

- VÖLK, H. R. u. LEWELT, T.: Tonmineralogische Ergebnisse und einige paläoklimatische Betrachtungen. In: Jb. Geogr. Ges. Hannover 1969, 1970, 191–211.
- VÖLKEL, J.: Zum jungquartären Klimawandel im saharischen und sahelischen Ost-Niger aus bodenkundlicher Sicht. In: Würzburger Geogr. Arb. 69, 1988, 255–276.
- : Geomorphologische und pedologische Untersuchungen zum jungquartären Klimawandel in den Dünengebieten Ost-Nigers (Südsahara und Sahel). Bonner Geogr. Abh. 79, 1989.
- VOGT, J. u. BLACK, B.: Remarques sur la géomorphologie de l'Air. In: Bull. B.R.G.M. 1, 1963, 1–29.

## WEIDEPOTENTIAL UND LANDDEGRADIERUNG IN DEN TROCKENGEBIETEN KENIAS, DARGESTELLT AN TESTFLÄCHEN IM SAMBURU-DISTRIKT

Mit 3 Abbildungen, 4 Photos und 3 Tabellen

RÜDIGER MÄCKEL, GUNTER MENZ und DIERK WALTHER

*Summary:* Range potential and land degradation in the drylands of Kenya – represented by test sites in the Samburu-District

The survey and evaluation of the range potential in the semi-arid lands of the Samburu District was carried out with the aid of the combined earth study techniques at four data levels (satellite images of LANDSAT 5, aerial photographs, special photograph survey from low flying aircraft, and ground truth data). Various homogeneous test sites were selected in each of the five main landscape units. The highest biomass production occurs in the grassland dambos as well as on the volcanic plateaus (Marti) with *Commiphora-Acacia* woodland, dwarf-shrub and perennial grasses. However, both landscape types are mostly avoided by the nomads and their livestock: the dambos because of the low content of palatable grasses and herbs, as well as the dangers connected with cracking and piping features of the vertisols, and with insects and carnivores respectively, the plateaus because of the difficult accessibility and lack of water. The most important rangelands include the foot slopes in front of the Marti with open *Commiphora* bushland and dwarf-shrub and the adjacent inland plains covered by open *Acacia* woodland and dwarf-shrub. At the end of the main rainy season the good rangeland sites reach a biomass of 2500 kg/ha. However, two or three weeks later, there is a remarkable decrease in the fodder value. The biomass production of the slopes is often lower than that of the inland plains, because they form favoured sites for settlements and, therefore, suffer from overuse and severe soil erosion. Valley sites with riparian woodland or bushland are often used by goats and camels, while cattle do not find any substantial species in these vegetation types.

Due to the high variability of rainfall and the uncertain biomass production, the rangeland of the area in question can only be classified as an area restricted to certain browsing animals, such as goats and camels. However, cattle which are mainly dependent on grasses and herbs,

can hardly survive every dry season in the long run and would never gain weight. Consequently a rearrangement of animals adapting to the sensitive ecosystem in these tropical drylands should be considered in useful development planning. Finally, regeneration and anti-erosion measures remain necessary.

### 1 Problemstellung und Methode der Aufnahme

#### 1.1 Landschaftstypen des Untersuchungsgebiets

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die Weidegebiete der Ebenen zwischen dem Kirisia-Bergland und der Matthews-Bergkette, konzentriert sich also auf die politischen Verwaltungseinheiten von Lodungokwe und Wamba im südlichen und auf Vergleiche mit der Baragoi-Ebene im nördlichen Samburu-Distrikt (Abb. 1). Durch Auswertung von LANDSAT 5-Szenen, Luftbildern und topographischen Karten lassen sich im Untersuchungsgebiet sieben Landschaftstypen unterscheiden: 1. die Bergländer mit montanen Busch- und Waldformationen, 2. die Vulkanitdecken und -restflächen mit offenem *Commiphora*-Gehölz, 3. Inselbergkomplexe aus kristallinem Gestein des Grundgebirges, 4. die schwach bis mitteligigigen Bergfußflächen mit *Commiphora*-Gehölzen, 5. die Ebenen mit Fiederlaub-Dorngehölzfluren, 6. die zerschnittenen Rumpfflächen, 7. die überwiegend grasbedeckten Oberläufe der Entwässerungssysteme (Dambos) und 8. die eingeschnittenen Tallandschaften mit Galeriegehölzen (Abb. 2 u. 3).

Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit dem Weidepotential der Landschaftstypen 2 bis 7. Wegen der landschaftsökologischen Besonderheiten

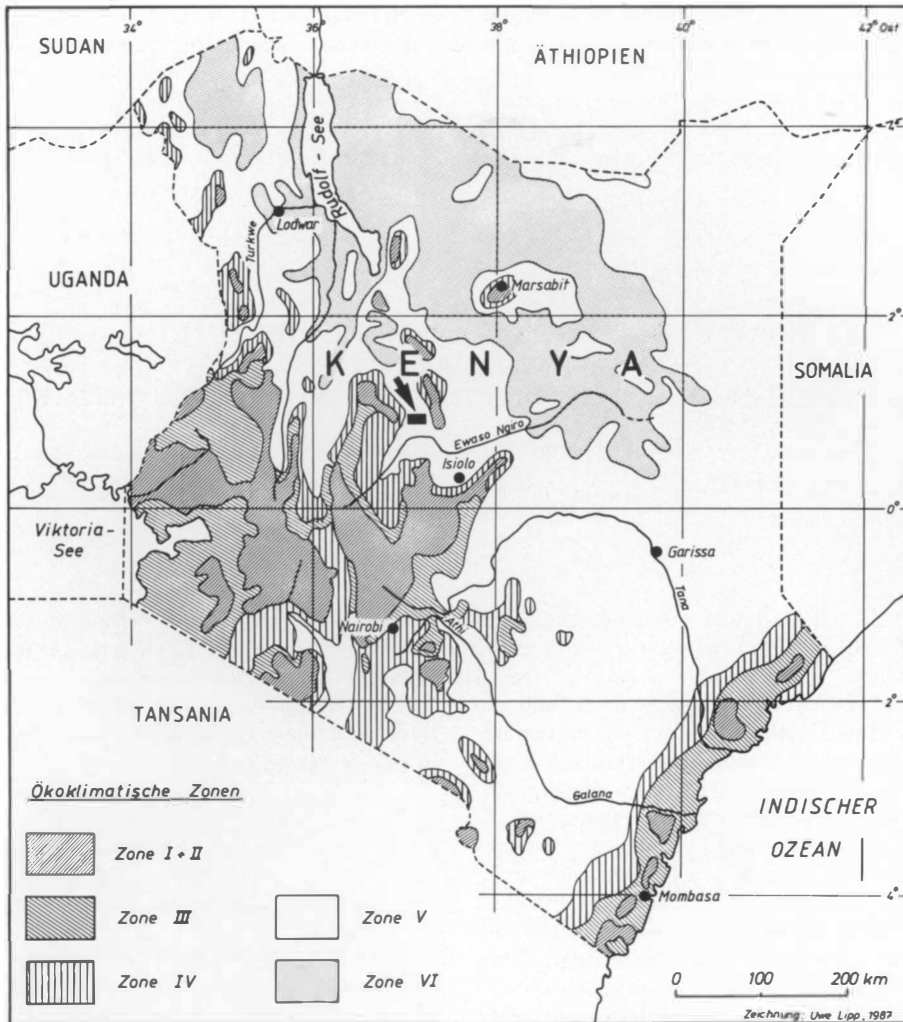


Abb. 1: Übersichtskarte von Kenia mit Eintragung des Untersuchungsgebiets. Grundlage: Karte der Ökoklimatischen Zonen von PRATT und GWYNNE (1978)

Location of the study area in Kenya based on the map of eco-climatic zones by PRATT and GWYNNE (1978)

werden die Bergländer mit montanen Busch- und Waldformationen (Landschaftstyp 1) und die Tal-landschaften (Landschaftstyp 8) in getrennten Arbeiten ausführlich abgehandelt (BRONNER 1989 in Vorb., MÄCKEL u. WALTHER 1988).

### 1.2 Klimabedingungen und Möglichkeiten der Landnutzung

Das Untersuchungsgebiet liegt nach der ökoklimatischen Gliederung von PRATT u. GWYNNE (1978, Karte 1) in der Zone V (Abb. 1). Sie ist gekennzeichnet durch ein warmtemperiertes, überwiegend arides Tropenklima mit zwei sehr kurzen humiden Jahreszeiten von ein bis zwei Monaten (t 2.1 a 4.4 nach

JÄTZOLD 1981, S. 69). Der mittlere Jahresniederschlag liegt zwischen 400 und 500 mm (JÄTZOLD u. SCHMIDT 1983, S. 361). Der Regen fällt zwischen März und Mai bzw. Oktober und Dezember. Besonders auffallend ist die hohe Variabilität des Niederschlags. Sie äußert sich in der unterschiedlichen Niederschlagsmenge von Jahr zu Jahr, in der Konzentration des Niederschlags auf wenige Tage (mit häufigen Starkregenereignissen) und im unterschiedlichen Beginn bzw. in der Dauer der Regenzeit. Wegen der geringen und schwankenden Niederschläge und der hohen Verdunstung ist das Wasserpotential und das biotische Potential der Ebenen so gering, daß sich die Nutzung auf die Subsistenz-

weidewirtschaft einer kleinen Bevölkerungszahl beschränkt. Im Untersuchungsgebiet handelt es sich überwiegend um Hirtennomaden der Samburu (SPENCER 1973, S. 5).

