

Zur Gefahr der Desertifikation in nordkenianischen Weidegebieten

Reiner Cornelius und Wolfgang Schultka

Synopsis

The vulnerability of North Kenyan dryland-vegetation to desertification was estimated. The selected vegetation types were located along a catena from the mountain forests of Mt. Kulal to the semi-deserts at the shores of Lake Turkana. Vulnerability was assessed through livestock induced changes in life form composition, and through the ability of natural recovery of degraded vegetation. As a consequence of the irreversible destruction of the perennial grass cover by cattle, deciduous shrub-grassland vegetation revealed to be most vulnerable. Furthermore, intensification of rangeland management concentrates on this widespread vegetation type. Thus, great parts of Northern Kenya are endangered by desertification. Preventive measures are discussed.

Wüstenbildung, Nord Kenia, Empfindlichkeit, Degradation, Regeneration

1. Einleitung

Neben der Vernichtung der tropischen Regenwälder muß die Übernutzung arider und semiarider Weidegebiete derzeit als eines der gravierendsten Beispiele anthropogener Natur- und Ressourcenzerstörung angesehen werden. So ist die im Verlauf einer Dürreperiode in der Sahel-Zone zutage getretene Problematik nicht nur ein Spezifikum dieser Region. Desertifikationsprozesse konnten mittlerweile in den Trockengebieten aller Kontinente nachgewiesen werden. Dabei geht die Wüstenbildung, mit Ausnahme von Übersandungen, in keinem der Fälle von den benachbarten natürlichen Wüstenräumen aus. Sie steht stattdessen immer im Zusammenhang mit der Überschreitung ökologischer Nutzungsgrenzen und einer damit verbundenen Vegetations- und Bodendegradation mit überwiegend irreversiblen Charakter (MAINGOUET 1991).

In den afrikanischen Trockengebieten können zwei Varianten der Übernutzung differenziert werden. Während in West-Afrika die Weidewirtschaft in zunehmendem Maß dem unter den gegebenen klimatischen Bedingungen ökologisch bedenklicheren Trockenfeldbau weicht, überwiegt in Ost-Afrika die Verstärkung des Weidedrucks. Die Intensivierung der Weidewirtschaft ist dabei nicht nur ein Resultat erhöhten Viehbesatzes, sondern wird auch durch die Umwandlungen der Herdenstrukturen sowie durch die Einschränkung nomadischer Wanderungsbewegungen hervorgerufen. Entsprechende Untersuchungen liegen hier vor allem für die traditionellen Weidegebiete der nilotischen und kuschitischen Hirtenvölker in Nordkenia vor (EDWARDS 1942, BRONNER 1990). Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, für diese Region Ansätze für eine Einschätzung der Gefährdung durch die Desertifikation zu erarbeiten. Dabei wurden entsprechend dem anthropogenen Charakter der Desertifikation neben der ökosystemaren Empfindlichkeit auch die Kategorien Belastung und Gefährdung in Betracht gezogen.

2. Lage des Untersuchungsgebietes und Erhebungsmethode

Die Untersuchungen wurden in den Distrikten Isiolo und Marsabit durchgeführt. Der überwiegende Teil der Beobachtungsflächen befand sich an den westlichen Hängen des Mt. Kulal, eines Vulkans am Ostufer des Turkana-Sees (Marsabit Distrikt). Dabei wurden Höhen von 500 m ü.N.N. bis 2000 m überbrückt. Entsprechend differenziert sind die Niederschlagsverhältnisse, die von 100 mm bis 800 mm im Jahresmittel reichen. Den höchsten Niederschlagswerten steht dabei immer noch eine potentielle Evaporation von 1800-2200 mm gegenüber (WOODHEAD 1968). Zusätzlich wurden Flächen in den 100 km nordöstlich vom Mt. Kulal gelegen Huri-Hills untersucht. Die Huri-Hills dehnen sich in einer Höhe um 1500 m aus, wobei die Jahresniederschläge 450 mm erreichen (JAETZOLD 1988).

