

Geoökologische Verhältnisse der Pflanzengesellschaften in den Savannen des Sandveldes um den Schwarzen Nossob und um Epukiro

(östliches Südwestafrika, Westliche Kalahari)¹⁾

HARTMUT LESER, HANNOVER

INHALT

1. Arbeitsgebiet und Forschungsstand	3
2. Physiogeographische Grundlagen	4
3. Die Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie	7
3.1. Standorteigenschaften	7
3.2. Die Vegetation des Schwarz-Nossob- und Epukirogebietes	10
3.2.1. Pflanzengesellschaften des Sandveldes um Schwarzen Nossob und Epukiro	11
(1) Das Strauch- und Baumveld des Nordost-Sandveldes	12
(2) Das Baum- und Strauchveld im Rotsandgebiet	12
(3) Das Baum- und Strauchveld um den Weißen Nossob	13
(4) Der Uferwald der Sandveld-Riviere	14
(5) Der Uferbuschwald der Sandveld-Riviere	15
(6) Der Uferwald des Chapman-Riviers	15
(7) Die Busch-Gesellschaften	15
(8) Die Bergveld-Gesellschaften	16
3.2.2. Beobachtungen zur Entwicklung der Savannen im Sandveld	17
Literatur	23
Karten und Abbildungen	25

¹⁾ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei auch an dieser Stelle für die großzügige Unterstützung meiner Forschungsreisen in der Kalahari gedankt. — Herrn Kurator W. GIESS vom Staatsherbarium in Windhoek möchte ich dafür danken, daß er die Pflanzensammlungen aller meiner Reisen bestimmt hat und durch Diskussion zur Klärung mancher Fragen beigetragen hat.

1. Arbeitsgebiet und Forschungsstand

Zwischen dem zentralen Hochland Südwestafrikas und der Ostgrenze des Landes zu Botswana dehnen sich große Flachländer aus, die sich nach E hin, zum geologischen Kalahari-Becken, abdachen. Diese Flächen werden nur an wenigen Stellen von höheren Bergländern oder Einzelbergen überragt, so im unmittelbaren Umland von Windhoek, an wenigen Stellen östlich und nordöstlich davon sowie um die wenigen flachen Taleinschnitte. Die muldenförmigen, terrassierten Täler sind nach E, NE und SE gerichtet, d.h. ebenfalls auf das Kalahari-Becken orientiert. Niedrige Höhenzüge umgeben sie, deren weitgespannte Gestalt aus den Flächen allmählich hervorgeht. Bedeutende Gefällsunterschiede oder gar Gefällsbrüche sind im gesamten Gebiet östlich des zentralen Hochlandes selten. — Das Arbeitsgebiet befindet sich in den östlichen Teilen dieses Raumes, die als Sandveld — überregional auch als Kalahari — bezeichnet werden (Karte 1). Es erstreckt sich zwischen der Höhe Farm und Polizeistation Steinhausen im W, sowie der Landesgrenze und den Reservatsgebieten im E. Die Nordgrenze bilden die offiziell nicht zugänglichen Reservate und die Südgrenze liegt ungefähr auf der Höhe von Gobabis am Schwarzen Nossob. Der Raum schließt nördlich an ein Untersuchungsgebiet an, das vom Verfasser vor allem in den Jahren 1967 und 1968 bearbeitet wurde und das von Gobabis im N bis Koës im S reicht. Nach diesem „Sandgebiet um Auob und Nossob“, das auch zur Westlichen Kalahari gehört, sollte als klimatisch feuchtere Variante der nördlich daran anschließende Raum untersucht werden, der bedeutende ökologische und wirtschaftliche Unterschiede zu den Landschaften südlich von Gobabis aufweist.

Alle Landschaften der Westlichen Kalahari blieben in neuerer Zeit von wissenschaftlichen Untersuchungen fast gänzlich ausgeschlossen. Die damit befaßten Behörden, wie die Landbauabteilung der Administration, sind aus zeitlichen Gründen oft nicht in der Lage, eine genauere Durchforschung durchzuführen. Sie müssen es mit Übersichtsreisen bewenden lassen. Neuere Literatur liegt deswegen keine vor. Die Gebiete wurden lediglich in älteren Reisewerken beschrieben (erwähnt bei H. LESER, 1970 a, b) oder werden in Themamonographien (R. GANSEN, 1963; O. H. VOLK, 1965/66; H. WALTER u. O. H. VOLK, 1954) mitbehandelt. Den Randbereich des Sandveldes untersuchte H. W. STENGEL (1965) aus wasserwirtschaftlich-hydrologischer Sicht, die bodentypologischen Verhältnisse werden punkthaft aus dem Gebiet des Schwarzen Nossob von H. SCHOLZ (1968) geschildert. Das Auob- und Nossobgebiet erforschten O. A. LEISTNER (1967) und der Verfasser (H. LESER, 1971).

Der Erforschungsgrad ist für das Sandveld, wie der Raum nördlich von Gobabis landläufig bezeichnet wird, gemessen an seiner flächendeckenden farmwirtschaftlichen Nutzung, nur als gering zu bezeichnen. Aufgabe von zwei Reisen, die in der Trockenzeit 1970 und in der Regenzeit 1971 durchgeführt wurden, war es daher, die boden- und vegetationsgeographischen Verhältnisse des Gebietes zu erforschen und diese in Beziehung zur Nutzung zu setzen. Im Rahmen der vorliegenden Studie bleiben die wirtschaftlichen Aspekte des Problems von der Betrachtung ausgeschlossen, weil sie an anderer Stelle gesondert behandelt werden. Das gleiche gilt für die bodengeographischen Aufnahmen. Fakten aus diesen beiden Bereichen werden nur soweit erwähnt, als ihre Kenntnis zur Kennzeichnung der Problematik erforderlich ist.

2. Physiogeographische Grundlagen

Gestein, Relief, Boden, Klima und Wasser spielen im Haushalt der Landschaften des Sandveldes eine sehr unterschiedliche Rolle. Dadurch, daß es sich bei den Landformen um ein in früheren Abschnitten der Erdgeschichte eingeebnetes Relief handelt, das von Quarzsanddecken überzogen ist, fehlen nicht nur größere Reliefunterschiede, die für die Ausbildung bestimmter Mesoklimate oder Böden von Belang sind, sondern auch — zumindest großflächig — Anzeichen intensiverer rezenter Morphodynamik.

Der Untergrund des Arbeitsgebietes besteht aus proterozoischen und paläozoischen Gesteinen. Von W nach E folgen auf die Dolomite, Marmore, Tillite, Quarzite und Glimmerschiefer der Khomas-Serie des Damara-Systems die roten Quarzite und Konglomerate der Doornpoort-Formation, die Konglomerate, Schiefertone, Dolomite und Quarzite der Buschmannsklippe-Formation und die Konglomerate, Quarzite und Schiefertone der Tsumis-Formation. Die Serien sind durch SW-NE streichende Verwerfungen voneinander getrennt. Dieser Sockel ist nur im Bereich des Chapman-Riviergebietes, im Raum Gobabis und nördlich von Witvlei (Weißer Nossob) aufgeschlossen (Karte 2). In den Taleinschnitten des Epukiro und des Rietfontein-Omuramba tritt er ebenfalls näher an die Erdoberfläche, weil die hangenden Lockersedimentdecken dort anscheinend im Verlauf älterer Denudationsprozesse abgeräumt wurden. Reliefwirksam werden diese alten Gesteine jedoch nur in den eben direkt erwähnten Gebieten. Bestimmte Schichtglieder bilden dann flache Geländewellen von einigen Kilometern Ausdehnung oder größere Höhenzüge, die als Randhöhen einiger flacher Täler in Erscheinung treten oder sie erscheinen als weitgespannte, aber markante Geländerrücken bzw. regelrechte Schichtkämme. Diese Vollformen bauen sich fast immer aus sehr harten Quarziten auf, wie es überhaupt kennzeichnend ist, daß eigentlich alle im Arbeitsgebiet vorkommenden Gesteine morphologisch äußerst widerständig sind. Ihre Einrumpfung zu dem heute vorhandenen flachgewellten Sockel mit nur bescheidenen Höhenunterschieden muß sich innerhalb langer Zeiträume vollzogen haben und lange vor dem Pleistozän oder auch dem Tertiär (?) abgeschlossen gewesen sein. Mit Ausnahme der Gebiete, für die das Anstehende erwähnt wurde, sind die größten Teile des Sandveldes mit Lockersedimentdecken verhüllt. Sie gehören den Kalahari Beds an und sind vermutlich tertiären Alters. Nach H. MARTIN (1964) erreichen diese Ablagerungen im Nordostteil des Untersuchungsgebietes eine Mächtigkeit über 45 m. In den Randgebieten des Verbreitungsareals werden o.e. Mächtigkeitsangaben jedoch nur selten erreicht. Entscheidender für die Landschaftshaushaltsbetrachtung ist die Existenz der Lockersedimentdecken an sich, die deutliche Faziesunterschiede erkennen lassen. Um die Riviere, besonders um den Schwarzen Nossob; den Epukiro und das Rietfontein-Omuramba, treten zunächst kalkige Fazien (Festgesteine) der Kalahari Beds auf. Diese Areale besitzen an der Erdoberfläche aber nur eine beschränkte Verbreitung. Überlagert werden die Kalke, die zudem mit rostroten, gut gerundeten Quarzschottern gemeinsam auftreten können, von gelben und roten Quarzsanddecken. Die Grenze beider Areale verläuft zwischen Gobabis und Epukiro und von dort weiter nach NW in Richtung Okatambaka/Otjinene. An der Verbreitung ist bemerkenswert, daß die Mächtigkeit der im E liegenden gelben Sande zum Beckeninneren der Kalahari zuzunehmen scheint, während gleichzeitig die Mächtigkeit der im W daran

angrenzenden roten Quarzsande — nach W hin — abnimmt. Wenig außerhalb des Untersuchungsgebietes — auf das zentrale Hochland zu — fehlen die Sande lokal schon ganz. Zum anderen ist ein auffälliger Wechsel zwischen roten und gelben Sandarealen auf engstem Raum (in der Dimension von einigen Zehnern Quadratmeter) zu beobachten, vor allem natürlich im Grenzbereich der beiden Hauptareale. Roter Quarzsand tritt aber auch im E auf einigen eng umgrenzten Flächen auf, das heißt weit innerhalb des Gelbsandgebietes, z.B. am oberen Rietfontein-Omuramba. Um den oberen Epukiro reicht übrigens das rote Sandgebiet weit nach E, und zwar nur beiderseits des Riviertales. — Die beschriebenen Lockersedimentdecken müssen gleichzeitig auch als die Böden angesehen werden, da echte Bodenbildungen auf den Sanden fehlen.²⁾ Echte Bodenbildungen gibt es nur auf dem Anstehenden in Form flachgründiger Schuttböden oder in den Rivierbetten und in den Depressionen als Vleyböden — dunklen, meist grauen, dunkelbraunen oder schwarzen sandig-tonigen Kolluvien. Rotlehme oder andere „tropische“ Böden konnten im Sandveld bislang nicht aufgefunden werden.