Das Problem des Untersuchungsgebiets liegt im steigenden Mißverhältnis zwischen dem Nahrungsbedarf bzw. den Nutzungsansprüchen der Bevölkerung und dem vorhandenen Naturpotential. Infolge Überbeanspruchung tritt eine Degradierung der Weidegebiete ein und damit eine Abnahme des natürlichen Potentials. Als ein Grund dafür ist der hohe Anstieg der Bevölkerung und die Zunahme des Viehbestands in den letzten Jahrzehnten anzuführen. Die zeitliche und räumliche Abnahme der Wanderbewegung bis hin zum Sesshaftwerden der Nomaden und die Konzentration um permanente Siedlungen sowie der Zuzug anderer Ethnien waren weitere auslösende Faktoren für die Überbeanspruchung des Raumes. Die Folge der veränderten Lebensweise der Nomaden sind tiefgreifende Landschaftsschäden durch Vegetationsdegradierung und verstärkte flächenhafte wie lineare Erosion, die das Weidepotential vor allem in der Umgebung von Siedlungen auf ein Minimum reduzieren. Die starke Beeinträchtigung des Ökosystems durch Vegetationszerstörung und Bodenerosion hat GÖTTING (1984, S. 75) anschaulich anhand von Isolinienkarten für die permanenten Siedlungen Wamba und Lodungokwe dargestellt. Die sozio-ökonomischen Hintergründe der Landschaftsdegradierung bearbeitete SAIDI (1986) im Rahmen des Ernährungssicherungsprogramms KENIA II - Wamba/Samburu.

### 1.3 Methode zur Erfassung und Bewertung des Naturpotentials

Die Erfassung und Bewertung des Naturpotentials wurde mit Hilfe der kombinierten Erderkundung durchgeführt (GÖTTING 1984, MÄCKEL et al. 1986). Die vorliegende Arbeit umfaßt den ersten Arbeitsgang, nämlich die Interpretation von Bilddaten aus verschiedenen Flughöhen und die Gelände- und Laborarbeit. Der zweite Arbeitsgang, die digitale Auswertung von Fernerkundungsdaten, erfolgte für dasselbe Gebiet von MENZ (1988).

Auf der Grundlage von LANDSAT-TM-Szenen, herkömmlichen Luftbildern und Erkundungsflügen mit tieffliegenden Flugzeugen wurden zuerst homogene Landschaftseinheiten als Testflächen ausgewählt. Es handelt sich dabei um mindestens 5 ha große Flächen, die bezüglich des Vegetationsbestandes, des Reliefs und Bodens sowie der Art und Intensität der Nutzung verhältnismäßig einheitlich sind.

Aufgenommen wurden solche Parameter, die für die Bewertung des Naturpotentials von Bedeutung sind.

Neben den herkömmlichen Verfahren der qualitativen und quantitativen Vegetationsaufnahme wurde die Phytomasse nach der Punkt-Frequenz-Methode mit dem Zehnpunkterahmen ermittelt (MÜLLER-DOMBOIS u. ELLENBERG 1974, S. 87, WALTHER 1987, S. 79). Hinzu kam die Nutzung der Vegetation (u. a. Artenpräferenz bei der Beweidung und beim Nutzholzverbrauch) und der Zustand (Vitalität, Regeneration) bzw. der Anteil von nutzbaren Pflanzen im Verhältnis zu Störzeigern bzw. Weideunkräutern. Die Bodeneigenschaften wurden entsprechend der Kartieranleitung Bodenkunde (*Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde* 1982) im Gelände ermittelt und Proben für Laboranalysen entnommen, die in der Kenianischen Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt in Nairobi durchgeführt wurden. Erfasst wurden im Zusammenhang mit dem Relief und Substrat der Zustand des Bodens infolge unterschiedlicher Morphodynamik (z. B. Erosion durch Wasser und Wind bei unterschiedlich dichter Vegetationsbedeckung). Auf der Grundlage der gesammelten Kriterien wurde ein Schadenskatalog zusammengestellt, nachdem bereits im Gelände die einzelnen Testflächen in Degradationsstadien unterschiedlicher Beeinträchtigung eingeordnet werden konnten (Tab. 1).

### 2 Vegetation und Weidepotential der einzelnen Landschaftstypen

Trotz der einheitlichen klimatischen Bedingungen des Untersuchungsgebiets gibt es Unterschiede in der naturnahen Vegetationsdecke aufgrund differenzierter edaphischer Bedingungen. Die Ebenen außerhalb der Dambo-Grasländer sind von lichten Fiederlaub-Dorngehölzfluren eingenommen, die vor allem durch die Schirmakazie (*Acacia tortilis*) und Zwergsträucher (u. a. Indigofera-Arten) beherrscht werden. Auf steinigten Bergfußflächen und -hängen schließen sich offene bis dichte Dorngehölzfluren mit *Commiphora*-Arten an. Die Vulkanitdecken der Marti sind ebenfalls mit *Commiphora*-*Acacia*-Gehölzen bestanden, weisen aber auch grasbedeckte tonige Mulden auf wie auf der Marti-Sumatia (Abb. 2).

Aus den verschiedenen Testflächen (TF) werden Vegetationsbestände vorgeführt, die typische Stadien der Degradationsserien unter Einwirkung des Menschen und seiner Herdentiere darstellen. Als Bezugsstadium dienen die oben erwähnten Bestände mit geringer Beeinträchtigung.

Tabelle 1: Degradationsstufen in den Weidegebieten des Samburu-Distrikts, Kenia (Vegetationskomponente, Bodenkomponente und Landnutzung)

Degradational stages in the grazing areas of the Samburu District, Kenya

Degradationsstufe (Wert)	0. nicht beeinträchtigt (0-0,5)	1. gering beeinträchtigt (0,6-1,5)
A. Baumschicht	kein Einschlag keine Verbißformen sehr gute Regeneration keine Störzeiger ( $\leq 2\%$ )	geringer Einschlag geringe Verbißformen gute Regeneration wenige Störzeiger ( $\leq 10\%$ )
B. Strauch- und Zwergstrauchschicht	Bedeckungsgrad ( $> 20\%$ ) Pflanzenhöhe ( $\leq 20-30$ cm) gute Regeneration (Vitalität, Jungwuchs) keine Verbißformen	Bedeckungsgrad ( $\leq 20\%$ ) Pflanzenhöhe ( $10$ cm $< h < 20$ cm) mäßige Regeneration (Vitalität, Jungwuchs) geringe Verbißformen
C. Kraut- und Grasschicht	Bedeckungsgrad ( $> 50\%$ ) Pflanzenhöhe ( $\geq 10$ cm) Verhältnis annuelle/perenne Gräser ( $V \leq 0.2$ )  Anteil Weidepflanzen ( $> 50\%$ ), Anteil Weideunkräuter ( $< 5\%$ ) gute Regeneration	Bedeckungsgrad ( $\leq 50\%$ ) Pflanzenhöhe ( $< 10$ cm) Verhältnis annuelle/perenne Gräser ( $0.2 < V < 0.5$ )  Anteil Weidepflanzen ( $20\% - 50\%$ ), Anteil Weideunkräuter ( $< 20\%$ ) mäßige Regeneration
D. Organische Auflage	viel organische Auflage (Blätter und kleine Reste) homogen verteilt	viel organische Auflage inhomogen verteilt (an Spül- girlanden oder an Hindernissen)
E. Substrat an der Geländeoberfläche	tiefgründiger Boden  Feinmaterialanteil (Korngröße $< 1$ mm, ca. $90\%$ ) keine Steinigkeit (Korngröße $> 6$ mm) keine Krusten	mittelgründiger Boden  Feinmaterialanteil (ca. $50\%$ )  geringe Steinigkeit Krustenanteil ( $< 10\%$ )
F. Erosion	geringe Flächenspülung geringe Linearerosion (Rillen) keine Auswehung von Staub vertikale Abtragsleistung ( $< 1$ cm)	mäßige Flächenspülung mäßige Linearerosion (Rinnen) geringe Auswehung von Staub vertikale Abtragsleistung ( $\pm 10$ cm)
G. Überschwemmung, Versalzung	gelegentlich nach Starkregen überschwemmt, aber ohne Beeinträchtigung des Bodens oder der Vegetation keine Versalzung	saisonal überschwemmt mit starker Verspülung von Feinmaterial Regeneration gehemmt geringe Versalzung
H. Besiedlung, Tritt, Bestockung	keine oder geringe Nutzung  keine Siedlungen in den letzten 10 Jahren Durchgangsweide mit wenigen Spuren	mäßige, zeitliche begrenzte Nutzung ( $< 5$ ha/TLU) Siedlungen in den letzten 3 Jahren ( $< 2/\text{km}^2$ ) etliche Trittspuren (unter $10\%$ der Fläche)