Die Weidegebiete am Mt. Kulal werden noch überwiegend traditionell genutzt. Dabei variiert der Weidedruck von geringen bis zu sehr hohen Intensitäten. In den Lagen unter 900 m existieren Bereiche mit geringer als auch mit starker Nutzung. Die Ursache geringer Nutzungsintensitäten liegt in der Abgelegenheit einiger Flächen von Wasserstellen (> 10 km) begründet. Nach FIELD (1979) können sich Rinder im Verlauf eines Tages maximal 10 km von einer Wasserstelle entfernen.

Geringe Nutzungsintensitäten existieren auch in den Lagen zwischen 900 und 1200 m, die bisher als Durchgangsgebiet zu den Weiden der Höhenlagen dienten. Aufgrund von Stammesauseinandersetzungen zwischen Samburu und Turkana blieb der Zustand geringer Nutzungsintensitäten bis heute erhalten. Um für diese Höhenlage eine ausreichende Grundlage für Nutzungsdifferenzierungen zu gewährleisten, wurden zusätzlich Vegetationserhebungen aus einem stark genutzten Weidegebiet östlich des Laikipia Escarpments (Isiolo Distrikt) in die Analyse aufgenommen. Die naturräumliche Situation (Höhenlage, Klima, Boden und Florenelemente) dieses Gebietes entspricht weitgehend der am Mt. Kulal.

In der Region um 1500 m sind die Nutzungsintensitäten am Mt. Kulal aufgrund neu gegründeter Siedlungen derzeit allgemein hoch. Beispielflächen für geringe Nutzungsintensitäten konnten jedoch in den Huri-Hills gefunden werden. Ursache der dortigen schwachen Beweidung ist die unzureichende Ergiebigkeit der Wasserstellen während der Trockenzeiten. Nach BAKE (1991) liegen die nächsten ergiebigen Brunnen in einer Entfernung von über 10 km. Da in den Gipfelregionen des Mt. Kulal neben anthropogenen Weiden noch Bergwälder existieren, konnten schließlich auch für die Höhenlagen Flächen unterschiedlicher Nutzungsintensität gefunden werden.

Die Auswirkungen steigenden Nutzungsdrucks wurden als Differenz der Vegetationsstrukturen zwischen gering und höher belasteten Gebieten abgeleitet. Dabei stellen die gering genutzten Flächen allerdings nur eine relativ natürliche Referenz dar. Die Schaffung einer absolut natürlichen Referenz, entsprechend der potentiell natürlichen Vegetation in Mitteleuropa, war nicht möglich, da ungenutzte Gebiete in Nordkenia seit der Besiedlung durch nilotische und hamitische Hirtenvölker nicht mehr existieren.

Für alle oben skizzierte Flächen wurden die Vegetation auf Formationsebene beschrieben und die jeweils dominanten Arten aufgelistet. Zusätzlich wurden sowohl im Isiolo- als auch im Marsabit Distrikt im Bereich zwischen 900 und 1200 m Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Ergebnisse der Erhebungen im Isiolo-Distrikt wurden bereits von CORNELIUS & al. (1992) mitgeteilt. Um die Vergleichbarkeit der Erhebungen zu gewährleisten, erfolgte eine Beschränkung auf sandig-lehmige bis tonig-lehmige Böden auf vulkanischem Ausgangsgestein. Die Vegetation von Ton- ("Black Cotton Soils") und Sodaböden wurde nicht in den Vergleich mit aufgenommen. Entsprechende Vorgaben bestanden auch für die Standortauswahl der Erhebungen in den übrigen Höhenlagen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vegetationszonierung bei geringem Weidedruck

Die Vegetationszonierung (Abb. 1) reicht von den feuchtebedürftigen Bergwäldern über immergrünes und laubwerfendes Buschland und Dornstrauchformationen bis hin zu Formationen, die von dürreresistenten Zwergsträuchern dominiert werden. Die Bergwälder werden charakterisiert durch die Bäume *Juniperus procera*, *Cassipourea malosana*, *Diospyros abyssinica*, *Teclea nobilis* sowie *Olea hochstetteri* und *africana* und den Strauch *Rytigynia neglecta*. In der Krautschicht der Wälder dominiert das perenne Gras *Oplismenus hirtellus* und die kurzlebigen Perennen *Impatiens meruensis* und *Dicliptera colorata*. In der Zone des immergrünen Buschwaldes verarmt die Baumschicht; es bleibt der immergrüne *Juniperus procera*. Anstelle der übrigen Baumarten setzen sich Sträucher durch, unter denen *Rhamnus prinoides* und *Euclea schimperi* die größte Bedeutung zukommt.