Für den Landschaftshaushalt, besonders für die Bodenbildung und -erhaltung, sind die Prozesse der rezenten Morphodynamik von Bedeutung. Infolge der Substrateigenschaften und der geringen Reliefenergie auf den Flächen versetzt das Niederschlagswasser und kann demzufolge zur Reliefentwicklung nur wenig beitragen. Lediglich in den Arealen mit sandig-tonigen Kolluvien, d.h. um die Depressionen, an den Talhängen und auf den Talsohlen, erfolgt ein beträchtlicher Bodenabtrag. Er stellt sich ein, sobald merkliche Neigungsstärken auftreten; das sind in diesen Gebieten schon 2 bis 3°.erspülungen der Oberflächen, Rinnenerosion, Omuramba- und Rivierbildung sowie Schwemmfächerentstehung sind die Folgen. Die für solche Formentwicklung in Frage kommenden Gebiete besitzen zwar nur begrenzten Umfang, ihre ökologische Bedeutung ist dafür aber um so größer, weil sie sich in wasserhaushaltlich wichtigen Riviertälern und um deren Ränder befinden. Andererseits sind das nun gleichzeitig die Räume, in denen mächtigere Bodenbildungen auftreten, die also nicht nur reine Lockersedimentanhäufungen darstellen, wie die Sanddecken auf den Hochflächen zwischen den Rivieren. — Die Sandgebiete werden vor allem in der kalten Trockenzeit, in der die ohnehin lichte Grasdecke ganz fehlt, durch den Wind geformt. Dabei kommt es weniger zur Dünenbildung etc., dazu fehlen einige Voraussetzungen, sondern vielmehr zu allgemeinen Denudationserscheinungen. Insgesamt erfolgt ein merklicher flächenhafter Abtrag, der sich an den Kupstenbildungen unter Büschen und Sträuchern nachweisen läßt. Es handelt sich dabei nicht um Akkumulationskupsten, sondern in den meisten Fällen um Erosionskupsten. In der Trockenzeit treiben — als Beweis für den flächenhaften Abtrag — mächtige Sandwalzen durch die Kalahari. An exponierten Punkten, die stärkere Reliefenergie aufweisen und die vom Substrat her die Voraussetzungen besitzen, vollzieht sich intensive Winderosion. Für die Bodenentwicklung haben die geschilderten Vorgänge der rezenten Dynamik folgende

²⁾ Siehe dazu das Kapitel „Böden“ in H. LESER, 1971(a). Das Problem der Lockersedimentdecken als Glieder des Landschaftshaushaltes wurde dort bereits erörtert. In einer künftigen, gesonderten Behandlung der Böden und Sedimente in der Westlichen Kalahari wird darauf ebenfalls noch einmal eingegangen. Dazu werden dann auch Analysendaten vorgelegt.

Konsequenzen: Die weit verbreiteten sterilen Sanddecken lassen das Niederschlagswasser versitzen, es kann demzufolge nicht zur Bodenbildung beitragen. Der tonarme Sand begünstigt den äolischen Abtrag. In den tonreicheren Kolluvien, die sich im reliefierteren Gelände befinden, können sich hingegen viele Formen der aquatischen Bodenzerstörung entwickeln. Die wegen der günstigeren Bedingungen (mineralreiche Substrate, Feuchtigkeit, vielfältigere biotische Verhältnisse) an diesen Stellen mögliche Bodenbildung wird aber vor allem wegen des mangelnden Vegetationsschutzes des Bodens, dessen Fehlen durch das Weidevieh und/oder die klimatischen Verhältnisse bedingt ist, weitgehend unterbunden. Deshalb lassen sich dort, wo aufgrund der günstigen Konstellation der Bodenbildungsfaktoren echte Böden zu erwarten sind, nur in Ausnahmefällen ungestörte Profile finden: Sie sind entweder gar nicht entwickelt oder bereits zerstört. Die edaphischen Verhältnisse des Sandveldes müssen im Hinblick auf eine agrarische Nutzung deshalb als ungünstig bezeichnet werden.

Die Wasserverhältnisse im Sandveld sind eng an die Vorkommen der Gesteins- und Sedimentarten gebunden. Besonders in den Glimmerschieferorkommen des westlichen Teils sind die Grundwasserverhältnisse besonders ungünstig (H. W. STENGEL, 1965). Die Wasserspeicherung in diesen Gesteinen ist aus petrologischen Gründen gering. Bohrlöcher für Trink- und Brauchwasser erschöpfen sich daher sehr rasch. Im östlichen daran anschließenden Gebiet der Doornpoort-Serie etc. sind die Grundwasserverhältnisse ebenfalls nicht günstig. Durch die in diesem Bereich auftretenden Verwerfungen (östlich der Linie Witvlei — Weißer Nossob — Koedoeloo/Schwarzer Nossob) sind lokal etwas bessere Bedingungen anzutreffen. Unklar ist bis heute dabei die Speisung der bereits von zahllosen Bohrlöchern angezapften Grundwasservorkommen dieses Raumes. — Ökologisch bedeutender als das Grundwasser ist die Bodenfeuchte. Im gesamten Sandveld können sich in den meist mächtigen Lockersedimentdecken beträchtliche Bodenfeuchtekörper bilden, die für das alljährliche Aufkommen der Vegetation — und damit über die Weideentwicklung für die Wirtschaft — grundlegende Bedeutung besitzen. Die Bodenfeuchteverhältnisse sind in allen Gebieten, das wird auch die Betrachtung der Vegetation zeigen, als gut zu bezeichnen, solange die Quarzsande größere Mächtigkeiten erreichen oder von klüftigem Felsgestein unterlagert werden. Diese Bodenfeuchtevorräte stellen daher auch das entscheidende Moment im ökologischen System der Savannen des Sandvelds dar.

Langjährige Erfahrungen der Farmer sprechen dafür, daß die Bodenfeuchtereserven aber auch für einige Zeit erschöpft sein können. Dieser Zustand tritt einigermaßen oft ein, da die Niederschläge im Sandveld zwar mit einer gewissen Regelmäßigkeit einkommen und im Schnitt relativ hohe Summen erbringen, insgesamt aber doch große jährliche Schwankungen in Summen und Verteilungen zeigen. Die Schwankungen vollziehen sich in einem mehrjährigen Rhythmus, der aus längeren Reihen wohl erkennbar, infolge seiner Ungeregeltheiten aber nicht voraussagbar ist. Die Unterschiede zwischen feuchten und trockenen Jahren sind beträchtlich: Jahresniederschlagssummen von 186 mm (1962) und 576 mm (1963) (hier für die Station Epukiro) stehen direkt nebeneinander. Insofern ist der aus den Messungen von (zumeist) befragten 30 privaten und amtlichen Stationen errechnete langjährige Niederschlagsdurchschnitt für das Sandveld von 397,2 mm wenig aussagekräftig. Das erkennt man auch

noch an den langjährigen Durchschnitten: Epukiro wies in der Periode 1939—1950 einen Durchschnitt von 395,8 mm/Jahr auf, in der Periode 1961—1970 jedoch nur 377,6 mm. Wichtig für das Wachstum des Weidevelde, vor allem des Grases, ist auch die jahreszeitliche Verteilung des Niederschlages, während ja die Holzgewächse vielfach und auf lange Sicht vom Bodenfeuchtevorrat in tieferen Bodensubstratschichten zehren können. Für das Sandveld können Dezember bis März als die Hauptniederschlagsmonate bezeichnet werden, wobei ein deutliches Gewicht auf den Monaten von Januar bis März liegt. Die Trockenzeit, die gleichzeitig die kalte Zeit ist, dauert von Mai bis September. Spätregen im April und Frühregen im Oktober und November sind nicht selten. Ihre Summen jedoch sind nur niedrig und i.a. auf zu viele Regentage verteilt, ökologisch daher ohne Folgen. In der Regenzeit selber nimmt die Zahl der Regentage nur wenig zu, dafür werden aber die einzelnen Regenfälle ergiebiger. — Die thermischen Verhältnisse sind innerhalb der Vegetationsperiode durchweg günstig. Während der Trockenzeit sind in einigen Monaten auch Fröste möglich.³⁾

3. Die Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie

3.1. Standorteigenschaften

Die Verbreitung der Holzgewächse und Gräser des Sandvelde ist an die Grundwasser- und Bodenfeuchteverhältnisse gebunden. Diese hängen, wie bereits gesagt, von den Substratvorkommen ab. Der größte Teil des Sandvelde scheint relativ gleichförmige Standortverhältnisse aufzuweisen, die aber bei großmaßstäbiger Betrachtung beträchtliche Differenzierungen erkennen lassen. Wenn hier die Standorte zu wenigen Typen zusammengefaßt werden, so nur deshalb, um den Übersichtscharakter der Darstellung zu wahren.

Relief, Gestein und Bodenwasser stellen in den Savannen Standortfaktoren dar, die gemeinsam betrachtet werden müssen. Rote und gelbe Quarzsanddecken überziehen fast das gesamte Sandveld (Karte 2). Nur im Bereich einiger Täler und weniger Höhenzüge sowie nach Westen hin verlieren sie an Mächtigkeit. Der reliefenergiearme Gesteinsrumpf wird in seiner Oberflächengestalt durch die Sande noch weiter ausgeglichen, als er es von Natur aus schon ist. Trotz gewisser, über größere Entfernungen hin deutlich wahrnehmbare Reliefunterschiede und trotz des morphogenetisch ungewöhnlichen Substratcharakters handelt es sich um Flächen. Diese Sandflächen weisen eine auf den Sockel zurückgehende weitgespannte Treppung auf, die an den Riviertälern orientiert ist. Ökologisch besitzt diese Art der Reliefgestaltung jedoch keine Relevanz. Entscheidend für die Standortverhältnisse ist vielmehr die Grenze zwischen den gelben und roten Quarzsanden, wobei die Farbunterschiede Hinweise auf ein anderes Alter oder andere Entstehungsbedingungen der Sande geben dürften.

³⁾ Im Sandveld gibt es nur Niederschlagsmeßstationen. Lediglich in Gobabis, an der Südgrenze des Untersuchungsgebietes, werden auch die Temperaturen gemessen. Ein Klimadiagramm von Gobabis und die Schilderung der thermischen Verhältnisse für die Westliche Kalahari, soweit das aufgrund des lückenhaften Materials möglich war, wurden bereits veröffentlicht (H. LESER, 1971 a; dort auch weitere Literatur).

Bezeichnend ist das Nebeneinander der großen Sanddeckenareale, die insgesamt eine Orientierung an den geologischen Grundstrukturen des Kalahari-Beckens erkennen lassen. Ebenso fällt aber auch das Vorkommen kleiner, scharf umgrenzter roter Sandareale im Gebiet des gelben Sandes auf, während die Gelbsandareale im roten Sand seltener, größer und stratigraphisch schwerer — weil unscharf abgegrenzt — einzuordnen sind. Bei letzterem wird nicht immer klar, ob es sich um eine primäre oder sekundäre Färbung handelt, weil die roten Quarzsande in größeren Depressionen, Tälern und sonstigen Tiefenlinien bzw. bei dem Vorhandensein ausgedehnter Kalkkrusten im Liegenden ebenfalls gelb bis grau „gebleicht“ sein können.

Zwischen den beiden Sandtypen, die sich nicht nur in der Farbe, sondern auch in der Korngrößenzusammensetzung unterscheiden — der gelbe Sand ist tonärmer, die Sandfraktion insgesamt aber feinkörniger —, scheint sich auch ein Unterschied im Bodenfeuchteverhalten erkennen zu lassen. Der gelbe Sand dürfte der bessere Bodenfeuchtespeicher sein, wobei aber die in seinem Verbreitungsgebiet ohnehin etwas zunehmenden Niederschlagssummen ebenfalls mitberücksichtigt werden müssen. Außerdem unterscheidet sich auch der Mineralbestand: Die gelben Quarzsande gelten als nährstoffärmer.