2. mäßig beeinträchtigt (1,6-2,5)	3. stark beeinträchtigt (2,6-3,5)	4. sehr stark beeinträchtigt (3,6-4)
starker Einschlag starke Verbißformen mäßige Regeneration viele Störzeiger ( $\cong 50\%$ )	totaler Einschlag extreme Verbißformen schwache Regeneration (z. T. Verbuschung) sehr viele Störzeiger ( $> 50\%$ )	baumfreie Fläche keine Regeneration
Bedeckungsgrad ( $\cong 10\%$ ) Pflanzenhöhe ( $\cong 10$ cm) schwache Regeneration (Vitalität, Jungwuchs) starke Verbißformen oder: Eindringen von Störzeigern ( $< 50\%$ )	Bedeckungsgrad ( $\cong 5\%$ ) Pflanzenhöhe ( $\cong 10$ cm) keine Regeneration (Vitalität, Jungwuchs) extreme Verbißformen oder: hoher Anteil an Störzeigern ( $\cong 50\%$ )	Bedeckungsgrad ( $\cong 1\%$ ) Pflanzenhöhe ( $\cong 5$ cm) Vegetation abgestorben keine Regeneration
Bedeckungsgrad ( $\cong 10\%$ ) Pflanzenhöhe ( $< 10$ cm) Verhältnis annuelle/perenne Gräser ( $V \cong 0.5$ ) Anteil Weidepflanzen (5% - 20%), Anteil Weideunkräuter (20% - 50%) schwache Regeneration	Bedeckungsgrad ( $< 5\%$ ) Pflanzenhöhe ( $< 10$ cm) Verhältnis annuelle/perenne Gräser ( $V > 0.7$ ; vor allem während den Regenzeiten) Anteil Weidepflanzen ( $\cong 5\%$ ), Anteil Weideunkräuter ( $> 50\%$ ) sehr schwache Regeneration	Bedeckungsgrad ( $\cong 1\%$ ) Pflanzenhöhe ( $< 5$ cm) Anteil Weidepflanzen ( $< 1\%$ ), keine Regeneration
wenig organische Auflage (vereinzelt Zweige oder abgestorbene Pflanzen)	sehr wenig organische Auflage	keine organische Auflage
flachgründiger Boden Feinmaterialanteil (ca. 20%) mäßig bis hohe Steinigkeit ( $> 20\%$ - 40%) Krustenanteil (10% - 50%) oder Festgestein (5% - 30%)	flachgründiger Boden Feinmaterialanteil (ca. 10%) sehr hohe Steinigkeit ( $> 40\%$ ) Krustenanteil ( $< 50\%$ ) Festgestein ( $> 30\%$ )	sehr flachgründiger Boden (partielle Bedeckung) Festgestein, Kruste oder Steinpflaster Feinmaterial ( $< 5\%$ )
starke Flächenspülung starke Linearerosion (Gully) vertikale Abtragsleistung (10 cm - 20 cm)	sehr starke Flächenspülung sehr starke Linearerosion	Festgestein, Krusten oder Steinpflaster (wie E 4)
saisonal überschwemmt mit Einfluß auf Bodenbildung (Vertisole oder verwandte Bodentypen) Vegetation dem Boden und der Dauer der Überschwemmung angepaßt oder: mäßige Versalzung mit offener Vegetation ( $< 5\%$ )	häufig überschwemmt, 1 bis 3 Monate mit Wasser bedeckt Einfluß auf Bodenbildung (Tonböden) saisonal spärliche Vegetation ( $< 1\%$ ) oder: starke Versalzung, Ausblühungen an der Oberfläche	häufig überschwemmt Tonpfannen oder Salzböden ohne Vegetation
hoher Weidedruck ( $> 5$ ha/TLU) Siedlungen ( $> 2$ /km <sup>2</sup> ) dichtes Netz von Tritts Spuren (über 10% der Fläche)	sehr hoher Weide- und Siedlungsdruck ( $> 10$ ha/TLU) in der Nähe perma- nenter Wasserstellen und Siedlungen sehr dichtes Netz von Tritts Spuren und Trampelpfaden	ehemalige und derzeitige Siedlungsplätze und Gehege, Umfeld von stark besuchten Wasserstellen (nahezu) vegetationsfrei

## 2.1 Die Vulkanitdecken und -restflächen (Marti)

Der zentrale Bereich der Barsalinga-Ebene zwischen Lodungokwe im Westen und Wamba im Osten wird durch ein unregelmäßiges System von dunklen Vulkanitdecken unterbrochen. Diese Vollformen sind teilweise als langgestreckte Restplateaus (Marti Lakira, Marti Sumatia etc.) ausgebildet oder bereits in schmale Ketten oder Einzelberge (Tabilbil Hill) aufgelöst (Abb. 2).

Das gegenüber Abtragung widerständige vulkanische Deckmaterial, vornehmlich aus tertiärem Basalt, erreicht eine Höhe von 1420 m ü. NN. Es bildet den Rest eines nach Osten geflossenen Lavastromes und überlagert mit einer Mächtigkeit von bis zu 12 m das aus Gneisen und Glimmerschiefern aufgebaute Grundgebirge. Mit 25°–30° Neigung fallen die Hangbereiche bis zur Bergfußfläche im Niveau von 1250 m–1290 m ü. NN ein (Abb. 2 u. 3 und Photo 1).

Intensiv wirksame Denudationsprozesse im tiefgründig zersetzten Grundgebirgsmaterial bauen die aufgelagerten Plateauflächen lateral ab. Zuerst wird die zusammenhängende Decke „in situ“ in Einzelblöcke zerlegt. Wandverwitterung und Hangabtragung verlagern die Blöcke abwärts. Die dabei entstehenden, mit Grobschutt bedeckten Halden sind fast ausschließlich aus scharfkantigen Steinen und Blöcken von 5–30 cm Durchmesser aufgebaut. Die schlechte Begehbarkeit dieser Hangabschnitte für das Weidevieh schloß sie bislang von der Nutzung weitestgehend aus.

Aufgrund der topographischen Lage der Vulkanitdecken wird das tonig-schluffige Feinmaterial in den Klüften und Spalten bzw. zwischen den Einzelblöcken durch Starkniederschläge vor allem während der Regenzeiten fortgespült. Eine Ausnahme bilden die abflußlosen Hohlformen auf dem Marti Sumatia, wo toniges Kolluvialmaterial anzutreffen ist (Abb. 2).

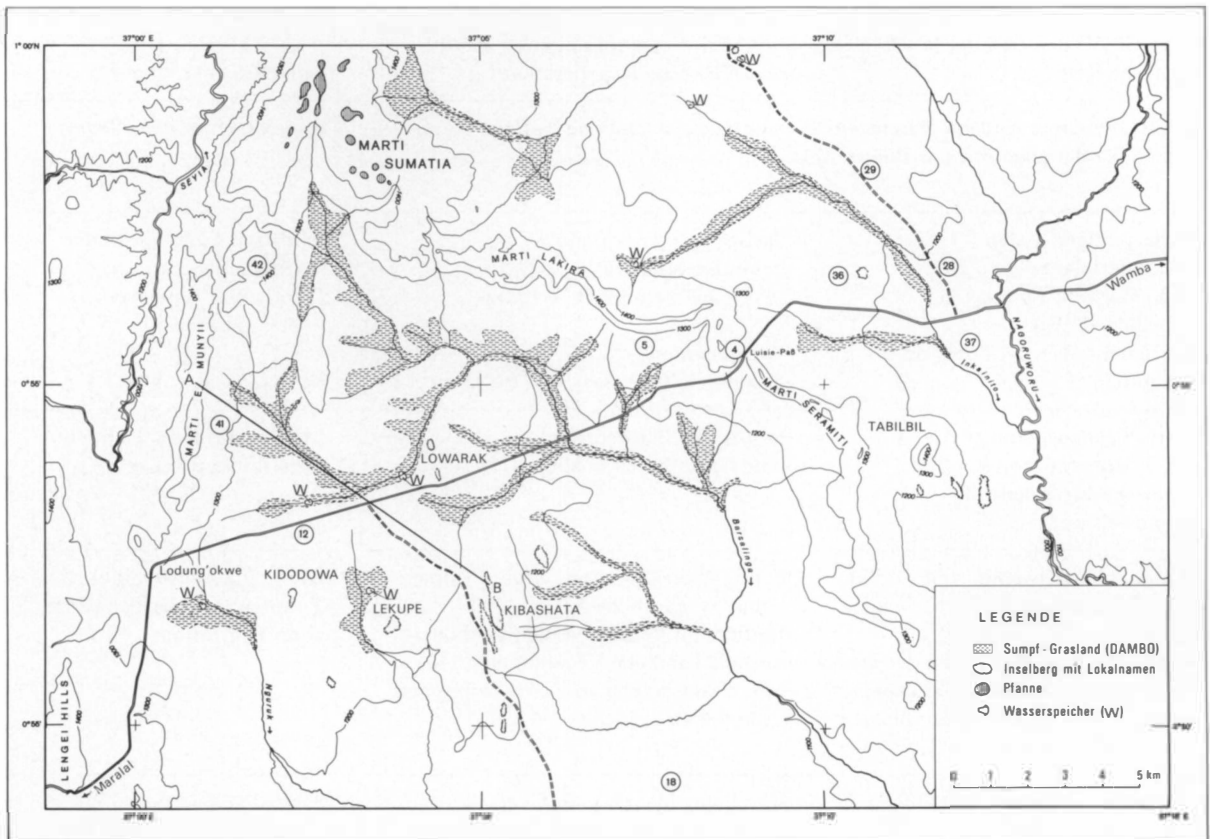


Abb. 2: Landschaftstypen des Untersuchungsgebiets und Lage des Landschaftsprofils (Abb. 3) und der Testflächen. Grundlage: Topographische Karte 1:50 000 Kenia 93/1 Barsalinga; Luftbilder und eigene Befliegung  
Landscape types of the study area and location of the landscape profile (Fig. 3) and the test sites based on the topographical map 1:50,000 Kenia 93/1 Barsalinga; aerial photographs and survey flights by the authors

