et l'embuissonnement sont plus intenses, cela est démontré par quelques exemples. L'interprétation éco-zonale est critiquée, parce que les microfacteurs créent une complexité importante dans les systèmes variés. Par la suite, ils ne réagissent pas de façon uniforme face aux influences humaines. Le stade climax de l'écosystème ne peut pas être atteint s'il n'y a pas de stabilité de l'écosystème sous l'influence humaine. La seule possibilité de lutter contre la dégradation en respectant le système naturel est l'implémentation d'une flexibilité horizontale et verticale maximale du système économique.

Manuskripteingang: 03.04.1996

Annahme zum Druck: 28.08.1996

Jürgen Kempf, Institut für Geographie der Universität Würzburg, Am Hubland, D-97074 Würzburg