Alle anderen Gesteinsareale besitzen an der Erdoberfläche, d.h. ökologisch gesehen, weniger ausgedehnte Verbreitungsgebiete. Da aber in ihnen, wegen der wechselhaften Substratvorkommen, der komplizierten Wasserhaushaltssituation (infolge der fast nur hier auftretenden Reliefdifferenzierungen) und der andersartigen gelände- und mikroklimatischen Situation, die Pflanzengesellschaften am vielfältigsten und reichhaltigsten sind, kommt ihnen vegetationsgeographisch ebenso große Bedeutung zu wie den weiträumigen Sandflächen. Bei den angesprochenen Standorten handelt es sich um Berge, d.h. deutlichere Geländewellen (Abb. 1 und 2) bis Schichtkämme, Täler und Pfannen bzw. Vleys. Die Quarzitstandorte der Berge weisen eine andere Flora auf als die umgebenden Sandflächen. Nur wenn lokal mächtige Sanddecken die Quarzite verhüllen, kann sich auf ihnen die reguläre Sandflächenvegetation einstellen. Dieses Prinzip ist in der gesamten Kalahari zu verfolgen. Die Quarzitstandorte zeichnen sich durch eine „feuchtere“ Vegetation aus, die auf die relativ günstigen Bodenfeuchteverhältnisse (Spalten und Klüfte mit Lockersedimentfüllungen sind in semihumiden bis ariden Gebieten gute Bodenfeuchtespeicher) zurückgehen. Je nach Mächtigkeit der Sanddecken kann diese Speicherwirkung wirksam werden: Bei sehr flachen Höhenzügen, die sehr mächtige Sanddecken tragen, weisen die Pflanzengesellschaften zu den in der Fläche benachbarten keine Unterschiede auf — die Wurzeln erreichen dann nicht die bodenfeuchtegünstigen Gesteinsspalten. Auch das Verwitterungsmaterial der Festgesteine reicht für bodenfeuchtegünstige Spaltenfüllungen aus, so daß die „feuchten“ Gesellschaften auf den sandfreien Höhen die Regel sind. Der Quarzsand ist also, für sich allein genommen, ein guter Bodenfeuchtespeicher. Gegenüber den abgeschlossenen Spalten- und Kluffüllungen nichtverkarstungsfähiger Festgesteine ist er aber in seinem Bodenfeuchtehaushalt relativ ungünstig.

Um den Schwarzen Nossob, lokal auch um das Epukiro-Rivier, werden die Talränder von ausgedehnten pleistozänen Flußterrassen gebildet. Eine offensichtlich ältere Talanlage wurde durch Schotter-, Kies-, Sand- und Kalkterrassensedimente überlagert. Vor allem die Kalke sind weit verbreitet und in der

Regel zu festen Krusten verbacken. Diese Standorte gelten als äußerst trocken, weil das Niederschlagswasser versetzt und lediglich dem Grundwasser zugute kommt. Außerdem können sich auf den nur schwer verwitternden Krusten keine Böden bilden. Meist liegt auf den Krusten etwas Gesteinsschutt, vermischt mit wenigen (kolluvialen) Lockersedimentanteilen. Bäume und Gräser finden auf diesen Standorten aus edaphischen und hydrologischen Gründen schlechte Wuchsbedingungen. Sträucher und Kleinbüsche herrschen deshalb vor. Solche Kalkkrustenflächen treten in den Sandveld-Landschaften außerhalb der Täler nur an wenigen Stellen auf, hauptsächlich um Pfannen und Vleys.

Auf den Talsohlen und in anderen Depressionen, sowie in kleineren Nebentälern der Riviere, haben sich lokal mächtige Sedimente akkumuliert. Sie wurden im Zuge der pleistozänen Talentwicklung und der holozänen Überformung abgelagert, außerdem durch Kolluvium von den Hängen vermehrt. So kam ein mineralreiches, zuweilen auch humusreiches Mischsubstrat zustande, das neben verhältnismäßig guten Speichereigenschaften für die Bodenfeuchte auch andere, für die Pflanzenernährung günstige Eigenschaften besitzt. Vergleicht man die Böden miteinander, so sind diese Standorte qualitativ die besten. Andererseits werden eben die gleichen Areale durch die rezente Bodenabspülung, das Abkommen der Riviere oder den Viehtritt, der sich besonders auf die leicht zu beweidenden Talzonen konzentriert, am stärksten geschädigt. Diese Schädigungen erfolgen permanent (allgemeiner aquatischer und äolischer Bodenabtrag, Viehtritt) oder episodisch (Rivierabkommen, Starkregen), wobei die episodischen Bodenzerstörungen diejenigen sind, welche die auffälligsten Spuren hinterlassen. Die (vermutlich) geringfügige, permanente Bodenzerstörung darf aber nicht unterschätzt werden, da auch sie — als Summe und auf lange Sicht — einen tiefen Eingriff in den Landschaftshaushalt bedeutet. Wegen der Gefahr der Bodenzerstörung und aus Gründen der auf den Farmen bisher geübten Weidetechnik wurde auf eine spezielle agrarische Nutzung der Lockersedimentakkumulationen in Tiefenlinien und Depressionen verzichtet. Auch beim hier nicht weiter zu schildernden Regenfeldbau des Sandveldes besitzen diese Areale keine Vorzugsstellung, weil ihre guten Bodeneigenschaften nicht erkannt wurden oder die ungünstige geländeklimatische Situation (Kaltluft-Sammler) den Anbau nicht zugelassen hat.⁴⁾

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß die Substrattypen an bestimmte Reliefformen gebunden sind und damit — über deren Bodenwasereigenschaften — charakteristische Standortbedingungen geschaffen wurden, die durch die Vorgänge der rezenten Morphodynamik stark, durch die gelände- und mikroklimatische Situation — im Hinblick auf das natürliche Pflanzenwachstum — nur unwesentlich modifiziert werden. Die Pflanzengesellschaften des Sandveldes lassen deshalb in Zusammensetzung und Physiognomie eine sehr enge Bindung an bestimmte Kombinationen der Standorteigenschaften erkennen. Niederschlagsunregelmäßigkeiten werden besonders durch die Sanddecken

⁴⁾ Der Regenfeldbau im Sandveld wird an anderer Stelle behandelt. Er ist insofern problematisch, als er im Sandveld seine Südgrenze erreicht und wegen der ungünstigen natürlichen Voraussetzungen mit einem großen Risiko behaftet ist. Seine ökonomische Bedeutung in der Farmwirtschaft des Sandveldes ist gering, vor allem weil er äußerst extensiv betrieben wird.

und ihr Bodenfeuchtespeichervermögen bis zu einem gewissen Grade kompensiert. Auf den Kalkstandorten der Rivierränder und Pfannenflächen macht sich bei Niederschlagsdefiziten hingegen die geringe Bodenwasserspeicherfähigkeit der Gesteine kurz- und langfristig besonders negativ bemerkbar.

3.2. Die Vegetation des Schwarz-Nossob- und Epukirogebietes

Wie im Auob- und Nossobgebiet der Westlichen Kalahari treten auch im Sandveld „typische“ Savannengesellschaften auf, bei denen jedoch durch die Beteiligung tropischer und außertropischer Florenelemente, sowie durch klimatische und allgemein-geographische Merkmale ihres Wuchsgebietes, eine Zuordnung zum „echten“ Steppen- oder Savannengürtel erschwert wird. Die Verbreitung der tropischen Gras- und Gehölzformationen besitzt in der Westlichen Kalahari einen so breiten Übergangssaum, daß sich das linienhafte Festlegen einer Grenze verbietet. Eine „Tropengrenze“ in der Westlichen Kalahari nach vegetations- oder klimageographischen Merkmalen zu ziehen, würde wohl keinem Aspekt gerecht werden. Die Abgrenzung erscheint aus mehreren Gründen problematisch. So treten die Savannengesellschaften des nördlichen Südwestafrikas einige hundert Kilometer weiter im S auf und zwar soweit, wie die Kalaharisande als geschlossene Decken verbreitet sind — und das ist in Südwestafrika bis weit südlich vom Auob der Fall. Wegen dieser — offensichtlich edaphisch bedingten — weiten Verbreitung der „tropischen“ Savanne in konventionell als Außertropen angesehenen Räumen muß z.B. die *Acacia*-Savanne des gesamten Auob- und Nossobgebietes vegetationsgeographisch den Tropen zugerechnet werden. Besonders problematisch wäre aber die Abgrenzung aus klimatischer Sicht, weil z.B. auch im N von Südwestafrika nachts während der Trockenzeit öfters Frost auftritt — und zwar in Bereichen, die konventionell und pflanzengeographisch eindeutig den Tropen zuzurechnen sind. Diese Verschiebung der Grenzen klimatischer Erscheinungen hängt sicher mit dem Hochlandcharakter Südwestafrikas zusammen. Die von O. H. VOLK (1965/66) für Südwestafrika ausgeschiedenen „tropischen“ Leitpflanzen *Dichrostachys cinera*, *Burkea africana*, *Terminalia sericea* und *Colophospermum mopane* kommen mit Ausnahme des Mopane im Sandveld südwärts bis mindestens auf die Höhe von Gobabis vor. Doch erlauben nicht nur die Vorkommen dieser Pflanzen und ihr Auftreten in den Gesellschaften echt tropischer Formationen eine Zuordnung der Savannen des Sandveldes zu den Tropen, sondern indirekt auch die südlich und westlich vom Sandgebiet um Auob und Nossob auftretenden außertropischen Karroo-Namib-(afro-meridional-occidentalen) Florenelemente.⁵⁾ Der Vermischungsgrad dieser mit den (sudano-sambesischen) tropischen Florenelementen ist besonders im Auob- und Nossobgebiet sehr groß, er nimmt nach N — gegen das Sandveld hin — eindeutig ab. — Man kann also festhalten, daß eine

⁵⁾ O. H. VOLK (1965/66), sich auf andere Autoren und eigene Arbeiten berufend, zieht als Leitpflanzen der Karroo-Namib-Region u.a. folgende Arten heran: *Acacia haematoxylon*, *Aloe dichotoma*, *Aristida ciliata*, *Aristida hochstetteriana*, *Parkinsonia africana*, *Rhigozum trichotomum*, *Sesamothamnus guerichii*.

nach ökologischen Gesichtspunkten ausgeschiedene Tropengrenze im Sandveld nicht zu ziehen ist. Je mehr Merkmale aber ausgesondert werden, d.h. je einseitiger der Kriterienkatalog gestaltet wird, umso eher wird man zu einer linienhaften Abgrenzung der Tropen in Südwestafrika kommen können.

3.2.1. Pflanzengesellschaften des Sandveldes um Schwarzen Nossob und Epukiro
Die Sandgebiete des Untersuchungsraumes werden von *Acacia*- und *Terminalia*-Savannen eingenommen, die in unterschiedlicher und in individuenreicher, insgesamt aber artenarmer Zusammensetzung auftreten (Karte 3). Physiognomisch stellen sie ein lebhaft wechselndes Baum- und Strauchveld dar, das im gesamten Raum zwischen Schwarzen Nossob und Epukiro anzutreffen ist. Eine entscheidende Differenzierung muß jedoch hervorgehoben werden: Fast die gesamte Nordosthälfte des Arbeitsgebietes wird von einem Strauch-, Busch- und Baumveld eingenommen, das sich im Gesamthabitus von den übrigen Vegetationsformationen des Sandveldes unterscheidet (Abb. 3).⁶⁾ Die Physiognomik der Einzelgewächse ist keine grundsätzlich andere als außerhalb des beschriebenen Gebietes, d.h. im südwestlichen Sandveld (Abb. 4). Infolge der insgesamt geringen durchschnittlichen Wuchshöhen im Nordosten kommt jedoch ein anderer Gesamthabitus der Formation zustande. *Terminalia sericea*, um den weitverbreiteten Gelbholzbaum als Beispiel zu nehmen, besitzt als Baumform die für ihn typische Etagenkrone, die auch bei kleinen Exemplaren bereits ausgebildet ist. Solange jedoch kein Stamm entwickelt wurde, der Baum also noch Busch- bzw. Strauchcharakter aufweist, fehlt ihm diese Kronenform. Das gegenwärtige Grenzband Baumsavanne/Strauch- und Buschveld, welches die Grenze zwischen den beiden eben beschriebenen Lebensformen darstellt, läßt sich ökologisch nur schwer erklären (Karte 3). Zunächst deckt sich das Areal des Strauch- und Buschveldes mehr oder weniger mit der Verbreitung der gelben Quarzsande. Gleichzeitig fällt auch die Zusammensetzung der Gesellschaften dieses Savannentyps auf: Sie werden von *Terminalia sericea* beherrscht, während die für die Kalahari sonst so charakteristische Art *Acacia giraffae* deutlich zurücktritt. Nach den offiziellen Klimakarten zu urteilen, soll — und das wäre zusätzlich noch zu berücksichtigen — nach NE auch eine Zunahme der Jahresniederschlagssumme feststellbar sein. Nach den eigenen Erhebungen, bei immer noch relativ wenigen Werten für ein sehr großes Gebiet,⁷⁾ ist jedoch lediglich eine geringe Zunahme der Niederschläge und ein etwas regelmäßigeres Einkommen gegenüber dem Raum um den Schwarzen Nossob bei Gobabis feststellbar, wohingegen die Summen in der Südwesthälfte des Arbeitsgebietes deutlich über 400 mm liegen.⁸⁾ Erst südlich vom Weißen Nossob (Südwestecke des Arbeitsgebietes) nehmen die Jahressummen der Niederschläge sehr rasch ab, bei gleichzeitig großen Schwankungen zwischen den einzelnen Jahresbeträgen. — Daher muß erschlossen werden, daß der vorherrschende Strauchcharakter der Savannen im NE des Sandveldes anscheinend mehrere Ursachen haben

6) Auf die Physiognomik der Einzelgewächse wird eingegangen, wenn das Savannenproblem behandelt wird (Abschnitt 3.2.2.).