Das sich anschließende laubwerfende Buschland wird in seiner Physiognomie bereits durch Arten bestimmt, die ihr Optimum in Trockengebieten haben; so zum Beispiel durch diverse *Commiphora*-Arten, die als Kleinbäume oder Sträucher vorkommen. Weitere wichtige Vertreter der einzel stehenden Bäume sind *Delonix elata* und *baccata* sowie *Boswellia rivae*. Unter den Sträuchern dominieren *Acacia mellifera* und *nubica*. Schließlich können sich in Teilbereichen des laubwerfenden Buschlandes die perennen Gräser *Chrysopogon plumulosus*, *Themeda triandra* und *Pennisetum mezianum* durchsetzen.

Dominierende Wuchsformen im Bereich der Dornstrauchformation sind Sträucher oder hohe Gebüsche. Unter ihnen kommt den Acacien-Arten die größte Bedeutung zu (*Acacia mellifera*, *nubica*, *reficiens*, *paolii* und *horrida*). Weitere wichtige Straucharten sind *Grewia tenax*, *Cadaba farinosa* und *mirabilis*, *Cordia sinensis* sowie *Salvadora persica*. Bäume sind durch die einzel stehende *Acacia tortilis* vertreten, die jedoch häufig nur die Größe der ebenfalls vertretenen *Commiphora*-Kleinbäume erreicht. Als neues prägendes Element treten die Zwergsträucher hinzu. Neben *Duosperma eremophilum*, der vereinzelt bereits im Bereich des laubwerfenden Buschlandes auftritt, kommen *Sericocomopsis hildebrandtii* und *pallida* sowie *Indigofera spinosa* und *cliffordiana* hinzu. Die Gehölze bilden normalerweise keine dichten Bestände. Auf den gehölzfreien Flächen dominie-

ren die perennen Gräser *Chrysopogon plumulosus*, *Sporobolus nervosus*, *Lephotrium senegalense* und *Oropetium minimum*. Störungsstellen werden von annuellen Gräser, wie *Aristida adscensionis* und *Tetrapogon cenchrifomis* eingenommen.