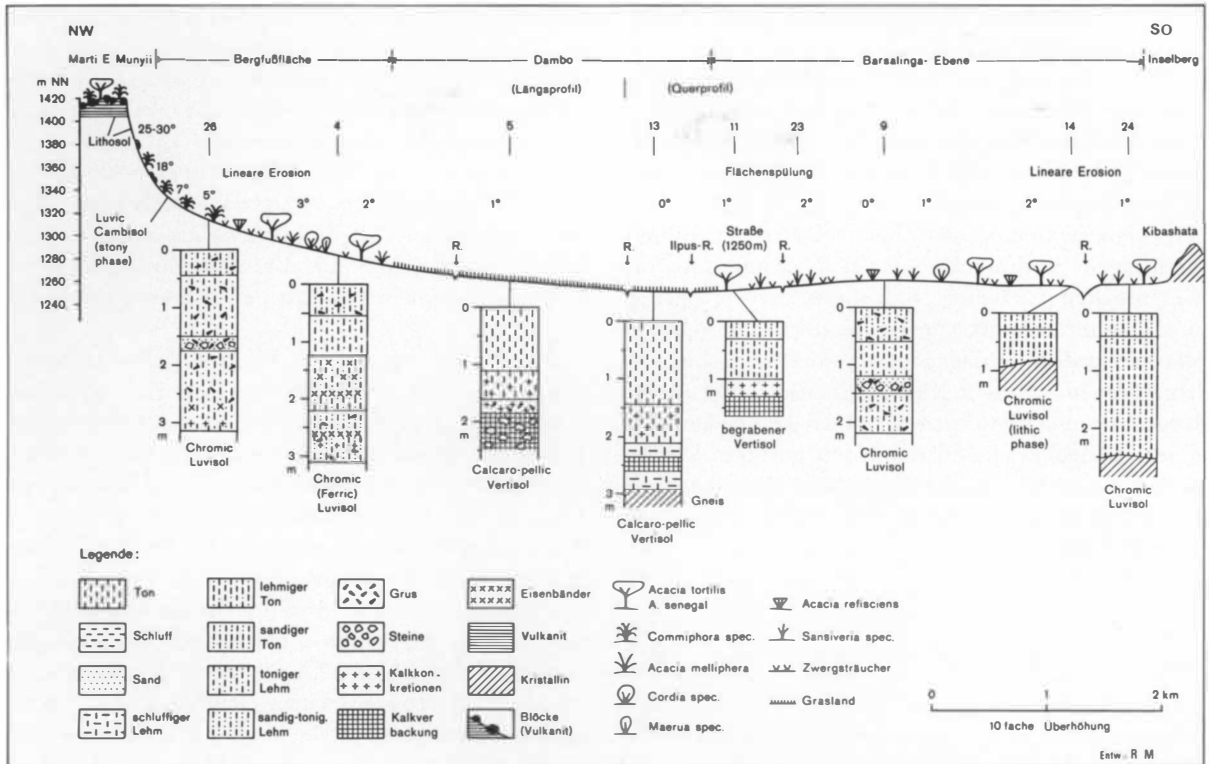


Abb. 3: Landschaftsprofil von der Marti E Munyii nach Südosten durch den Ilpus-Dambo (Barsalinga-Ebene)  
 Landscape profile from Marti E Munyii towards the south-east crossing the Ilpus-Dambo (Barsalinga Plains)

Der geringe Feinmaterialanteil und die sehr hohe Steinigkeit (>40%) bilden flachgründige Böden mit einer partiellen Bedeckung. Es handelt sich auf den Marti-Hochflächen und im oberen Hangbereich um dunkelgraue Lithosole. Hangabwärts, in Richtung der flachgeneigten Fußflächen wechselt der Bodentyp in einen luvisol Cambisol („lithic, stony phase“).

Bei der Vegetation läßt sich hinsichtlich der Komposition und des Bedeckungsgrades eine deutliche Zweiteilung erkennen. Auf den Blockschutthalden finden sich zumindest lichte Acacia-Gehölze (*A. tortilis*, *A. senegal* u. a.) mit einem geringen Unterwuchs aus Zwergsträuchern. Hier wird ein Bedeckungsgrad von max. 30% erreicht. Dagegen findet sich auf den Hochflächen und Restbergen ein hoher bis sehr hoher Bedeckungsgrad von teilweise über 80%. Es sind dies auch jene Bereiche im südlichen Samburu-Distrikt mit einer besonders hohen Artenvielfalt. In der Baum- und Strauchschicht sind zahlreiche *Commiphora*- und *Acacia*-Arten vertreten wie *Commiphora africana*, *Acacia tortilis*, *A. senegal*, *A. reficiens*, *A. mellifera*. Die Zwergstrauchschicht wird von *Indigofera spinosa*, *Indigofera cliffordiana*, *Sericocomopsis pallida* u. a. gebildet. Zu den wichtigsten



Photo 1: Blick nach Norden auf die Hochfläche der Marti E Munyii mit offenem *Commiphora*-*Acacia*-Gehölz und Zwergsträuchern. Rechts im Bild und im Hintergrund liegt der Steilabfall zur Barsalinga-Ebene. Die erodierte Bergfußfläche fällt als helles, nahezu vegetationsfreies Band auf (Flugzeugaufnahme von G. MENZ, April 1988)  
 Aerial view of the Marti E Munyii plateau (covered with open stands of *Commiphora*-*Acacia* woodland and dwarf shrubs) and the steep slopes descending to the Barsalinga Plains. The eroded foot slopes are marked by light and nearly unvegetated bands (photo by G. MENZ, April 1988)

Gräsern gehören *Aristida*-, *Sporobolus*- und *Pennisetum*-Arten (TF 42).

Die Vulkanitdecken weisen neben den zentralen Dambogebieten die höchste Phytomasse im Untersuchungsgebiet aus. Die schlechte Erreichbarkeit der Hochflächen, die relativ kleinen Weideflächen, das Fehlen jeglicher Wasserversorgung (während der Trockenzeit) und die periphere Lage zu den Dauersiedlungen *Lodungokwe* und *Wamba* sind die wesentlichen Ursachen, daß diese Gebiete bislang noch wenig zerstört worden sind. Bei gesicherter Wasserversorgung dagegen, wie dies im Gebiet der Tonpfannen auf dem *Marti Sumatia* während der Regenzeiten der Fall ist, zeigt eine residuale Grasflur eine Überweidung und damit ein geringes Weidepotential an. Die Blockschutthalden sind durch die bereits oben genannten Nachteile von der Beweidung bisher ausgenommen.

## 2.2 Die *Commiphora*-Gehölze der Bergfußflächen

Die Barsalinga-Ebenen bestehen bis hin zum Hangfußknick aus transportierten Hangspülsedimenten (*hillwash*). Dabei handelt es sich überwiegend um sandig-tonigen Lehm, der zur Tiefe hin in grusreichen lehmigen Ton übergeht (Abb. 3). Den Sedimenten sind in 120 bis 160 cm unter Geländeoberfläche (u. GOF) ein oder zwei, meist diskontinuierliche Steinbändchen zwischengelagert. Mit zunehmender Tiefe wird das Material stark kalkhaltig, bis schließlich bei 320 cm u. GOF ein Horizont mit zum Teil verbackenen Kalkkonkretionen erscheint. In manchen Aufschlüssen folgt unter diesem Horizont eine Schicht mit ferruginisiertem schluffig-lehmigen Sand oder eine durch Eisen verbackene Schuttlage. <sup>14</sup>C-Datierungen von Holzkohle und Schnecken schalen sowie archäologische Funde im Sedimentkörper weisen darauf hin, daß die Ebenen unter Einwirkung des Menschen vor allem zu Beginn und gegen Ende der holozänen Feuchtphase entstanden (MÄCKEL 1986, S. 139).