7) Die Zahlenbasis ist aber breiter als bei den amtlichen Angaben, die sich nur auf die wenigen offiziellen, auch nur fast ausschließlich von Farmern betriebenen Niederschlagsmeßstationen stützen.

8) Dieser Raum ist auch durch mehr Werte besser belegt.

kann, die vermutlich nichts mit der Konstitution der Gewächse an sich und nur wenig mit dem Niederschlag zu tun haben dürften. *Terminalia sericea* kommt nämlich um den mittleren Nossob in Gebieten mit weit unter 300 mm Jahresniederschlag, der zudem sehr unregelmäßig einkommt, als ausgewachsene Baumform vor — allerdings auf dem mächtigen roten Quarzsand der Strichdünenkörper. Außerdem handelt es sich dort um Alt farmland, in welchem seit mindestens 20 Jahren keine größeren, d.h. für ausgedehntere Areale ökologisch wirksame Buschbrände mehr stattgefunden haben.

(1) Das Strauch- und Baumveld im Nordosten des Arbeitsgebietes wird von der *Terminalia sericea*-*Acacia giraffae*-*Grewia flava*-Gesellschaft beherrscht (Abb. 5 und 6). Abgesehen von den Riviertälern und den Höhenrücken, ohne diese beiden Standorte jedoch absolut auszuschließen, ist die Gesellschaft mit bemerkenswerter Monotonie verbreitet. Durch unterschiedlichen Beteiligungsgrad und -intensität der Arten wird trotzdem ein rasch wechselndes Muster der Ökotope erzielt, die in großer Häufigkeit — sich unablässig wiederholend — auftreten. Weiterhin gehören zu dieser Gesellschaft die Arten *Acacia mellifera* ssp. *detinens*, *Tarchonanthus camphoratus*, *Ziziphus mucronata* und *Lonchocarpus nelsii*. Lokal häufig treten in dieser Gesellschaft weiterhin auf *Rhus tenuinervis*, *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*, *Bauhinia macrantha*, *Grewia avellora* und *Grewia deserticola*. Während fast alle Arten allgemein gleichmäßig verbreitet sind, nimmt *Lonchocarpus nelsii* erst im NW, weit außerhalb des Arbeitsgebietes — vor allem südlich vom Waterberg —, deutlich zu. Im Sandveld nordöstlich vom Schwarzen Nossob findet man ihn nur vereinzelt oder selten. — Diese hier beschriebene Gesellschaft tritt also auf dem gelben Quarzsand auf. Nicht nur am Rande, sondern auch in den zentraleren Teilen des Gelbsandgebietes sind scharf umgrenzte und nicht allzu große rote Quarzsandflächen eingeschaltet, die von einer *Acacia giraffae*-Savanne beherrscht werden, die in Physiognomie und Zusammensetzung den Savanntypen gleicht, die im Auob- und Nossobgebiet auf den roten Quarzsanden des Dünenlandes verbreitet sind. Auf diesen Flächen verschwindet *Terminalia sericea* fast vollständig: Die Savanne wird auf den Rotsandstandorten von (z.T. sehr großen) *Acacia giraffae*-Baumexemplaren eingenommen. Hinzu kommen als Sträucher oder Baumsträucher *Acacia mellifera* ssp. *detinens* (3—4 m hoch, teilweise dominierend) und *Ziziphus mucronata* (2—4 m hoch, häufig, meist mehrere Exemplare eine große Gruppe bildend), sowie als 1—2 m hohe Sträucher und Büsche *Tarchonanthus camphoratus*, *Grewia flava* und *Boscia albitrunca*. Bis auf *Boscia albitrunca* kommen alle Arten auch auf dem gelben Sand vor; *Boscia* tritt im gesamten Sandveld jedoch nur selten auf und bildet vor allem im klimatisch trockneren roten Quarzsandgebiet um Auob- und Nossob einen der wichtigsten Bäume bzw. Sträucher der dortigen Savannen-Pflanzengesellschaften. Ob *Boscia albitrunca* einer der Schlüssel zu dem Problem sein könnte, ob die gelben Quarzsande edaphisch feuchter oder trockener als die roten Sande sind, muß noch offengelassen werden.

(2) Der zweite Haupttyp der Savannen des Sandveldes wird durch das Baum- und Strauchveld der *Acacia giraffae*-*Terminalia sericea*-*Grewia flava*-*Tarchonanthus camphoratus*-Gesellschaft repräsentiert (Abb. 3, 5 und 7). Hier, im Gebiet des roten Quarzsandes, ist ein Übergewicht der *Acacia giraffae*-Baumexemplare deutlich. Der Anteil der *Terminalia sericea*-Bäume und -Sträucher

an dieser Gesellschaft ist höher als umgekehrt der von *Acacia giraffae* in dem oben beschriebenen Savannentyp (1) auf dem gelben Sand. Alle anderen Arten — mit Ausnahme von *Rhus tenuinervis* — sind ebenfalls an dieser Gesellschaft beteiligt. *Bauhinia macrantha*, *Lonchocarpus nelsii*, *Grewia avellora* und *Grewia deserticola* treten jedoch selten auf. Diese Gesellschaft ähnelt übrigens sehr der um Auob und Nossob weit verbreiteten *Acacia giraffae*-*Acacia mellifera* ssp. *detimens*-*Boscia albitrunca*-Gesellschaft, die im Raum Gobabis, südlich vom Langen Forst⁹⁾, direkt an die Savannengesellschaften des Sandveldes grenzt und die eine deutliche Bindung an die roten Quarzsande mit gutem Bodenfeuchtespeichervermögen, bei allerdings geringen Jahresniederschlagssummen von unter 300 mm, erkennen läßt.

(3) Der dritte Savannentyp des Sandveldes tritt um die Quarzberggländer am Weißen Nossob auf, im Raum Witvlei. Wegen des anderen Substrats — die roten Quarzsanddecken sind lückenhafter verbreitet, so daß stellenweise das Anstehende durchragt, vollzieht sich ein lebhafter Wechsel von Baum- und Strauchveld sowie zahlreichen Übergängen zwischen diesen. Die Savannenvegetation hat sich auch hier in ihrer Artenzusammensetzung auf die mit dem Substrat rasch wechselnden Bodenfeuchteigenschaften eingestellt. Der als *Acacia giraffae*-*Commiphora pyracanthoides*-*Acacia mellifera* ssp. *detimens*-*Albizia anthelminctica*-Gesellschaft bezeichnete Savannentyp weist, im Gegensatz zu den beiden bereits beschriebenen, eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung auf. Diese kann so weit gehen, daß selbst eine der obigen Charakterpflanzen in der Gesellschaft nicht vorhanden ist.¹⁰⁾ Dieser Wechsel geht auf das Fehlen der Quarzsanddecken zurück, die gewöhnlich die edaphischen Unterschiede der sich schnell ablösenden Gesteinsareale kompensieren. In dieser Gesellschaft wird die Bindung bestimmter Arten an vorgegebene edaphische (d.h. hier auch hydrologische Bedingungen) am deutlichsten. Besonders markante Unterschiede sind auf einigen Quarzithöhen bei Witvlei zu beobachten, wo lokal rote Quarzsandüberschüttungen vorkommen, auf denen eng umgrenzt — und zwar ausschließlich — die *Acacia giraffae*-Baumgesellschaft ihren Standort hat, umgeben von den regulären Berg-Gesellschaften auf dem anstehenden Quarzit.

Im Bereich der Riviertäler befinden sich die Standorte der Uferwaldgesellschaften (Abb. 7 bis 9). Mächtige Lockersedimentfüllungen aus Kiesen, Sanden und Tonen bilden gute Bodenfeuchtespeicher. Zudem liegt, für die meisten Baumwurzeln noch erreichbar, etwa 10 m unter Flur ein heute allmählich absinkender Grundwasserspiegel, der örtlich bereits zerstört ist oder doch stark schwankt. Die Folge davon ist das vorübergehende Absterben großer *Acacia karroo*-Bäume, die von allen noch zu nennenden Arten offensichtlich den höchsten Bodenwasserbedarf haben und daher auf Standorte beschränkt

⁹⁾ Höhenzug, der bei Gobabis jenseits des Schwarzen Nossob ansetzt, und nach Südwesten zum Weißen Nossob zieht. Der Name stammt noch aus der Zeit der deutschen Kolonialherrschaft über Südwestafrika.

¹⁰⁾ Das trifft beispielsweise auf *Albizia anthelminctica* zu, die im Windhoeker Bergland stellenweise oft (siehe W. GIESS in H. W. STENGEL, 1965) vorkommt und die nach eigenen Beobachtungen im E nicht ganz fehlt, sondern auf verschiedenen felsigen Standorten lokal sogar sehr häufig auftritt. — Selbst im südöstlichen Dünengebiet, an der Grenze zu Botswana und zwischen Auob und Nossob, tritt die Art zahlreich auf.

sind, die permanent oder mit nur kurzen Unterbrechungen über einen guten Bodenwasserhaushalt verfügen. Dies gilt auch für weiche Kalksedimente in Pfannen und um die Talsohlen, deren Klüfte und Hohlräume günstige Voraussetzungen für die Wasserspeicherung besitzen und demzufolge mit den Lockersedimentstandorten der Tiefenlinien gleichzusetzen sind. Das äußert sich in der absolut gleichen Zusammensetzung der Baum- und Strauchgesellschaften. Die Grasgesellschaften sind davon ausgenommen, einmal weil sie nur im Zusammenhang mit der Bodenfeuchte außerhalb des Grundwasserbereichs zu bewerten sind und zum anderen stark von der Art und Weise der Beweidung abhängen, so daß ihre gegenwärtige Zusammensetzung nur wenige Hinweise auf die natürlichen Standortverhältnisse zu geben vermag.¹¹⁾