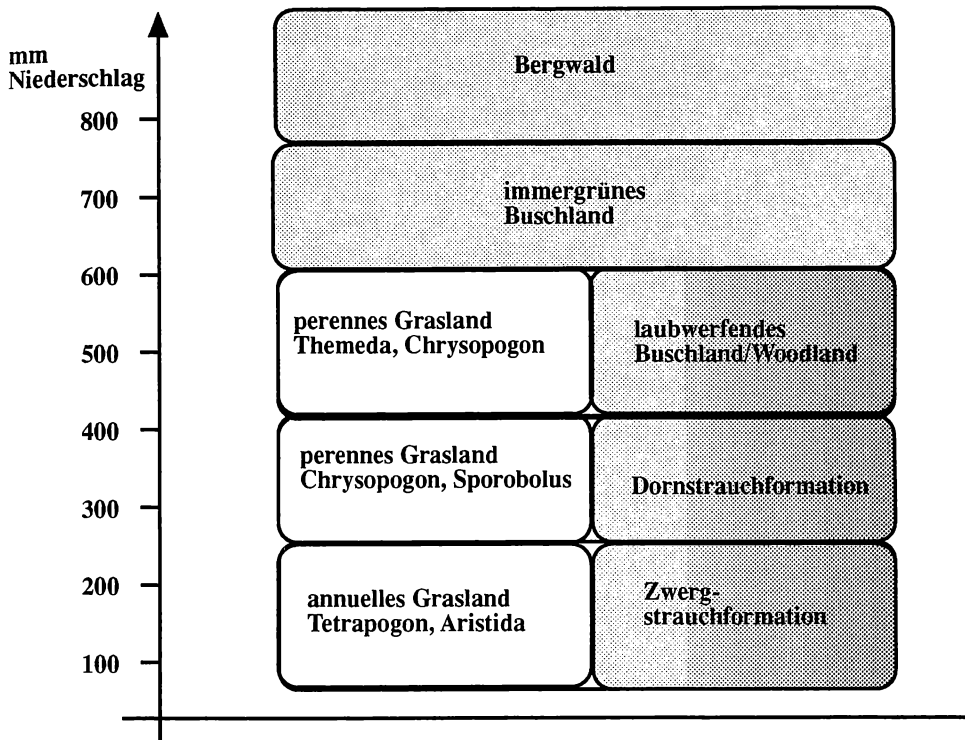


Abb. 1: Natürliche Vegetationsgliederung in Nord Kenia auf lehmig-sandigen bis tonig-lehmigen Böden in Abhängigkeit zur mittleren jährlichen Niederschlagsmenge. In die Felder der Grasland-Typen sind die Gattungsnamen der jeweils häufigsten Gräser eingetragen.

Die Zwergstrauchformation gleicht bezüglich der Gehölzartenzusammensetzung in weiten Teilen der Dornstrauchformation. Unterschiede bestehen in der Dominanz der Wuchsformen, die von den Sträuchern und Kleinbäumen auf die Zwergsträucher wechselt. Zusätzlich kommt es zu einem Ersatz der perennen durch annuellen Gräser. Neben *Eragrostis* Arten und *Aristida adscensionis* ist in den nördlichen Regionen natürlicherweise vor allem *Tetrapogon cenchrifomis* von großer Bedeutung.

Von 600 mm Niederschlag bis hin zu den trockensten Bereichen treten parallel zu den Gehölzformationen auch reine Grasländer auf. Die Ursachen für die Dominanz der einen oder anderen Lebensform sind vielfältig (HERLOCKER 1979, SHMIDA & BURGESS 1987). In dem Höhenzone der laubwerfenden Buschländer und der Dornstrauchformationen werden die Grasländer von den perennen Gräsern *Chrysopogon plumulosus* und *Themeda triandra* dominiert. Das Grasland-Pendant der Zwergstrauchformation ist durch die Dominanz der annuellen Gräser *Tetrapogon cenchrifomis* und *Aristida adscensionis* charakterisiert, die großräumige Reinbestände bilden können. Zwischen den Grasländern und der Gehölzdominanz gibt es fließende Übergänge.

3.2 Zur Empfindlichkeit der Vegetationsformationen gegenüber Weidedruck

Zur Ableitung der Empfindlichkeit wurden die oben dargestellten Vegetationsformationen in drei Gruppen zusammengefaßt:

- 1. Formationen der Höhenlagen (Bergwald, immergrünes Buschland),

- 2. Formationen der mittleren Lagen (laubwerfendes Buschland, Dornstrauchformationen, perennes Grasland)
- 3. Formationen der tieferen Lagen (Zwergstrauchformationen, annuelles Grasland).

1. Höhenlagen

Im Bereich des immergrünen Buschlandes und des Bergwaldes kommen natürlicherweise keine Grasformationen vor. Durch die Rodungstätigkeit der Hirten wurde das Spektrum der Vegetationseinheiten jedoch erweitert. Sowohl auf den Rodungsflächen der Bergwälder als auch des immergrünen Buschlandes hat sich ein perennes Grasland als Ersatzgesellschaft eingestellt. Dominierende Art ist hierbei *Themeda triandra*. Als Co-Dominante tritt *Bothriochloa insculpta* auf. Bei Erhöhung des Viehbesatzes breiten sich zunächst die Gräser *Digitaria scalarum* und *Eragrostis braunii* aus. Wird der Weidedruck sehr hoch, so treten die holzigen Chamaephyten *Solanum incanum* und *Conyza pyrrhopappa* hinzu. Beide Arten werden vom Vieh verschmäht. Dennoch kommt ihnen eine wichtige ökologische Bedeutung zu. Durch ihr perennes Wurzelwerk festigen sie den Boden und vermindern so die auf steilen Hängen bestehende Gefahr der Grabenerosion. Im Schutz der vom Vieh verschmähten Arten findet zusätzlich eine Verbuschung statt, die zur Regeneration des Bergwaldes überleiten kann. Diese ausgeprägte Tendenz zur Verbuschung anthropogener Weideflächen Ostafrikas wird durch Untersuchungen von KLÖTZLI (1980) im Tansanischen Küstengrasland bestätigt.