Bei den Bodentypen handelt es sich um rotfarbene Luvisole (*chromic Luvisols*), Luvisole mit Eisenanreicherung (*ferric Luvisols*) oder zum mittlereigen Hang hin um rotfarbene steinige Böden mit schwacher Bodenentwicklung (*chromic Cambisol*, *lithic stony phase*) oder mit Tonverlagerung (*luvic Cambisol*, *lithic/stony phase*). Diese Zuordnung entspricht auch den Angaben der Bodenkarte von Kenia (SOMBROEK et al. 1982, S. 30).

Die zumeist lichten *Commiphora*-Gehölze mit Unterwuchs aus Zwergsträuchern und Gräsern set-

zen sich in der Baum- bzw. oberen Strauchschicht vor allem aus *Commiphora africana* zusammen. Daneben kommen weitere Gehölze vor wie *Acacia tortilis*, *Acacia senegal*, *Maerua spec.*, *Grewia villosa* und *G. bicolor* sowie *Cordia sinensis*. In der Zwergstrauchschicht findet man *Indigofera spinosa*, *Heliotropium albohispidum*, *Barleria acanthoides*, *Blepharis lineariifolia*, *Philippia javonica* und *Sericocomopsis pallida* und *S. hildebrandtii*. Zu den Gräsern gehören *Aristida*-Arten (u. a. *Aristida mutabilis*) (TF 5 u. 41).

Die Phytomasse auf den Bergfußflächen ist meist geringer als die der anschließenden Ebenen (Abs. 2.3), da die Zerstörung hier schon weit fortgeschritten ist. Der Zustand dieser Gebiete ist das Ergebnis einer langen und starken Nutzung durch Kamele (im Bestand oft schwankend) und vor allem Ziegen. Außerdem finden sich gerade auf den Bergfußflächen beliebte Siedelplätze, da sie frei von Überschwemmungen sind, frei von Moskitos (*Malaria*) und überdies wegen der guten Überschaubarkeit eine gewisse Sicherheit bieten. Auffallendes Merkmal sind die linearen Erosionsformen (Rinnen und Gräben) an den schwach bis mittlereigenen Hängen (3 bis 5°, höchstens 7° Neigung) bis zum Hangfußknick. Der Grund liegt in der Korngrößenzusammensetzung (grusreicher toniger Lehm bis lehmiger Ton), in der Bildung von Bodenkrusten an der Oberfläche und damit verbunden in der geringen Infiltration und im stärkeren Oberflächenabfluß. Dazu kommen Trockenrisse, die Ansatzpunkte für die lineare Erosion bieten.

Die wenigen unzerstörten Restflächen lassen eine hohe Biomasse, besonders der Zwergsträucher erwarten. Insgesamt sind die Bergfußflächen eher als Zusatzweide und nicht als Dauerweide geeignet.

## 2.3 Die Fiederlaub-Dorngehölzfluren der Ebenen

Die Fiederlaub-Dorngehölzfluren über rotfarbenen Luvisolen (*chromic Luvisols*) setzen sich bei geringer Beeinträchtigung durch den Menschen in der Baum- und Strauchschicht überwiegend aus *Acacia tortilis* zusammen. Daneben findet man *Maerua spec.*, *Cordia sinensis*, *Cordia spec.*, *Acacia mellifera*, *Acacia reficiens*, *Grewia bicolor*, *Grewia villosa*, *Balanites ägyptiaca*, *Lippia javonica*, *Cadaba spec.* und *Cadaba farinosa*. In der Zwergstrauchschicht kommen vor *Indigofera spinosa* und *I. cliffordiana*, *Sericocomopsis pallida* und *S. hildebrandtii*, *Heliotropium spec.* und *H. albohispidum*, *Blepharis lineariifolia* sowie *Barleria spec.* und *B. acanthoides*. Zu den wichtigsten Gräsern gehören *Aristida*-,



Cenchrus-, Digitaria-, Sporobolus-, Pennisetum- und Cynodon-Arten. Kräuter sind u. a. mit Arten der Gattungen Tribulus, Pavonia, Pupalia, Cucumis und Portulaca vertreten (TF 36 u. 37).

Auf mäßig beeinträchtigten Flächen nimmt die Abspülung von Feinmaterial zu. An vegetationsfreien Flächen tritt ein typisches Spülmuster aus Bodenkrusten und sandig-grusigem Spülmateriale auf. Bei fortgesetzter Abspülung bilden sich Wuchssockel unter Büschen und Zwergsträuchern. Je nach Grad der Nutzung treten Veränderungen in der Vegetation auf. Sie äußern sich in der mechanischen Beeinträchtigung der Pflanzen durch Verbiß (u. a. bei Maerua-, Grewia, Cadaba- und Cordia-Arten) oder durch Ausholzung (u. a. bei Acacia tortilis). Weitere Veränderungen treten ein durch Artenverarmung und -verschiebung. Besonders auf mäßig bis stark beeinträchtigten Flächen stellen sich verschiedene Störzeiger ein, die entweder aus dem ursprünglichen Bestand stammen und an Individuenzahl zunehmen wie Acacia reficiens, von benachbarten, zumeist trockeneren Wuchsorten eingewandert sind oder aus anderen Klimazonen stammen. Als Störzeiger und Weideunkräuter treten vor allem auf: Hibiscus greenwayii und H. keniense und Hibiscus spec., Abuliton fruticosum und A. hirtum, Solanum incanum und zwei weitere Solanum-Arten, Aerva javonica. Ipomoea spec., Sansevieria ehrenbergii, Euphorbia spec., Asparagus spec., Pentanisia ouranogyne, Tribulus terrestris und T. cistoides, Ormocarpum keniense, Oxgonium spec., Lippia c.f. carvioidora, Ocimum basilicum sowie zwei Commelina-Arten. Tribulus-Arten wie T. terrestris und T. cistoides nehmen vor allem in Gebieten mit Vertritt und Austrocknung stark zu (HILGER u. SCHULTKA 1988, S. 402). Auf den ebenen bis schwach geneigten Interfluvien kommen im fortgeschrittenen Degradationsstadium infolge erhöhter Feinmaterialabtragung mittel- bis flachgründige Böden vor. Unter dem grus- und steinreichen Boden folgen Quarzschutt, zum Teil verbackene Eisenkonkretionen oder Festgestein. Bereits auf schwach geneigten Hängen (2° bis 3° Neigung) treten im sandig-lehmigen Ton lineare Erosionsformen auf. In den Rinnen und Gräben wird Sand und Grus transportiert bzw. Verwitterungsschutt freigespült. Auf den degradierten Wuchsorten überwiegen einige wenige Pflanzen und bilden zum Teil dichte Bestände wie Sansevieria ehrenbergii und S. intermedia sowie Aloë-Arten auf den trockensten Wuchsorten (TF 12, 18 und 29, Photo 2). Dickichte aus Acacia reficiens findet man eher auf tiefgründigen und tonigen Böden der Bergfußzone (MÄCKEL u. SCHULTKA 1988, S. 260).



Photo 2: Stark beeinträchtigte Weide (TF 12) östlich Lodungokwe (Abb. 2) mit massenhafter Ausbreitung von Sansevieria ehrenbergii auf vegetationsfreien Flächen (rechts) (Aufnahme R. MÄCKEL, Mai 1987)

Heavily impaired pasture (test site 12) east of Lodungokwe (Fig. 2) with abundant spreading of Sansevieria ehrenbergii in unvegetated areas (photo by R. MÄCKEL, May 1987)

Die verfügbare Phytomasse der Zwergsträucher, Kräuter und Gräser betrug 1987 auf gering bis mäßig beeinträchtigten Flächen zwischen 1400 und 2500 kg/ha (Tab. 2) und sank innerhalb von 12 Monaten bei fortgesetzter Nutzung auf unter 500 kg/ha ab (TF 28). Auf stark beeinträchtigten Flächen lag die verfügbare Phytomasse während der Regenzeit 1987 bei 500 kg/ha und fiel in der Trockenzeit auf unter 150 kg/ha ab. In einer Einhegung von 25 Hektar, die die Gras- und Krautschicht schützte, wurden dagegen 1500 bis 2000 kg/ha ermittelt.