(4) Der augenfälligste Typ des Uferwaldes im Sandveld und in der gesamten Westlichen Kalahari ist die von hohen Baumexemplaren beherrschte *Acacia karroo-Ziziphus mucronata*-Gesellschaft, die sehr oft — vor allem gegen die Randbereiche der Talsohle hin — durch ausgedehnte *Acacia nebrownii*-Felder ergänzt wird (Abb. 7 und 8). Dieser Uferwald ist um den Schwarzen Nossob nördlich von Gobabis, hauptsächlich aber unterhalb von Gobabis, bis an den Vereinigten Nossob hin, verbreitet. Im Oberlauf des Schwarzen Nossob findet man ihn nur punktuell, was vermutlich auf die weite Verbreitung des Anstehenden und damit auf die dann fehlenden Lockersedimentkörper zurückgeht. Die um das Rivier anstehenden oder doch nahe der Erdoberfläche liegenden Gesteine sind für schlechte Wasserspeicherung bekannt. Es handelt sich gleichzeitig um das Gebiet, in welchem für die Farmwirtschaft die größten Wasserversorgungsschwierigkeiten bestehen (H. W. STENGEL, 1965). — Dieser Uferwaldtyp kommt aber auch um den oberen Eiseb und an wenigen Stellen des obersten Epukiro vor, wo der Flußlauf noch Omuramba-Charakter besitzt (Abb. 5). Die gleichen Standorteigenschaften finden sich auch um Pfannen und Vleys, die in der Regenzeit als lokale Wassersammler wirken und die wegen ihres meist kalkigen Untergrundes über zahlreiche Hohlräume und Klüfte und damit über beträchtliche Wasservorräte verfügen können. Die ersten Siedlungen und das kolonialzeitliche Wegenetz waren daher auch an der Pfannenverbreitung orientiert. Sie führten oft bis weit in die Trockenzeit hinein Wasser und ermöglichten es zudem, durch Brunnengrabungen im Kalk auch die unterirdischen Wasservorräte zu erschließen. — Die Vegetation der Pfannen- oder Vleyflächen und deren Ränder geht allmählich aus den in der Umgebung anschließenden *Acacia giraffae*- oder *Terminalia sericea*-Savannen hervor (Abb. 9). Als wichtigste Holzgewächse treten dann auf: *Acacia karroo*, *Acacia giraffae*, *Acacia newbronii* und *Boscia albitrunca*. Zu den erwähnten Savanntentypen der Flächen leitet am Außensaum meist *Acacia mellifera ssp. detinens* über.¹²⁾

11) Deswegen wurde auch bei den anderen Pflanzengesellschaften auf eine Kennzeichnung mit Hilfe der Gräser verzichtet. Der anthropogene Einfluß überlagert die natürlichen Standortbedingungen so stark, daß ein geräumiges Ausscheiden von Grasgesellschaften rein spekulativen Charakter tragen muß.

12) In die Karte wurden die Pfannen- und Vley-Gesellschaften aus Maßstabsgründen nicht aufgenommen. Außerdem ist infolge der mangelnden topographischen Kartenunterlagen eine Lokalisierung vieler Pfannen nicht korrekt möglich. Auch aus diesem Grunde mußte die Darstellung unterbleiben.

(5) Besonders um Eiseb und Epukiro reduziert sich diese Uferwaldgesellschaft auf einen lichten *Ziziphus mucronata*-Uferbuschwald, der physiognomisch dem *Acacia karroo*-*Ziziphus mucronata*-Uferwald gleicht, ökologisch aber insofern etwas anderes darstellt, als er auf weniger tiefgründigen Standorten vorkommt, die daher nur über Bodenfeuchtekörper geringeren Umfangs verfügen (Abb. 5 bis 8).¹³⁾ Als Arten treten neben *Ziziphus mucronata* einzeln oder in Gruppen auf: *Acacia karroo*, *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*, *Tarchonanthus camphoratus*, *Grewia flava*. An den Außenrändern der Talsohle, wo bereits die Standorteigenschaften der Sandareale wirksam werden, etwa durch Überschüttungen der Talhänge oder durch Kolluvium, erscheint je nach Substrat die *Acacia*- oder die *Terminalia*-Savanne. Auch die Zusammensetzung dieser Talsohlenvegetation dürfte entscheidend vom Weidegang des Viehs beeinflusst sein: Die stellenweise zahllosen Vorkommen von *Acacia hebeclada*-Strauchgruppen auf flachen Kupsten stellen typische Degradationserscheinungen der Savanne dar (Abb. 6).

(6) Der Vollständigkeit halber soll noch ein sehr heterogener Typ des Uferwaldes erwähnt werden, der am Chapman-Rivier verbreitet ist und lokal auch um andere Omiramba oder Riviere vorkommt. Er wurde als *Acacia giraffae*-*Acacia karroo*-*Ziziphus mucronata*-*Terminalia sericea*-Gesellschaft bezeichnet. Hier um das Chapman-Rivier, das in einem breiten Tal liegt, selbst aber nur ein kleines Omuramba darstellt, liegen mächtige gelbe bis braune Quarzsanddecken auf den Riviersedimenten der Talsohlenfüllung. Diese Sedimentvorkommen erklären auch die Zusammensetzung der Gesellschaft: Der bis ins Rivierbett hinein verbreitete tiefgründige, gelbe Oberflächensand schafft z.B. für *Terminalia sericea* die gleichen Standortbedingungen wie auf den Höhenflächen im eigentlichen Gelbsandgebiet. — Der zuletzt geschilderte Uferwaldtyp hat als Beispiel insofern überregionale Bedeutung, als das Prinzip und die Ursachen seiner Zusammensetzung sich in allen anderen Riviergebietern wiederholen, da an vielen Stellen der Kalahari Sandüberschüttungen von den Hochflächen her in die Täler hinein und bis auf die Talsohlen die Regel sind. Wie schon bei den Quarzitbergländern erwähnt, orientiert sich die Verbreitung charakteristischer Holzgewächse an den Sandvorkommen.

(7) Zwei Pflanzengesellschaften wären nun noch zu schildern, die an ganz besondere substrat- und reliefbedingte Standortsverhältnisse gebunden sind: Einmal der *Catophractes alexandri*-Busch und zum anderen die Ganzrandblättrigen Buschgesellschaften. Der *Catophractes alexandri*-Busch tritt auf teilweise sehr breit entwickelten Terrassenflächen um den Schwarzen Nossob auf. Es handelt sich bei ihnen entweder um Kalk bzw. Kalkkrusten oder um eine geringmächtige Schotter-, Kies- und Sanddecke auf Felsterrassen des Anstehenden. Das Niveau der Terrassen liegt meist bei unter 20 m über der heutigen Talsohle des Schwarzen Nossob. Die Gesellschaft tritt in weiter Verbreitung im Nossob- und Auobgebiet auf, wo sie als *Catophractes alexandri*-*Acacia mellifera* ssp. *detinens*-Gesellschaft bezeichnet wurde. Aufgrund der recht

¹³⁾ Nach F. SEINER (1913) könnte es sich auch um Degradationsformen der *Acacia karroo*-*Ziziphus mucronata*-Gesellschaft handeln, was aber unter Mitberücksichtigung auch der edaphischen und hydrologischen Standortbedingungen nicht an allen Beobachtungspunkten zutreffen würde.

unterschiedlichen Substrat- und Bodenfeuchteverhältnisse, die in der Kalahari in diesem Maße nur um die Riviereinschnitte so stark differenziert sein können, weil sich — allein um diese — bedeutendere, d.h. ökologisch relevante Reliefunterschiede auf engem Raum befinden, wird die Pflanzengesellschaft durch zahlreiche andere Arten der Kalkflächen und der Sandgebiete bereichert. Je nach Substratcharakter sind deren Beteiligungsgrad und Physiognomie verschieden. Die Arten, die den *Catophractes alexandri*-Busch um den Schwarzen Nossob oberhalb von Gobabis zusammensetzen, haben meist Strauch- oder Buschgestalt — allenfalls die Form von Baumsträuchern. Es handelt sich dabei um die Arten *Acacia giraffae*, *Acacia mellifera* ssp. *detinens*, *Tarchonanthus camphoratus* und *Catophractes alexandri*, die sehr zahlreich auftreten, seltener treten *Acacia hebeclada*, *Asparagus laricinus*, *Grewia flava*, *Phaeoptilon spinosum* und *Ziziphus mucronata* auf. Erst weiter außerhalb der Talränder erscheint auf dem Quarzsand der Hochflächen die reguläre Savannenvegetation, um den Schwarzen Nossob meist die *Acacia giraffae*-Savanne. — Der *Catophractes alexandri*-Busch kann an wenigen Stellen des mittleren Epukiro und im Einzugsgebiet des Rietfontein-Omuramba ebenfalls beobachtet werden, wo nämlich anstehende Gesteine mit geringmächtiger Lockersedimentdecke die Talflanken bilden. Ökologisch entsprechen diese Verhältnisse den Standorten am Schwarzen Nossob.

(8) Die meist niedrigen Bergländer heben sich durch ihre besonderen petrologischen Verhältnisse aus dem geschilderten Bild heraus, da hier — im Gegensatz zu allen anderen bisher beschriebenen Landschaften — völlig andersartige Bodenfeuchteverhältnisse herrschen. Die Berge und Höhenzüge müssen unter den Savannenstandorten der Kalahari als die edaphisch feuchtesten angesehen werden. Dabei sei einmal von den Rivier- und Pfannenstandorten mit Grundwassernähe abgesehen, wo die Baumgewächse wesentlich bevorteilt werden. Die normalen Sedimentdecken jedoch besitzen im Vergleich zum Bergland nur einen relativ guten Bodenfeuchtehaushalt. Die Sanddecken gelten — wie bereits gesagt — i.a. zwar als gute Bodenfeuchtespeicher, doch bewirken im Gebiet der Höhenzüge die in Klüften und Spalten des Felsgesteins abgeschlossenen Sementeinlagerungen noch günstigere Bodenfeuchteverhältnisse. Möglicherweise kommt ein schwacher, zahlenmäßig aber noch nicht zu belegender Luveffekt bei den Niederschlägen hinzu, weil wegen der doch etwas größeren Höhe der Berge gegenüber den kaum durch Reliefierungen ausgezeichneten Flächen leicht höhere Summen erzielt werden dürften. Kommt nun der Speichereffekt des Gesteins noch hinzu, kann sich durch Zusammenwirken der höheren Niederschlagssummen und der geringeren Verdunstung der Bodenfeuchtevorrat beträchtlich vermehren. — Die Gesellschaften dieses Bergveldtyps wurden bereits auf den Höhen um das Chapman-Rivier und auf dem Langen Forst südwestlich von Gobabis beobachtet (H. LESER, 1971a) und als *Lonchocarpus nelsii*-*Combretum apiculatum*-*Albizia anthelmintica*-*Commiphora pyracanthoides*-*Catophractes alexandri*-Gesellschaft ausgewiesen (H. LESER, 1971a, b). Im Sandveld waren diese Gesellschaften bislang nicht bekannt. Inzwischen konnten sie jedoch auch auf den flachen Höhen um das obere Rietfontein-Omuramba (Abb. 1 und 2) und weiter rivierabwärts festgestellt werden. Sie wurden dort als *Ochra pulchra*-*Commiphora ongoleuris*-*Bauhinia macrantha*-Gesellschaft bezeichnet, die in ihrer Zusammensetzung größtenteils der *Lonchocarpus*-Gesellschaft gleicht, deren Charakterpflanzen aber andere Arten sind. Physiognomisch und ökologisch beste-

hen zwischen den beiden Bergbuschgesellschaften keine oder nur bescheidene Unterschiede: Es handelt sich um einen dichten, maximal drei Meter hohen „Busch“, dessen Gehölzanteil — im Gegensatz zu den umgebenden Savannentypen — sich eben nicht nur aus Dorngewächsen rekrutiert, sondern der sich zu großen Teilen aus „feuchten“ Arten zusammensetzt, deren Laub ganzrandig, d.h. nicht gezähnt oder fiedrig ist, obwohl auch die Bergveld-Pflanzen noch xeromorphe Merkmale besitzen. Im Bergbuschveld um das Rietfontein-Omuramba treten folgende Arten auf: *Acacia fleckii*, *A. giraffae*, *A. hebeclada*, *A. mellifera* ssp. *detinens*, *Bauhinia macrantha*, *Boscia albitrunca*, *Combretum mechowianum*, *Commiphora angolensis*, *Dactyloctenium aegypticum*, *Galenia africana*, *Grewia avellora*, *G. bicolor*, *G. deserticola*, *G. flava*, *G. terax*, *Ochra pulchra* und *Terminalia sericea*.¹⁴⁾ Da die Höhenzüge um das Rietfontein-Omuramba ebenfalls mit Sand überdeckt sind, erklärt sich auch das Vorkommen der typischen „Sandveld-Arten“. Andererseits können Pflanzen des Bergbuschveldes in der *Terminalia sericea*-Savanne (Abb. 3) des angrenzenden Sandgebietes beobachtet werden, jedoch nur in unmittelbarer Nähe der Höhenzüge. Die im Bergbusch vertretenen Arten dort sind erstens auf kleinere Flächen beschränkt, die in die übrige Savanne eingestreut sind, zweitens treten sie weniger häufig auf als im Bergbuschgebiet der Höhen selber und drittens setzen sich die in der Savanne verstreuten Bergbusch-Inseln nur aus kleinwüchsigen Formen zusammen.