2. Mittlere Lagen

Über die Struktur der Dornstrauchformation bei mäßiger bis sehr starker Belastung berichten CORNELIUS & al. (1992). Setzt man diese Ergebnisse zu den Ergebnisse der gering beweideten Gebiete am Mt. Kulal in Beziehung, so ergibt sich die in Tabelle 1 dargestellte Degradationsserie. Die deutlichsten Unterschiede zeigen sich dabei in den Verhältnissen von Therophyten zu perennen Gräsern, wobei unter den Therophyten wiederum die Kräuter am empfindlichsten auf Nutzungsänderungen reagieren. Der Zunahme der Therophyten steht eine vergleichbare Abnahme der perennen Gräser gegenüber, so daß von einem gegenseitigen Ersatz ausgegangen werden kann.

Tab. 1: Mittlere Deckungsgrade in % von Lebensformen im Bereich der Dornstrauchformationen in Abhängigkeit zum Weidedruck. Kleinbäume: *Commiphora*-/*Acacia tortilis* - Typus.

Lebensform	Weidedruck			
	gering	mäßig	hoch	sehr hoch
Therophyt. Gras	7	17	23	5
Therophyt. Kraut	0	2	9	68
Perenn. Gras	22	19	10	3
Perenn. Kraut	0	<1	<1	<1
Zwergsträucher	15	38	20	0
Sträucher	14	15	10	0
Kleinbäume	37	15	15	0

Die Verschiebungen unter Gehölzen war weitaus geringer ausgeprägt als bei den krautigen Arten. Lediglich die Entwicklung des Verhältnisses von Bäumen und Zwergsträuchern könnte als ein gegenseitiger Ersatz bei unterschiedlichen Belastungsgraden interpretiert werden. Das Fehlen der Gehölze auf den sehr stark belasteten Sonderstandorten wird beim Nachlassen der Nutzung durch Gehölzregeneration wieder ausgeglichen. Dies beweisen Dickichtbildungen aus *Acacia tortilis*, *reficiens* und *horrida* auf ehemals stark genutzten Flächen (MÄCKEL & SCHULTKA 1988).

Im Gegensatz zur Gehölzregeneration ist eine Regeneration der für die Weidewirtschaft wichtigen perennen Gräser, wie etwa *Chrysopogon plumulosus*, auch nach längerem Weideausschluß nicht zu erwarten. Dies kann aus der geringen lateralen Ausbreitungskraft dieser Horstgräser sowie der fehlenden Ausbreitung im Schutz ehemaliger Einfriedungen geschlossen werden. Der Verlust der perennen Grasdecke hat negative Auswirkungen auf das Weidepotential (CORNELIUS & al. 1992). Daneben beschleunigt der Verlust den Erosionsprozeß. Die therophytische Ersatzvegetation zerfällt in den Trockenzeiten sehr rasch. Der frei liegende Boden wird verblasen und zu Beginn der Regenzeiten wird aufgrund des Mangels an einem festigenden perennen Wurzelwerk der Oberboden abgeschwemmt.

3. Tiefere Lagen

In den tieferen Lagen reagieren die von den Zwergsträuchern dominierten Formationen im Vergleich zu den von annuellen Gräsern geprägten Formationen unempfindlich. Die Zwergstäucher werden von den Rindern weitgehend verschmäht, und der Verbiß durch Ziegen, Schafe und Dromedare wird durch Neuaustrieb wieder ausgeglichen. Bei den Gräsern vollzieht sich dagegen sehr rasch ein Artenwandel. Die endemische Art *Tetrapogon cenchriformis* wird zunehmend durch die über weite Teile Afrikas verbreitete *Aristida adscensionis* ersetzt. Da die therophytische Lebensweise aufgrund ihrer Populationsstrategie sowohl Dürreereignisse als auch mechanische Störungen bewältigen kann, setzt der weitere Degradationsprozeß nicht auf der Ebene der Vegetation, sondern bei der Bodenzerstörung an. Winderosion verbläst die Feinerde, und es resultieren steinige Böden. Dies wiederum schränkt den Wuchsraum der annuellen Gräser ein, so daß in den Grasdecken immer größere Lücken entstehen. Bei langanhaltender und starker Belastung kann die ursprüngliche Grasvegetation auf einzelne Flecken inmitten einer vegetationslosen Hammada reduziert werden.