#### 2.4 Das Dambo-Ökosystem

Die Dambos bilden in den Ebenen des Samburu-Distrikts eine auffallende Erscheinung bezüglich ihrer Vegetations-, Boden- und Wasserverhältnisse (Photo 3). Bislang wurden Dambos und verwandte Landschaftstypen aus den wechselfeuchten Tropen mit einem mittleren Jahresniederschlag zwischen 800 und 1200 mm beschrieben, u. a. aus Westafrika oder aus dem südlichen Zentralafrika (MÄCKEL 1974 u. 1985). Geländeaufnahmen zum Naturpotential und zur Landnutzung in Kenia ergaben, daß edaphisch feuchte, grasbedeckte Oberläufe von Entwässerungssystemen ohne Gerinneintiefung auch in den Trockengebieten vorkommen (MÄCKEL 1986, S. 137). Die Dambos des südlichen Samburu-Distrikts sind 500 bis 1000 m breite und 5 bis 8 Kilometer lange grasbedeckte Flächen (0° bis 1° Neigung) am Oberlauf von Nebenflüssen, die zum Ewaso Ng'iro entwäs-

Tabelle 2: Phytomasseberechnung (kg/ha) auf zwei Testflächen zwischen Wamba und Barsalinga (TF 36 und 37 in Abb. 2) mit Hilfe der Punkt-Frequenz-Bestimmung (Zehnpunkte-Rahmen, Niederschlag: 300 mm). Aufnahme am 10. 5. 1987 (Regenzeit)

Biomass calculation (kg/ha) at the test sites 36 and 37 between Wamba and Barsalinga (Fig. 2) with aid of the point-frequency-method (ten-point-frame, precipitation: 300 mm). Vegetation survey on May 10th, 1987 (rainy season)

Testfläche (TF)	Bedeckung (%)		Phytomasse (kg/ha)	
	36	37	36	37
Freßbare Zwergsträucher und Kräuter insgesamt	23,3	22,2	2475	2054
Asperagus spec.	-			
Blepharis linearifolia	0,3			
Cadaba spec.	-			
Heliotropium albobispidum	2,7			
Indigofera cliffordiana	3,7			
Indigofera spinosa	3,0			
Ipomea cordofana	4,7			
Lippia spec.	-			
Pavonia spec.	0,3			
Portulacica spec.	-			
Sericocomopsis hildebrandtii	7,3			
Sericocomopsis pallida	-			
Freßbare Gräser insgesamt	2,9	4,2	103* <sup>1</sup>	356
Aristida mutabilis				
Aristida adscensoris				
Cynodon dactylon				
Unkräuter, insgesamt	6,7	10,2	547	846
Besinum spec.		0,6		
Commelina burgalensis		-		
Commelina spec.		0,6		
Oxgonium spec.		0,6		
Pupalia lapacea		-		
Sansevieria ehrenbergii		6,8		
Sansevieria intermedia				
Solanum incanum		1,6		
Tribulus terrestris		-		
Streu	4,7	10,9		
Nackter Boden	62,3	52,3		
Gesamte Phytomasse			3125	3256
Nutzbare Phytomasse			2578	2410

\*<sup>1</sup>) Lebende Gräser, sonst 239 kg

sern. Eine Ausnahme bilden die Dambos von Olchun Oltomme, die zum Oberlauf des Elbaa Oyoke gehören, einem südlichen Nebenfluß des Seyia (Einzugsgebiet des Milgis). Nur eine knapp 1000 m breite Wasserscheide trennt dieses Entwässerungssystem von den Dambos des Nkaroni-Gebiets. Es ist abzu-  
sehen, daß der sich tief einschneidende Seyia mit sei-

nen Nebenflüssen schließlich in das Einzugsgebiet der Dambos eindringen und dieses anzapfen wird. In solch einem Falle würden die Dambos schnell durch lineare Erosion zerstört werden. Die Dambos liegen auf Ebenen zwischen 1130 und 1300 m ü. NN und damit am obersten Ende etwa 140 bis 200 m unter den Vulkanitdecken (Abb. 3). Die im Sam-



Photo 3: Blick auf einen Dambo am nördlichen Oberlauf der Barsalinga, der im Zentrum durch lineare Erosion stark beeinträchtigt ist. In der noch unzerschnittenen Randzone (Hintergrund) tritt eine deutliche Grenze zwischen dem Schirmakazien-Gehölz und dem Pennisetum-Grasland auf (Flugzeugaufnahme von G. MENZ, April 1988)

Aerial view of a dambo in the headwater area of the Barsalinga River. The centre is heavily impaired by linear erosion. A marked boundary occurs between the *Acacia tortilis* woodland and the *Pennisetum* grassland (photo by G. MENZ, April 1988)

buru-Distrikt untersuchten Dambos weisen ein oder zwei Gerinne auf, die aber erst nach der Entstehung des Dambos durch lineare Erosion entstanden sind, also eine Zerstörungsform darstellen. Am Rande gehen die Dambos in schwach geneigtes Gelände über ( $2^\circ$  bis  $5^\circ$  Neigung). Ähnlich wie bei den Dambos der wechselfeuchten Tropen läßt sich eine Zonierung in einen inneren Dambobereich und eine Randzone erkennen. Letztere ist gekennzeichnet durch ein offenes Grasland, wohingegen die innere Graslandzone dicht bewachsen ist. Intensive Flächenspülung findet im Bereich der äußeren (randlichen) Dambozone und den anschließenden Flächen unter offenen Dorngehölzfluren statt. Die Stärke der flächenhaften Abspülung von Feinmaterial läßt sich entlang von Erosionsgräben am Rande von Dambos abschätzen, wo das einige Dezimeter mächtige, rote Spülsediment (grusreicher, sandiger Lehm) über dem dunklen Damboboden aufgeschossen ist.

Im Dambo selbst kommen unter der Grasbedeckung dunkle Tonböden vor. Die Mächtigkeit des Oberbodens aus Ton bis sandigem, stellenweise grusreichem Ton schwankt zwischen 200 bis 400 cm. Er wird von oben nach unten kalkreicher und geht schließlich in einen Kalkanreicherungs-horizont über, der entweder aus lockeren oder verbackenen Kalkkonkretionen besteht. Dieser bis 200 cm mächtige

Kalkhorizont wird unterlagert von einer Schicht aus Verwitterungsrückständen des quarzreichen Gneises und aus Kalkkonkretionen. Stellenweise kommen auch pisolithische Eisenkonkretionen über dem anstehenden Festgestein (Gneis) vor. Entsprechend dem kenianischen Konzept der FAO/UNESCO-Bodenklassifikation handelt es sich bei dem Boden um einen dunklen Vertisol mit Kalkanreicherungs-horizont (Calcero-pellic Vertisol bei SIDERIUS u. VAN DER POWW 1980, S. 12).

Vorherrschendes Gras im inneren Dambobereich ist *Pennisetum mezzianum*, das aufgrund des hohen Lignin-Gehaltes einen geringen Futterwert besitzt. Von den Herdentieren der Samburu werden lediglich die grünen Triebe an der Blattachse gefressen. Daher werden Dambos recht selten von Weidetieren systematisch aufgesucht oder als Reserveweide während der Trockenzeit benutzt. Weitere Gründe für die geringe Beweidung sind die Löcher und Spalten, die als Folge der subterranean Erosion oder als Schrumpfungsrisse häufig in Vertisolen vorkommen (MÄCKEL u. WALTHER 1984, S. 92, MÄCKEL 1986, S. 138). Diese „Fallen“ werden wegen des sehr dichten Bewuchses mit *Pennisetum mezzianum* (bis 100% Bedeckung) vorher nicht erkannt. Außerdem wird der Befall mit Zecken im dichten Gras befürchtet.

Aus den oben genannten Gründen ziehen die Nomaden die Beweidung der 20 bis 50 m breiten Randzone vor, in der Gräser wie *Dactyloctenium spec.* und *Cynodon dactylon* vorkommen. Die starke Nutzung der Randzone mit den nur wenige Zentimeter hohen Gräsern steht im krassen Gegensatz zu den bis 60 cm hohen, kaum genutzten *Pennisetum*-Beständen der inneren Dambozone.

Am Rande zu den flach geneigten Böschungen treten vor allem *Acacia mallifera* auf, daneben *Acacia reficiens*, *A. horrida* und *A. paolii*, vereinzelt auch *Maerua spec.* und *Cordia sinensis*. Eine zunehmende Verbuschung durch Akazienarten scheint eine Folge starker Überweidung zu sein. Dickichte aus *Acacia reficiens* treten vor allem in Gebieten auf, wo infolge intensiver Abtragung von den angrenzenden Ebenen das Spülmateriale über Vertisolen abgelagert wurde.

Bei Überweidung der Dambo-Grasländer kommt es zu starken Schäden an der Vegetation und im Zusammenspiel mit der rückschreitenden Erosion der die Dambos entwässernden Gerinne zu verstärkter Bodenerosion. Fast alle untersuchten Dambos sind bereits durch 3 bis 4 m tiefe Erosionsgräben beeinträchtigt (Photo 3). Häufig wird das Feinmaterial bis zu den Kalkkrusten abgetragen (Photo 4). Am Inkainito-Dambo bilden 2 bis 3,5 m mächtige Kalkkrusten 1 m hohe Stufen oder schräg zum Gerinne ab-



Photo 4: Freigelegte Kalkkrusten am Unterlauf des Inkainito-Dambos (Abb. 2) mit Resten des Schirmakazien-Galeriegehölzes (Aufnahme R. MÄCKEL, Mai 1987)  
Excavated calcretes at the lower part of the Inkainito-Dambo (Fig. 2) and relic stands of the riparian *Acacia tortilis* woodland (photo by R. MÄCKEL, May 1987)

fallende, mit Kalkkonkretionen überdeckte Böschungen. Durch laterale Erosion und Rückverlegung der Stufenkanten vergrößert sich die Kalkkruste auf Kosten der dunklen Damboböden. Am Rande der durch lineare Erosion beeinträchtigten Dambos stellen sich je nach Bodenfeuchte verschiedene Gehölze ein wie *Acacia tortilis* und *A. mellifera*, an den trockensten Wuchsorten *Acacia reficiens*. Im Gerinnebett selbst breitet sich der Störzeiger *Calotropis procera* aus. Eine besondere Art der Bodenerosion bildet die bereits oben erwähnte subterrane Abtragung („piping“). Vor allem an Damborändern mit einer subterranean Verbindungsröhre zu den Gerinnen fallen die vertikalen Schäfte und Einsackungen auf. Sie sind dann linear angeordnet und führen auf den Auslaß der Gerinnewand hin.