3.2.2. Beobachtungen zur Entwicklung der Savannen im Sandveld

Die Entwicklung der Savannen ist aus der Physiognomik der beteiligten Arten und deren Zusammenhänge mit den Standortbedingungen zu erschließen. Unter Standortbedingungen kann in den Savannen heute nicht nur die Kombination der „natürlichen“ Faktoren schlechthin verstanden werden, sondern es ist auch der wirtschaftende Mensch in die Betrachtung miteinzubeziehen. Wasser, Boden und Pflanzen stehen z.T. schon über 70 Jahre unter dem Einfluß einer zwar wirtschaftlich extensiven, ökologisch aber doch recht folgenreichen Weidewirtschaft. Die Savannen des Sandveldes verfügen über ein äußerst labiles ökologisches Gleichgewicht, das für eine permanente und an für südwestafrikanische Verhältnisse kleinflächigen Besitztümern orientierte Nutzung eine schlechte Voraussetzung darstellt. Während Schwankungen im Niederschlagsgang — bei fehlender wirtschaftlicher Nutzung — das frei umherschweifende, weidende Wild zum Weiterziehen bewegen, muß sich bei festgelegten Besitzgrenzen und an die Areale gebundenen Viehherden der wegen Regenmangels ausbleibende Graswuchs katastrophal auswirken. Wird nun durch langjährige, mehr oder weniger starke Beweidung auch die Zusammensetzung der Savannenvegetation gestört, verändert sich über das Gleichgewicht Holzgewächse/Grasgewächse auch die

¹⁴⁾ W. GIESS (in H. W. STENGEL, 1965) gibt für das „Bergland Veld“ noch andere kennzeichnende Arten an, die aber im hier beschriebenen Gebiet größtenteils nicht beobachtet wurden: Es dürften doch, trotz der geringen horizontalen und vertikalen Ausdehnung der Bergländer, aber vielleicht wegen der großen Entfernungen zwischen ihnen, pflanzengeographische Unterschiede vom zentralen Bergland um Windhoek, der Abdachung des zentralen Hochlandes nach E hin und den Bergzügen im noch weiter östlich liegenden Sandveld bestehen.

unterschiedliche Ausnutzung der Bodenfeuchte und damit der gesamte Bodenwasserhaushalt. Weitere Vegetationsänderungen, jetzt scheinbar „natürliche“, sind die Folge.

Das äußerliche Bild, das die befarmten Savannen des Sandveldes heute bieten, kann demzufolge nicht mehr als ein natürliches bezeichnet werden. Selbst die Lebensformen der Bäume und Sträucher kann man nicht mehr als völlig unbeeinflusst ansprechen, wie zahlreiche Verbißspuren an Holzgewächsen zeigen. Andererseits ist durch die inzwischen historischen fotografischen Aufnahmen von F. SEINER (1910, 1913) oder F. JAEGER (auch F. JAEGER u. L. WAIBEL, 1920, 1921)¹⁵⁾ belegt, daß zumindest an der Grundgestalt der meisten Holzgewächse sich während der Nutzung nichts geändert hat. Diese Fotos wurden in der Kalahari zu Zeiten und an Lokalitäten aufgenommen, als Südwestafrika nur punkthaft um die Küste und in den zentralen Teilen besiedelt war. Selbst die einheimischen Viehhalter, die Hereros, mieden die Savannen der Kalahari, weil weder überall Möglichkeiten zum Brunnengraben bestanden, noch die Vleys und Pfannen ganzjährig Wasser führten. So war ein ständiger Aufenthalt in der Kalahari einfach aus Trinkwassermangel nicht möglich.

Die Savannen im Sandveld und der übrigen Westlichen Kalahari werden von schirmkronigen Dornbäumen und -sträuchern beherrscht (Abb. 4). Vor allem der Hauptbaum, der Kameldorn (*Acacia giraffae*), zeigt in zahllosen Beispielen diese typische Form des Savannenbaumes. Ähnlich gestaltet sind selbst solche *Acacia*-Arten, die nie als Baumformen auftreten, wie *Acacia mellifera* ssp. *detinens*. Besonders schöne Schirmkronen sind bei der nichtdornigen *Boscia albitrunca* ausgebildet, die sowohl als Strauch wie auch als niedriger Baum auftreten kann. Die Reihe der Beispiele ließe sich weiter vermehren. Andererseits weisen die Büsche und Sträucher des Bergbuschveldes diesen „Savannencharakter“ in ihrer Wuchsform nicht auf. Ihre Kronenumrisse und ihr Gesamthabitus erinnern mehr an mitteleuropäische Laubbäume. Nur andeutungsweise (besonders, wenn von ihnen auch Baumformen möglich sind) zeigen sie den Lebensformencharakter der Savannengewächse. Da sie — im Ganzen gesehen — jedoch einen integrierenden Bestandteil der Kalahariflora darstellen, muß auch ihre Physiognomik als typisch für die Savannen im östlichen Südwestafrika angesehen werden.

Diese „natürlichen“ oder wenigstens quasi-natürlichen Wuchsformen der Savannen-Holzgewächse treten nun aber nicht in einer gleichmäßigen Mischung auf, sondern es sind Areale mit vorherrschendem Grasveld, Strauchveld oder Baumveld nebeneinander zu beobachten. Jenes kleinräumige, heute an Farmbesitzgrenzen orientierte Nebeneinander der Pflanzengesellschaften und physiognomischen Gruppen stellt, gemessen an den Ausgangsverhältnissen vor der Bewirtschaftung, bereits den Ausdruck der Wirkung jahrzehntelanger Weidewirtschaft dar. Um die Entwicklung der Savannen in der Zeit der Bewirtschaftung zu charakterisieren, ist daher ein kurzer historischer Rückblick auf Besiedlung und Wirtschaft notwendig.

¹⁵⁾ Das Fotoarchiv F. JAEGERs (mit Aufnahmen bis um 1918) befindet sich in der Bibliothek der S.W.A. Wissenschaftlichen Gesellschaft in Windhoek. Es wurde von mir mehrfach durchgesehen.

Im Sandveld liegen drei administrative Gebiete nebeneinander, die sich in ihrer Nutzungsart voneinander unterscheiden und daher für Vergleiche zur Savannenentwicklung besonders geeignet sind (Karte 1): Das Farmland (W und S), die von den Eingeborenen nur äußerst extensiv und punktuell genutzten Reservate (NE) und das Sperrgebiet an der Ostgrenze (E). Es gehört dem Staat und wird nur kurzfristig als Notweidegebiet an Farmer ausgegeben, die zum Weiden mit ihrem Vieh herantrecken. Von den drei Gebieten gleichen sich Reservat und Sperrgebiet am ehesten, weil in beiden die Vegetation noch weitgehend geschont ist. Dabei wurde von den Riviertälern und Wasserstellen abgesehen, um die überall — d.h. auch im Farmland — besonders intensive Nutzungsspuren (Bodenzerstörung, Vegetationsdegradation durch Überweidung) feststellbar sind. Durch die gleichmäßig starke und langzeitige Beweidung ist das Farmland jedoch am stärksten von der Nutzung durch den Menschen beeinflusst.

Fast das gesamte heutige Sandveld-Farmland wird seit mindestens 1925 bewirtschaftet (J. BÄHR, 1968). Einige Gebiete, vor allem um Schwarzen Nossob und Epukiro, werden bereits seit der Jahrhundertwende als Dauerweide genutzt. Die Nutzungsart hat auf die Ausbildung der Savannen, d.h. auf ihre Physiognomie und ihre Zusammensetzung, einen beträchtlichen Einfluß ausgeübt, so daß heute wohl an keiner Stelle des gesamten Südwestafrika noch von „natürlicher“ Vegetation gesprochen werden kann. Bereits F. SEINER (1913) erwähnte die „Mittel-“ und „Südkalahari“ — zur ersteren gehört auch das Sandveld — als Gebiete, in welchen die Eingeborenen zur Ausübung der Jagd Feuer legten. In einer Arbeit von 1911 gibt er den durch Brände geschädigten Baum-, Busch- und Strauchbestand für die Omaheke, das sind die Sandgebiete der mittleren Kalahari in Südwestafrika, sogar mit 70% an! F. SEINER führt Wuchsstörungen der Savannengewächse auf Verletzungen durch Feuer zurück. Auch die Reservate im Nordosten, die z.T. nur von den als Jäger und Sammler lebenden Buschleuten bewohnt wurden und noch heute bewohnt werden, haben durch deren einfache Wirtschaftsweisen Vegetationsänderungen erfahren. Das Legen von Veldbränden wurde aber nicht nur von den Buschleuten ausgeübt, sondern auch von den Farmern. Die von H. WALTER (1954, 1961, 1963, 1964, 1967)¹⁶⁾, C. TROLL (1953) und anderen bereits mehrfach dargelegte Problematik der Savannenentwicklung und -physiognomie („Savannenproblem“) soll hier nicht noch einmal aufgerollt werden. Aus diesen erwähnten Arbeiten geht jedoch ebenfalls hervor, daß die Nutzung der Savanne auf deren Ausbildung einen beträchtlichen Einfluß besitzt. Dazu sollen weitere Beobachtungen, unter regionalen Gesichtspunkten, beigeleitet werden.

Für das Sandveld wäre als Hauptnutzungsart die Viehhaltung hervorzuheben. Sie wurde in den ersten Jahrzehnten der Besiedlung bis nach dem Zweiten Weltkrieg in freier Form betrieben — vielfach waren die Farmen damals noch nicht einmal mit einem Außenzaun versehen. Boden- und Vegetationsschädigungen um die Wasserstellen und Riviere waren die Folge. Diese Art der extensiven Nutzung hat wahrscheinlich sehr viel zur Gestaltung der Savannen des Sandveldes beigetragen. Mit der verbesserten Wassererschließung durch Bohrungen wurde dann auch „flächendeckend“ gewirtschaftet, wobei die herkömmliche, extensive Veld-

¹⁶⁾ Dort auch weitere Literatur, z.T. von H. WALTER selbst.

ausnutzung weiterhin unsystematisch und damit landschaftsschädigend erfolgte. Erst in den sechziger Jahren begann die Farmerschaft zur geregelten Umtriebsweide überzugehen, die eine gleichmäßigere, wirtschaftlichere, aber gleichzeitig auch schonendere Nutzung des Veldes erlaubt. Die Weideveldschäden, die sich aber durch die langzeitige ungleichmäßige Beweidung und damit indirekte (jedoch auch direkte!)¹⁷⁾ Überstockung auf fast allen Farmen eingestellt hatten, vor allem in Form der Verbuschung mit *Acacia*-Arten und des Ablösens der mehrjährigen, weidegünstigen Gräser durch das einjährige „Sauergras“-Veld, müssen vielerorts als irreversibel angesehen werden.¹⁸⁾

Auffällig ist im gesamten Sandveld und im übrigen, vor 1950 ausgegebenen Altfarmland, daß sich die Pflanzengesellschaften an den Farmgrenzen orientieren. Diese anthropogen ausgerichteten pflanzengeographischen Grenzen beziehen sich sowohl auf die Physiognomie der Gewächse wie auch auf die Beteiligung der Arten. Selbst die erst vor einigen Jahren gesetzten „Kampzäune“, die Binnenzäune zur Unterteilung des Farmlandes zum Zweck der Umtriebsweide auf kleineren, intensiv auszuweidenden Arealen, haben bereits solche deutlich wahrnehmbaren Unterschiede im Pflanzenkleid bewirkt. Besonders die scharfe Beweidung hatte im Zusammenhang mit den in der Kalahari als normal anzusehenden häufigen Dürrezeiten zur Folge, daß es zu einer Ausbreitung der Holzgewächse zugunsten des Grasfeldes kam. Ein für diese Landschaften ursprünglich anzunehmendes ausgewogenes Verhältnis zwischen Gras-, Busch- und Baumveld besteht heute nicht mehr. Die Angabe vieler Farmer, daß seit Übernahme der Farm der „Busch“, d.h. das Baum- und Strauchveld, sich ausgebreitet hat, gibt einen Hinweis auf diesen Zusammenhang zwischen Physiognomik der Savannen und der Nutzung.