3.3 Gefährigungsgrade der Desertifikation

Die Gefährdung gegenüber der Desertifikation ergibt sich aus der Empfindlichkeit gegenüber Beweidung und dem Ausmaß des jeweils herrschenden Weidedrucks. Aus dem vorangegangenen Kapitel kann eine Empfindlichkeitsreihe abgeleitet werden. Danach weisen die Bergwälder und immergrünen Buschländer eine vergleichsweise geringe Empfindlichkeit auf. Verstärkungen des Weidedrucks führen zu reversiblen Artenverschiebungen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann allerdings die Grabenerosion zum Problem werden. Probleme dieser Art existieren in der weiter südlich gelegenen Matthew-Range (BRONNER 1990).

In den tiefen, durch annuelle Gräser dominierten Lagen führt eine Erhöhung des Weidedrucks zu Änderungen im Artenspektrum, ohne daß es dabei zu Verschiebungen in den Lebensformspektren kommt. Da bereits die an aride Verhältnisse angepaßte Lebensform dominiert, kommt dieser Artenverschiebung noch keine Bedeutung im Sinne einer Desertifikation zu. Sie ist als eine Degradation der Vegetation zu bewerten. Langanhaltende und intensive Nutzungen dieser Flächen führen jedoch zu Bodenabtragungen, die irreversible Einschränkungen des Nutzungspotentials zur Folge haben. Die Gefahr einer Desertifikation solcher Standorte muß daher potentiell als hoch eingeschätzt werden. Wegen des geringen Nutzungspotentials der annuellen Grasländer ist in vielen Fällen jedoch nur eine mäßige Nutzungsintensität gegeben.

In mittleren Lagen, und dort vor allem im Bereich der Dornstrauchformationen führt die Überschreitung der "Carrying Capacity" sehr rasch zu Verschiebungen auf der Formationsebene. Der dabei stattfindende Ersatz der perennen durch die therophytische Lebensform stellt eine Degradation dar, die nach Abbildung 1 einem Abfall in eine aridere Vegetationstufe entspricht. Der während der Trockenperioden und zu Beginn der Regenzeiten normalerweise durch die perenne Vegetation geschützte Boden ist aufgrund des Formationswandels den Erosionskräften voll ausgesetzt. Auswehungen und Abschwemmungen zerstören ein Bodenpotential, das sich im Verein mit einer geschlossenen Vegetationsdecke entwickelt hat. Die Empfindlichkeit des Dornstrauchsavannensystems ist damit höher einzuschätzen als die der ariden und natürlicherweise therophytischen Grasländer.

Die Gefahr der Desertifikation erhöht sich durch die Ausrichtung der derzeit ablaufenden Nutzungsintensivierung auf die Dornstrauchformation. Sie ist neben den Zwergstrauchformationen und den therophytischen Fluren in Nordkenia am weitesten verbreitet, verfügt aber über ein höheres Produktionspotential als diese.

3.4 Einschätzung von Präventivmaßnahmen

Der Gefahr der Desertifikation in Nordkenia kann durch ein geeignetes Management begegnet werden. In diesem Zusammenhang wurde bereits frühzeitig die Einführung von Rotationsweidesystemen als eine geeignete Maßnahme angesehen (EDWARDS 1942). Dieser aus europäischem Gedankengut stammende Vorschlag hat sich in Nordkenia aus sozialen und ethnischen Gründen als nicht durchsetzbar erwiesen (BRONNER 1990). Eine den ethnischen Verhältnissen eher entsprechende Maßnahme bestände in der Reduktion künstlich angelegter Brunnen. Dadurch könnten die nomadischen Wanderungsbewegungen der Herden wieder intensiviert werden, was dem Effekt einer Rotationsweide nahe käme.

Eine weitere ökologisch sinnvolle Maßnahme besteht in der Förderung von Herdenmischungen. Die Herden sollten neben den Rindern auch Ziegen und Kamele umfassen. Rinder sind in ihrer Ernährung auf Gräser und Kräuter angewiesen; Ziegen und Kamele können als "browser" auch die Knospen und Blätter der Gehölze verwerten (ENGELHARDT & al. 1988). Im Bereich der Dornstrauchformationen erhöht sich aufgrund der unterschiedlichen Futterpräferenz damit die "Carrying Capacity" der Weideflächen. Entsprechende Herdenmischun-

gen sind bei den ursprünglich als Kamelnomaden lebenden Rendille durchsetzbar. Bei den auf Rinderhaltung ausgerichteten Samburu stößt die Einführung dieser Maßnahme jedoch auf Schwierigkeiten.