Bei Fortsetzung der jetzigen Nutzungsweise werden die untersuchten Dambos in absehbarer Zeit infolge starker Bodenerosion völlig vernichtet sein. Wegen der besonderen ökologischen und ökonomischen Bedeutung der Dambos ist es daher bei einer zukünftigen Entwicklungsplanung besonders wichtig, die noch erhaltenen Dambo-Ökosysteme vollständig zu schützen oder einer angepaßten Nutzung zuzuführen. Dabei liegt der Schwerpunkt weniger auf der Nutzung als Weide für die Herdentiere der Nomaden sondern als Rückzugsgebiet für Wildtiere (u. a. Zebras, Elefanten) in der Trockenzeit und auf der damit verbundenen Problematik des Wildpotentials und Tourismus. Eine besondere Bedeutung des Dambo-Ökosystems liegt in der Wasserversorgung: Wie bei den Dambos in anderen Klimazonen Afrikas wird das Wasser im Boden länger gehalten, so daß

Trinkwasserbrunnen bis weit in die Trockenzeit hinein Wasser führen. Andere Dambos wieder regulieren die Zufuhr von Wasser in Rückhaltebecken und Tränken.

### 2.5 Die Galeriegehölze

Die Galeriegehölze entlang der periodisch oder saisonal wasserführenden Gerinne und auf den angrenzenden Terrassen bestehen überwiegend aus *Acacia tortilis* mit wenigen anderen Arten wie *Delonix elata*, *Salvadora persica*, *Cordia sinensis*, *Grewia bicolor*, *G. tenax* und *G. villosa* sowie *Terminalia*-, *Maerua*-, *Cadaba*- und *Lippia*-Arten. Die Zwergsträucher umfassen *Indigofera spinosa* und *I. cliffordiana*, *Sericocomopsis pallida* und *S. hildebrandtii* sowie *Barleria*-Arten. Dazu kommen Gräser wie *Dactyloctenium aegyptiaca* und *Cenchrus ciliaris*.

Während der Trockenzeit werden diese Gebiete gern aufgesucht. Der Weidewert und die -dauer werden aber meist zu optimistisch eingeschätzt: Für Rinder sind diese Galeriegehölze kaum eine nennenswerte Futterhilfe während der Trockenzeit. Ziegen und Kamele finden dagegen günstigere Bedingungen vor, da einige Arten eine gute Futtergrundlage darstellen. Leider werden gerade wichtige Gehölze stark beansprucht, indem auch Äste und kleinere Bäume geschlagen werden oder die Regeneration durch Tritt oder Erosion behindert wird. Folglich unterliegen die Galeriegehölze zunehmend einer Auflichtung und Zerstörung. Die fortschreitende Landdegradierung entlang der saisonal wasserführenden Flüsse zeigt sich in der Freilegung von Kalkkrusten. Entlang vieler Gerinne sind zwei Kalkkrustenstufen zu erkennen: eine obere an der Kante zwischen der Terrassenebene und dem Gerinnebett. Bei starker Abtragung des Feinmaterials stehen auf der Ebene und der Terrassenfläche Kalkkrusten an (Photo 4), oder sie sind von Kalkstücken und Kalkkonkretionen überdeckt. Trotz des Höhenunterschieds von einigen Metern zwischen den einzelnen Kalkkrusten ist es noch nicht geklärt, ob diese einer Kalkkrustenbildungsphase zuzuordnen sind oder die untere einer jüngeren angehört.

### 3 Phytomasse-Produktion und Nutzung der Weideflächen

Die Nutzungsbestimmung (Tierart, Anzahl der Tiere, Dauer der Nutzung u. a.) hängt im wesentlichen von der Produktion an der für Weidetiere verwertbaren Phytomasse ab. Die Entnahme von freiß-

Tabelle 3: Abnahme der Futtermenge und des Futterwertes von Gräsern und Kräutern nach der Regenzeit (Testfläche 37 in Tab. 2). Der Futterverbrauch wird mit 10 kg/Tag/TLU berücksichtigt: pro Tag/TLU (250 kg) 6,5 kg durch Fraß und 3,5 kg Verlust durch Tritt (abgeändert nach WALTHER 1987, Tab. 68)

Decreasing fodder amount and value of grasses and herbs after the rainy season (test site 37 in table 2). The fodder consumption is considered with 10 kg/day/TLU: per day/TLU (250 kg) 6.5 kg through eating and 3.5 kg loss through trampling (changed after WALTHER 1987, Table 68)

Tage nach der Wachstumszeit	1-17	17-120	120-180	ab 180
Abnahme des Futterwertes nach max. Wuchsstand (in %)	0	20	(70) (unterhalb Minimum für Tierhaltung)	(>70)
Futtermenge (Gräser und Kräuter in kg/ha)	356	285	107	(<107)
Nutzbare Futtermenge (50% der Futterproduktion in kg/ha)	178	142	(53) (bei ungleichmäßiger Verteilung auf der Fläche)	(<53)
Theoretischer Flächenbedarf (ha/TLU)	1	7	(11) (keine sinnvolle Nutzung mehr)	(>11)
Weidedauer für 1 TLU/ha (in Tagen)	18	14	(5)	-
Weideempfehlung	kurze Beweidungsdauer, weitere Weidegebiete notwendig		Fläche zur Beweidung nicht ausreichend, Abwanderung der Tiere unerlässlich	

barer Phytomasse soll 50% der vorhandenen nicht überschreiten, um eine Regeneration der Weidepflanzen zu gewährleisten. In der Tabelle 3 wird die Phytomasse (Gräser und Kräuter) mit 356 kg/ha angegeben. Bei homogener Verteilung unter 10% Bedeckung ist für 2 Rinder („grazer“) eine Nutzung von 2 bis 3 Wochen nach dem Regen und dem erfolgten Pflanzenwachstum möglich. Der Futterwert sinkt allerdings rasch ab, sobald die Pflanzen abgestorben sind. Die Beweidung ist sehr mühsam und wird bei inhomogener Verteilung (z. B. Konzentration auf einzelne Grasflächen) zwar günstiger aber auch kürzer, da die Tiere pro Freßgang mehr an Nahrung vorfinden und nutzen. Eine Hochrechnung der Fläche pro Tiereinheit (TLU = Tropical Livestock Unit) muß bei einer derartigen Beweidungsmöglichkeit theoretisch bleiben. Die Flächeneinheit pro TLU beträgt während der ersten 18 Tage 1 Hektar. Für die verbleibenden Weidetage der ersten Trockenzeit bis zur nächsten Regenzeit würde sich der rechnerische Flächenanteil ständig erhöhen, da der Futterwert gegen 0 strebt. In der Praxis bedeutet dies, daß solche und ähnlich ausgestattete Flächen nach spätestens 120 Tagen nicht mehr genutzt werden können. Das

Überleben der Tiere hängt weitgehend von der Überbrückung der Trockenzeit mit Nahrung ab. Andernfalls verliert das Tier an Gewicht. Bei extrem schlechter Futterqualität können die Tiere nicht überleben. Wegen der hohen Variabilität des Niederschlags (Abs. 1.2) und des hohen Risikos, Futterpflanzen zu finden, ist eine langfristige Nutzung des Gebiets mit Rindern nicht möglich. Aus diesem Grunde wandern die Herden aus derartigen Gebieten ab.

Kamele und Ziegen („browser“) dagegen nutzen das trockenzeitliche Angebot an Zwergsträuchern, Sträuchern und Bäumen besser und wären demnach die geeigneten Nutzer der Weideflächen mit hohem Anteil an Zwergsträuchern und Sträuchern. Die sich ändernde Vegetationszusammensetzung zu Gunsten von Zwergsträuchern und Sträuchern verlangt eigentlich die Umstellung von Rindern auf Kamele und Ziegen.

Die Rinnen- und Grabenerosion erschwert Kamele häufig die Begehung der degradierten Bergfußflächen (Abs. 2.2). Ziegen sind hier die angepaßten Nutzer und verursachen wegen ihres relativ ungesteuerten Freßverhaltens (pers. Mitt. 1988, Prof. Dr. H.-J. SCHWARTZ, TU Berlin) – im Gegensatz zur herkömm-

lichen Meinung – nicht die Zerstörung der Weidegebiete.

#### 4 Regeneration degradiertes Flächen

Die aufgenommenen Testflächen befinden sich in einem unterschiedlichen Stadium der Landdegradation. Daher fallen die Maßnahmen zu ihrer Regeneration, das heißt der Wiederherstellung einer leistungsfähigen Vegetationsdecke, je nach Grad der Beeinträchtigung verschieden aus.