Neben der Beweidung müssen aber noch weitere Faktoren angeführt werden, die in Vergangenheit und Gegenwart das Bild der Savanne bestimmten oder noch bestimmen. Zunächst ist der Niederschlag zu erwähnen, dessen allgemeine ökologische Bedeutung an anderer Stelle bereits gewürdigt wurde (H. LESER, 1971 a). Darüber hinaus kann er aber auch zu direkten Gestaltänderungen der Savannengewächse führen. Ein Teil der *Acacia*-Arten, besonders die an das Grundwasser gebundene *Acacia karroo*, sterben bei langjährigem Niederschlagsmangel (zu geringe Summen bzw. ökologisch ungünstige Verteilung der Summen) ab. Außerdem konnte bei *Terminalia sericea* auf den Sandflächen im E beobachtet werden, daß durch Trockenis der gesamte Strauch absterben kann (— bei Baumexemplaren der gleichen Art war es jedoch nicht zu beobachten —), so daß bei Neuausschlag des Stockes eine ganz eigenartige Lebensform entsteht, die für viele Landschaften der Kalahari typisch ist (Abb. 3 und 4). Die gleiche Lebensform kann aber auch zustandekommen, wenn die jungen Trie-

¹⁷⁾ Die Überstockung, die aus Gründen der schnellen Gewinnerzielung vorgenommen wird, stellen die meisten Farmer in Abrede. Auch das von der Administration ausgeübte Kontrollrecht über den Viehstock bietet keine Garantie für das tatsächliche Einhalten des vorgeschriebenen Bestockungsverhältnisses (Kalahari: 1:8 bis 1:10 Großvieheinheiten pro Hektar). — Zur Weidewirtschaft im südlichen Afrika siehe B. ANDREAE (1966) und direkt zum oben angeschnittenen Problem H. LESER (1971, b).

¹⁸⁾ Erst jahrzehntelange geregelte Weide mit Schonung des Veldes, Grasaussaat etc. dürfte ein Annähern an den ursprünglichen Zustand erreichen lassen.

be durch Frost absterben und der Stock von unten her ebenfalls wieder ausschlägt. Geländebedingte Kaltluftansammlungen müssen als eine Ursache für diese Wuchsform angesehen werden, die weite Areale um Epukiro und Chapman-Rivier beherrscht. Erst mit dem weiteren Wachstum kann sich die Gestalt wieder ändern. Sobald eine Höhe von 3 m erreicht wird, liegt fast immer schon Baumgestalt vor, die sich durch die typische Etagenkrone auszeichnet. Dann scheinen die erwähnten hygrischen und thermischen Einflüsse der *Terminalia sericea* nichts mehr auszumachen.

Das Brennen des Veldes ist heute, wegen der dabei angerichteten Schäden aller Art und des sehr umstrittenen ökologischen Erfolges, in Südwestafrika nicht mehr erlaubt.¹⁹⁾ Spuren früherer Brände können heute noch in der gesamten Kalahari beobachtet werden. Seitdem das Brandlegen verboten ist, zeigt sich außerdem, daß in der Natur das vielzitierte „Selbstentzünden“ oder „Entzünden durch Blitzschlag“ nur selten vorkommt. — Bei den Veldbränden glaubte man vor allem die Holzgewächse zu vernichten. Sie treten aber unvermindert — meist stärker als zuvor — wieder auf. Anders bei den Gräsern: Das Grasveld wird beim Brennen nicht nur vernichtet, sondern die Degradation, das Ausbreiten der einjährigen Gräser zugunsten der mehrjährigen und ein Ersetzen des Grasfeldes durch Holzgewächse, schreitet fort. Das Fehlen der Brände wird von den Farmern aber als Ursache für die „Verhuschung“ angesehen, obwohl H. WALTER bereits vor Jahrzehnten den Zusammenhang zwischen Nutzung, Bodenfeuchtehaushalt und Verteilung von Gras- und Baumveld nachgewiesen hat. — Die heutige Verbreitung der Baum-, Strauch- und Grasveldanteile zeigt deutlich eine enge Bindung an vorhergegangene Brände. Die Teile des Sandveldes, in denen lange keine Brände mehr über die Savanne gegangen sind, weisen ein gemischtes Baum- und Strauchveld mit leichtem Vorherrschen der Bäume auf, wobei lokal — je nach Beweidungsintensität und damit korrespondierenden Dürrezeiten — der Strauchanteil dominieren kann. Dort, wo erst jüngst Buschfeuer auftraten, etwa auf verschiedenen Farmen östlich und nordöstlich von Gobabis, findet sich auf dem gebrannten Land eine fast reine Grassavanne, die nur mit wenigen Büschen — meist den nichtdornigen *Grewia*-Arten und *Tarchonanthus camphoratus* — durchsetzt ist. Gleichzeitig geben zahlreiche verbrannte Baumruinen von *Acacia giraffae* den Hinweis darauf, daß ursprünglich eine Baum- oder Baum-/Strauchsavanne der üblichen Zusammensetzung und im bekannten Habitus vorgelegen haben muß.

Das Rietfontein-Gebiet östlich des Sandveld-Farmlandes ist durch einen Zaun vom ständig genutzten Land abgetrennt. Es wird von der Administration zeitweise als Notweide ausgegeben. Obwohl auch in diesem Sperrgebiet Zauneinteil-

¹⁹⁾ Die Asche der Veldbrände besitzt kaum Düngewert. — Die vom Feuer zerstörten Grasbulten haben eine wichtige ökologische Funktion: Sie schützen die jungen Triebe vor starker Verdunstung und vor Viehverbiß. Daß scheinbar das Gras nach Veldbränden „früher“ herauskam, ist nur dem Umstand zu verdanken, daß man es infolge Fehlens der Altgrasbulten sehen kann. Da die jungen Triebe vom Vieh bevorzugt gefressen werden, ergibt sich eine doppelte farmwirtschaftliche Schädigung: Einmal wird das Gras vor dem vollständigen Auswachsen gefressen, so daß eine geringere Menge Pflanzenmasse zur Verfügung steht, zum anderen erfolgt durch das frühe Abweiden, das Zertrampeln der Grasbulten durch das Vieh und das Abbrennen des toten Grases aus der vergangenen Regenzeit eine langfristige Schädigung des Weidefeldes mit der Folge der Degradation.

lungen vorhanden sind, war kein Hinweis auf eine Anordnung der Pflanzengesellschaften nach den Weidearealgrenzen festzustellen. Die schwache, mit kontrollierten Viehstöcken durchgeführte Beweidung und die zwischenzeitlich lange Schonung des Veldes sowie die Lage in einem relativ niederschlagsreichen Gelbsandareal scheinen die Entwicklung eines einheitlich gestalteten Busch- und Strauchveldes zu begünstigen. Allerdings kommt hinzu, daß diese Gebiete in den vergangenen Jahrzehnten lange Zeit gleichmäßig gebrannt wurden und daß heute jenes dort zu beobachtende Strauchveld vielleicht nur ein Stadium auf dem Weg zur Baumsavanne ist. In edaphisch und klimatisch ähnlichen Räumen weiter im W, d.h. im befarmten Sandveld östlich und nordöstlich vom Schwarzen Nossob, findet sich nämlich gemischtes Baum- und Strauchveld. — Bei weiterem ungestörten Wachstum der Holzgewächse dürfte durch die gegenseitige Konkurrenz ein beträchtlicher Teil absterben, so daß der Weg zur Entwicklung von Baumexemplaren und damit zur Baumsavanne frei ist.²⁰⁾ Aus diesen Beobachtungen läßt sich eine Sukzession vom Grasveld nach dem Brand, über Grasveld mit Büschen (z.B. *Tarchonanthus camphoratus*), zum Strauch- und Buschveld mit Gras (*Terminalia sericea*-*Acacia giraffae*-Strauchveld) erklären, aus welchem durch Konkurrenzdruck der Holzgewächse untereinander und gegenüber dem Gras die *Acacia giraffae*-*Terminalia sericea*-Savanne entsteht. In dieser Pflanzengesellschaft und Savannenformation wirkt nun der Mensch mit seiner Weidewirtschaft²¹⁾, die vor allem das Grasveld in Mitleidenschaft zieht, was insgesamt und auf lange Sicht zu einer ökologischen Begünstigung der Holzgewächse führt.

In nur bescheidenem Umfang werden im Sandveld Rodungen durchgeführt, um Areale zur Beackerung oder zum Heuschneiden vorzubereiten.²²⁾ Diese Rodeflächen belegen aber ebenfalls das oben dargelegte Beispiel, daß nämlich nach Rodung der Holzgewächse zuerst das Gras wiederkommt. Wird nicht geackert und nur Gras geschnitten, stellt sich bereits nach einigen Jahren wieder der Busch ein, weil die jungen Schößlinge der Holzgewächse nicht permanent zerstört werden, wie es beim Pflügen und Eggen der Fall ist. Doch auch auf den Äckern kann gelegentlich der „Busch“ wiederauftreten. Selbst das Ausroden der größeren Wurzelstöcke führt nicht immer zu einem dauernden Zurückbleiben des Strauch- und Baumveldes. Das Wiederbestocken der Savanne mit Holzgewächsen scheint also — zumindest in der Westlichen Kalahari — unabänderlich zu sein. Andererseits ist daraus gleichzeitig der Schluß zu ziehen, daß in Gebieten, in denen Holz-

20) Ausgeschlossen aus der Betrachtung bleibt das Problem, inwieweit sich beim Vorherrschen von *Terminalia sericea* in den Pflanzengesellschaften eines Gebietes eine echte Baumsavanne entwickelt, da die Art im gesamten NE Südwesafrikas nur als z.T. hochwüchsiger Strauch oder Baumstrauch verbreitet ist. Bäume mit deutlich getrenntem Stamm- und Kronenteil, wie sie *Terminalia sericea* im Auob- und Nossobgebiet bildet, konnten nicht beobachtet werden. Sollten diese eben erwähnten Baumformen aber Ausdruck des mangelnden Konkurrenzdruckes sein, dann gilt die Sukzessions-Hypothese auch für das Gelbsandgebiet mit seinen *Terminalia sericea*-Savannen im Sandveld.

21) Die Weidewirtschaft wurde, zusammen mit ihren ökologischen Grundlagen, für Südwestafrika ausführlich behandelt in H. WALTER u. O. H. VOLK (1954) und für die Westliche Kalahari von H. LESER (1971, a).