Schließlich kann die Belastung durch eine allgemeine Reduktion der Viehdichte erzielt werden. Auch hier ergeben sich natürlich Schwierigkeiten bei der Durchsetzung, da die nomadischen Hirten aufgrund ihrer Erfahrungen mit Dürreperioden in klimatisch günstigen Perioden im Überschuß wirtschaften. Als Erkenntnis bleibt, daß zur Bannung der Desertifikationsgefahr keine allgemeingültigen Management-Methoden erarbeitet werden sollten. Stattdessen muß sowohl den spezifischen naturräumlichen Bedingungen als auch den jeweiligen Traditionen der nilotischen und kuschitischen Völker Rechnung getragen werden.

Literatur

- BAKE, G., 1991: Water Sources. - In: SCHWARTZ, H.-J., SHAABANI, S. & D. WALTHER, (eds.): Range Management Handbook of Kenya II/1: 53-72. - Ministry of Livestock Development, Nairobi.
- BRONNER, G., 1990: Vegetation and land use in the Mathew Range area, Samburu District, Kenya. - *Dissertationes Botanicae* 160, Berlin/Stuttgart.
- CORNELIUS, R., SCHULTKA, W., WALSH, H. & H.-J. SCHWARTZ, 1992: Zum Einfluß intensiver Formen der Weidenutzung auf die Ökologie einer Dornsavanne Nordkenias. - *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 21: 457-463.
- ENGELHARDT, W., LECHNER-DOLL, M., SCHWARTZ, H.-J. & W. SCHULTKA, 1988: Physiology of the forestomach in Camelids with particular reference to adaption to extreme dietary conditions - a comparative approach. - *Animal research and development* 28: 56-70.
- EDWARDS, D.C., 1942: Report on the grazing area of the Northern Frontier District (NFD) of Kenya. - KNA: PC/NFD/5/5/1, Nairobi.
- FIELD, C.R., 1979: Preliminary report on the ecology and management of camels, sheep and goats in Northern Kenya. - IPAL Technical Report, E, Ia, UNESCO, Nairobi.
- KLÖTZLI, F., 1980: Analysis of species oscillations in tropical grasslands in Tanzania due to management and weather conditions. - *Phytocoenologia* 8: 13-33.
- JAETZOLD, R., 1988: Marsabit District, Kenya, Map 4 and 5, Median Rainfall of the first, and the second rainy season. In: Range Management Handbook of Kenya. - Ed. Ministry of Livestock Development, Nairobi.
- MÄCKEL, R. & W. SCHULTKA, 1988: Vegetationsänderung und Morphodynamik im Ngare Ndare-Gebiet, Kenia. - In: HAGEDORD, J. & H.G. MENSCHING, (Hrsg.): Aktuelle Morphodynamik und Morphogenese in den semiariden Randtropen und subtropen. - *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen* 41: 112-130.
- MAINGOUET, M., 1991: Desertification, Natural Background and Human Mismanagement. - Springer, Berlin.
- SHMIDA, A. & L.T. BURGESS, 1988: Plant growth-form strategies and vegetation types in arid environments. - In: WERGER, M.J.A. & al. (eds.): Plant form and vegetation structure, pp. 211-241. - Academic Publ., The Hague.
- WOODHEAD, T., 1968: Studies of potential evaporation in Kenya. - Ed. Ministry of Natural Resources.

Adressen

Reiner Cornelius, Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin, Rothenburgstr. 12, D-W-1000 Berlin 41
Wolfgang Schultka, Botanisches Institut, Justus Liebig Univ. Gießen, Seckenbergstr. 17, D-W-6300 Gießen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [22_1993](#)

Autor(en)/Author(s): Cornelius Reiner, Schultka Wolfgang

Artikel/Article: [Zur Gefahr der Desertifikation in nordkenianischen Weidegebieten 313-318](#)