Auf den Testflächen mit einer noch ausreichenden Anzahl von Futterpflanzen sollte eine Überweidung über mindestens zwei Regenzeiten hinaus vermieden werden. Wuchsorte, die nahezu frei von höherer Vegetation sind bzw. nur noch wenige Individuen oder Arten von Weidepflanzen aufweisen, sollten im Hinblick auf eine Regeneration sogar eingezäunt werden, damit der Jungwuchs nicht sofort durch Verbiß und Tritt bzw. Bodenerosion und nachfolgende Austrocknung zerstört wird. Daß auf solchen Flächen schon nach wenigen Regenzeiten eine Regeneration einsetzen kann, zeigen die Arbeiten zum Ernährungssicherungsprogramm der GTZ in Wamba (SAIDI 1986) bzw. private Initiativen der heimischen Bevölkerung. Einzäunungen stehen zwar im Widerspruch zu den Sitten und zur Wirtschaftsweise der Nomaden, müssen jedoch als eine Möglichkeit der Regeneration und Alternative zu einer zunehmenden Landdegradation erwogen werden.

Zu den stark beeinträchtigten Flächen gehören die dichten Bestände von unduldsamen Überweidungszeigern oder gemiedenen Pflanzen, z. B. *Sansevieria ehrenbergii* oder *Acacia reficiens*. Solche Bestände können nur noch mit hohem Kosteneinsatz auf mechanischem Wege mit entsprechenden Maschinen rekultiviert werden. Wo Entwicklungen zu diesem Stadium erkennbar sind, z. B. bei vermehrtem Aufkommen von Störzeigern im Bestand, sollten bereits durch Handarbeit diese Pflanzen ausgehackt und der Jungwuchs der nutzbaren Vegetation durch Weidepausen gefördert werden.

Weiter fallen in die Kategorie stark beeinträchtigter Gebiete solche mit intensiver flächen- oder linienhafter Bodenerosion, die zum Teil zu steinigten flachgründigen Böden oder zur Freispülung von Krusten und Festgestein führen (Tab. 1). Lineare Erosionsformen wie Gräben und Schluchten treten besonders auf flach bis mittel geneigten Hängen der Bergfußzonen auf. An einigen stark beeinträchtigten Hängen, z. B. am Luisie-Paß oder südlich Wamba (TF 4), wird ver-

sucht, die lineare Erosion durch verschiedene Maßnahmen wie durch den Einbau von Gabionen in die Gräben, durch isohypsenparallele Auffanggräben und Schutzpflanzungen aufzuhalten. Wichtig für den Erfolg solcher Maßnahmen ist jedoch der völlige Schutz dieser Gebiete vor allem in Siedlungsnähe. Bei Wamba werden z. B. die grünen Jungpflanzen, die als Erosionsschutz in Pflanzgruben und Furchen angepflanzt und zwecks besseren Wachstums bewässert werden, von Ziegen und Schafen abgefressen oder zertreten, so daß die mühevollen Arbeit im Rahmen der Antierosionsmaßnahmen hinfällig wird.

Ein weiteres Beispiel für die mögliche Regeneration degradiertes Flächen wurde bei Baragoi im Norden des Samburu-Distrikts aufgenommen. Die ursprüngliche Vegetation war ein offener Akazienwald mit geschlossener Grasschicht aus u. a. *Dactyloctenium aegyptium* und *Stipagrostis uniplunus*. Infolge Überweidung und Bodenabtragung drangen anstelle der Gräser Zwergsträucher ein, vor allem *Duosperma eremophilum*, was unter lichten Beständen zu weiterer Abspülung führte, so daß die Zwergsträucher binnen weniger Jahre bereits auf Wuchsockeln 10 bis 20 cm über der Spülfläche standen. Für ein Wartungs- und Werkzeuglager der GTZ (Staudammbau) wurde vor vier Jahren eine Fläche von 2 ha eingezäunt. Nach drei Regenzeiten erholte sich die perenne Grasvegetation innerhalb der Einzäunung und steht heute in einem auffallenden Gegensatz zu den degradierten Flächen außerhalb der Einzäunung.

#### Danksagung

Die Forschungsarbeiten von R. MAECKEL wurden in der ersten Phase 1980/81 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Ma 557/6) unterstützt, in der zweiten Phase 1986/87 von der Stiftung Volkswagenwerk, und zwar im Rahmen eines Akademiestipendiums.

Die Forschungsarbeiten von G. MENZ wurden durch eine Reisekostenbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Me 919/1-1) gefördert.

D. WALTHER arbeitete von 1979 bis 1981 als Experte (Landnutzung/Ökologie) bei UNESCO-IPAL (Integrated Project on Arid Lands) in Nordkenia. Von 1986 ab ist er Koordinator des „Rangeland Management Handbook of Kenya“, eines GTZ-GAT-Projektes (German Agricultural Team) im Kenianischen Landwirtschaftsministerium (Ministry of Livestock Development, Range Management Division).

## Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde*: Bodenkundliche Kartieranleitung. Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter. Hannover 1982<sup>3</sup>.
- BRONNER, G.: Vegetation and human impacts in the Matthews Range area, Kenya. In: MÄCKEL, R. (Ed.): Natural Potential, Landuse and Land Degradation in the Arid and Semi-arid Areas of Kenya 1989.
- FAO/UNESCO: Soil Map of the World 1:5 000 000 Vol. I: Legend, Vol. VI Africa; Paris 1974/77.
- GÖTTING, H.R.: Bestimmung der Tragfähigkeit und Erfassung von Landschaftsschäden in den Trockengebieten Nordkenias, untersucht mit den Methoden der Fernerkundung. DFVLR Forschungsber. 84-47; Köln 1984.
- HILGER, H. H. u. SCHULTKA, W.: Ausbreitungsbioologische Untersuchungen in einer semiariden Dornbuschsavanne in Nordkenia. In: Bot. Jahrb. Syst. 109, 1988, 385-406.
- JÄTZOLD, R.: Klimageographie - Ostafrika (Kenya, Uganda, Tanzania). Afrika - Kartenwerk, Beiheft E 5. Berlin - Stuttgart 1981.
- u. SCHMIDT, H.: Farm Management Handbook of Kenya. Ministry of Agriculture Kenya. Vol. II, Nairobi 1983.
- MÄCKEL, R.: Dambos: A study in morphodynamic activity of the plateau regions of Zambia. In: Catena 1, 1974, 267-307.
- : Dambos and related landforms in Africa - an example for the ecological approach to tropical geomorphology. In: Z. Geomorph. N.F. Suppl. - Bd. 52, 1985, 1-23.
- : Oberflächenformung in den Trockengebieten Nordkenias. - Relief - Boden - Paläoklima 4, 1986, 85-225.
- u. SCHULTKA, W.: Vegetationsveränderung und Morphodynamik im Ngare Ndare-Gebiet, Kenia. In: Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 41, 1988, 251-276.
- a. WALTHER, D.: Change of vegetation cover and morphodynamics - a study in applied geomorphology in the semiarid lands in Northern Kenya. In: Z. Geomorphologie, N.F. Suppl. Bd. 51, 1984, 77-93.
- u. WALTHER, D.: Kleinbäuerlicher Bewässerungsfeldbau in den Trockengebieten Kenias. In: MÄCKEL, R. u. SICK, W.-D. (Hrsg.): Natürliche Ressourcen und ländliche Entwicklungsprobleme der Tropen. Erdkundliches Wissen 90, 1988, 173-187.
- WINTER R. a. WALTHER, D.: Vegetation and landscape classification of the dry savanna in Eastern Africa combining field work and digitally processed LANDSAT MSS imagery. In: Fernerkundung und Raumanalyse, hrsg. von W. ENDLICHER u. H. GOSSMANN, Karlsruhe 1986, 99-127.
- MENZ, G.: Die Erfassung des Weidepotentials in Nordkenia mit Hilfe von Satellitendaten (LANDSAT - TM). DFG-Forschungsbericht 1988 (Me 919/1-1).
- MÜLLER-DOMBOIS, D. a. ELLENBERG, H.: Aims and methods of vegetation ecology. New York, London, Sydney, Toronto 1974.
- PRATT, D.J. a. GWYNNE, M. D.: Rangeland Management and Ecology in East Africa. London 1978.
- SAIDI, K.: Ernährungssicherungsprogramm Kenia II. Samburu Nomaden in der Transformationsphase. BMZ-Projekt Nr. 82 36 86.1; Eschborn (HAC) 1986.
- SIDERIUS, W. a. VAN DER POWW, B. J. A.: The application of the FAO/UNESCO terminology of the soil map of the world legend for soil classification in Kenya. Kenya Soil Survey, Miscellaneous Soil Paper M 15. Nairobi 1980.
- SOMBROEK, W. G., BRAUN, H. M. H. a. VAN DER POWW, B. J. A.: Exploratory soil map and agro-climatic zone map of Kenya, 1980 - Scale 1:1 000 000. Kenya Soil Survey. Nairobi 1982.
- SPENCER, P.: Nomads in Alliance. Symbiosis and growth among the Rendille and Samburu of Kenya. London 1973.
- WALTHER, D.: Landnutzung und Landschaftsbeeinträchtigung in den Rendille-Weidegebieten des Marsabit-Distrikts, Nordkenia. Freiburger Geogr. Hefte 28, 1987.