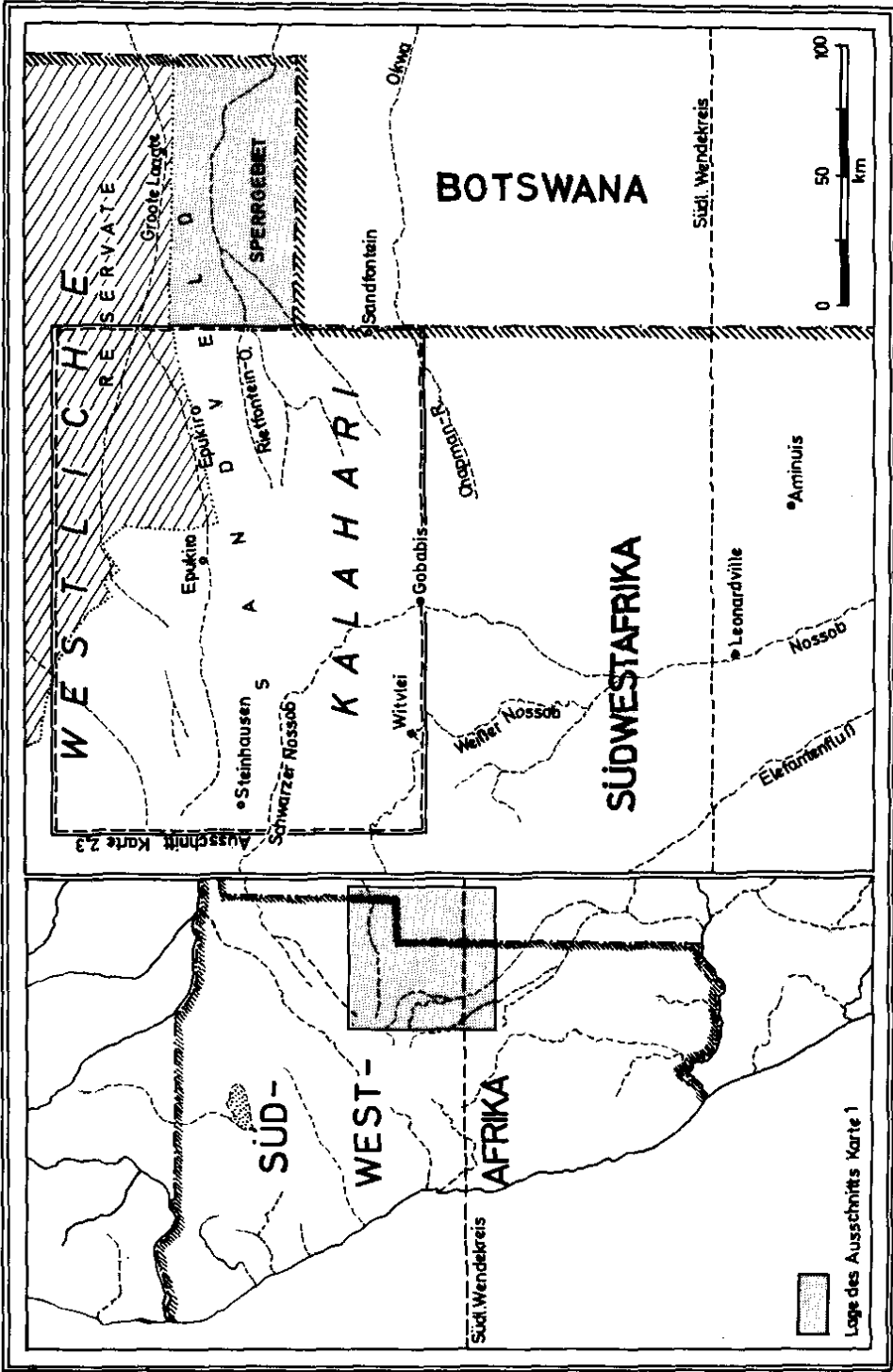
22) Beispielsweise sind auf 45 befragten Sandveldfarmen mit insgesamt rund 307 454 ha nur 3 973 ha gerodet, d.h. ca. 1,26%.

gewächse eo ipso vorkommen oder grundsätzlich ihre Lebensbedingungen finden, die Savannen immer gemischt, d.h. nicht baumfrei, waren. Der Baum- und Strauchwuchs in den Savannen der Kalahari muß als Faktum hingenommen werden, auf das sich die Weidewirtschaft positiv einzustellen hat. Dies würde zur Konsequenz haben, daß auch großangelegte Versuche zur Bekämpfung des „Busches“ zu keinem dauerhaften Erfolg führen werden; von ihrem ökonomischen Unwert wird dabei einmal ganz abgesehen. Die ökologischen Bedingungen seit der letzten entscheidenden Klimaänderung im Pleistozän oder an seinem Ausgang zum Holozän ermöglichten das Aufkommen einer „gemischten“ Savanne, die sich anscheinend noch in Ausbreitung befindet, wie es O. H. VOLK für bestimmte ihrer Arten postuliert hat (1965/66). Da sich seitdem weder die hygrischen noch die edaphischen Verhältnisse einschneidend geändert haben, muß das Vorkommen von gemischten Savannen in der Kalahari insgesamt als „natürlich“ bezeichnet werden. Nicht übersehen darf man aber auch in diesem Rahmen die anthropogenen Einflüsse auf Landschaftshaushalt und -entwicklung, die im kleinen Maßstab und für den Augenblickszustand die Zusammensetzung und Physiognomie der Savannen wesentlich bestimmen. Insofern ist auch das heutige Bild der kalaharischen Savannen nur als ein Übergangsstadium von der anthropogen veränderten zur (wieder) gemischten „quasi-natürlichen“ Savanne zu betrachten, deren Einzelelemente zwar befristet oder teilweise durch andere ersetzt werden, ohne daß sich aber am ökologischen und physiognomischen Grundmuster entscheidende Änderungen vollziehen. Der Beweis für die Behauptung, daß es sich bei den gegenwärtigen Pflanzengesellschaften der Kalahari — trotz aller einschneidenden Eingriffe in den Landschaftshaushalt — um absolute Sekundärgesellschaften handelt, müßte allerdings noch erbracht werden.

LITERATUR

- ANDREAE, B.: Weidewirtschaft im südlichen Afrika. Standorts- und evolutionstheoretische Studien zur Agrargeographie und Agrarökonomie der Tropen und Subtropen. — = Erdkd. Wiss., H. 15 (1966), 49 S.
- BÄHR, J.: Kulturgeographische Wandlungen in der Farmzone Südwestafrikas. — = Bonner Geogr. Abh., H. 40 (1968), 137 S. + 76 S. Anhang
- GANSSEN, R.: Südwestafrika. Böden und Bodenkultur. Versuch einer Klimapedologie der Trockengebiete. — Berlin 1963, 160 S.
- GIESS, W.: Eine vorläufige Vegetationskarte von Südwestafrika. = Dinteria, 4 (1971), 144 S.
- JAEGER, F. u. L. WAIBEL: Beiträge zur Landeskunde von Südwestafrika. — = Mitt. a.d. Dt. Schutzgeb., Erg. H. 14, 1920, u. Erg. H. 15, 1921, 80 u. 138 S.
- LEISTNER, O. A.: The Plant Ecology of the Southern Kalahari. — = Bot. Surv. South Afr., Mem. No. 38, 1967, 172 S.
- LESER, H.: Die Westliche Kalahari um Auob und Nossob (Östliches Südwestafrika). Eine länderkundliche Skizze. — In: Tübinger Geogr. Studien, H. 34 (= Sonderband 3, Beiträge z. Geogr. d. Tropen u. Subtropen; Festschrift für H. Wilhelmy), Tübingen 1970, S. 113-131 (a)
- LESER, H.: Neuere Arbeitsweisen der Physischen Geographie: Ihre Bedeutung für die Erforschung und Entwicklung afrikanischer Länder, erläutert am Beispiel Südwestafrikas. In: Journ. S.W.A. Sc. Soc., Bd. XXIV (1969/70), Windhoek 1970, S. 45-58 (b)

- LESER, H.: Landschaftsökologische Studien im Kalaharisandgebiet um Auob und Nossob (östliches Südwestafrika). — = Erdwissenschaftl. Forschung, Bd. III, Wiesbaden 1971, 243 S. (a)
- LESER, H.: Landschaftsökologische Grundlagenforschung in Trockengebieten. Dargestellt an Beispielen aus der Kalahari und ihren Randlandschaften. — In: Erdkunde, **XXV** (1971), S. 209-223 (b)
- MARTIN, H.: Geologiese Kaart van Suidwes-Afrika/Geological Map of South West Africa. Met delfstofvoorkomste en gravitasiekontoere (Bourgueranomalie). 1963. 1 : 1 000 000. Pretoria 1964
- SCHOLZ, H.: Die Böden der feuchten Savanne Südwestafrikas. — In: Ztschr. Pflanzenern., Düngg., Bodenkd., **120** (1968), S. 208-221
- SEINER, F.: Trockensteppen der Kalahari. — = Vegetationsbilder, 8. Rh., H. 1, Jena 1910, Tafel 1-6
- SEINER, F.: Pflanzengeographische Beobachtungen in der Mittel-Kalahari. — = Englers Bot. Jahrbücher, Bd. 46 (1911), S. 1-50
- SEINER, F.: Die Omaheke. Reisebericht. — In: Mitt. Dt. Schutzgeb., Bd. 24 (1911), S. 336-341
- SEINER, F.: Ergebnisse einer Bereisung der Omaheke in den Jahren 1910 bis 1912. — In: Mitt. Dt. Schutzgeb., Bd. 26 (1913), S. 225-316
- STENGEL, H. W.: Der Schwarze Nossob. Eine wasserwirtschaftliche Studie über die Entwicklung eines Flußgebietes in Südwestafrika in Vergangenheit und Zukunft. Mit Beiträgen von W. Giess und T. S. Kok. — = Wiss. Forsch. in Südwestafrika, 4. Folge, Windhoek 1965, 60 S.
- TROLL, C.: Savanntypen und das Problem der Primärsavannen. In: Proc. 7 Intern. Bot. Congr., Stockholm 1950, Uppsala 1953, S. 670-675
- VOLK, O. H.: Die Florengebiere von Südwestafrika. — In: Journ. S.W.A. Sc. Soc., **XX** (1965/66), S. 25-58
- WALTER, H.: Die Verbuschung, eine Erscheinung der subtropischen Savannengebiete, und ihre ökologischen Ursachen. In: Vegetatio, **V/VI** Den Haag (1954), S. 6-10
- WALTER, H.: Die Bedeutung des Großwilds für die Ausbildung der Pflanzendecke. — In: Stuttg. Beitr. z. Naturkde., Nr. 69 (1961), 6 S.
- WALTER, H.: Pflanzendecke und Wasser, insbesondere das Savannenproblem und die Verbuschungsgefahr. — In: Wasserwirtschaft in Afrika, hrsg. v. E. Ackermann, Köln 1963, S. 144-150
- WALTER, H.: Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. I: Die tropischen und subtropischen Zonen. — Stuttgart 1964, 592 S.
- WALTER, H. u. O. H. VOLK: Grundlagen der Weidewirtschaft in Südwestafrika. Stuttanica, Tom. 6 (1967), S. 113-119
- WALTER, H. u. O. H. VOLK: Grundlagen der Weidewirtschaft in Südwestafrika. Stuttgart 1954, 281 S.



25 **Karte 1:** Das Sandveld in der Westlichen Kalahari (SWA) : Topographische Verhältnisse und Lage des Untersuchungsgebietes.



Karte 2

Zu Karte 2: Sandveld (Westliche Kalahari, Südwestafrika): Morphographische Verhältnisse und Substratverteilung an der Erdoberfläche.



Westgrenze der Verbreitung der Kalahari Beds mit über 150 ft. Mächtigkeit (nach H. MARTIN, 1964).



Riviere; Ohne weitere Kennzeichnungen: Omurambaprofil.



Riviere; Talwanne, meist Muldenprofil, das z.T. durch niedrige Terrassen gegliedert wird.



Riviere; Tal wird durch höhere Akkumulations- und Fels terrassen unterschiedlichen Alters und verschiedener Höhen begrenzt.



Bergkuppe in Flächen.



Geländeschwellen aus Anstehendem, das lokal auch geringmächtige Sanddecken trägt.



Schildförmiger, markanter Höhenzug.



Kammförmiger, markanter Höhenzug.



Rumpf mit Gesteinsschuttedecke und lokal verbreiteten geringmächtigen Sanddecken.



Ungefähre Verbreitungsgrenze der Hauptsandareale.



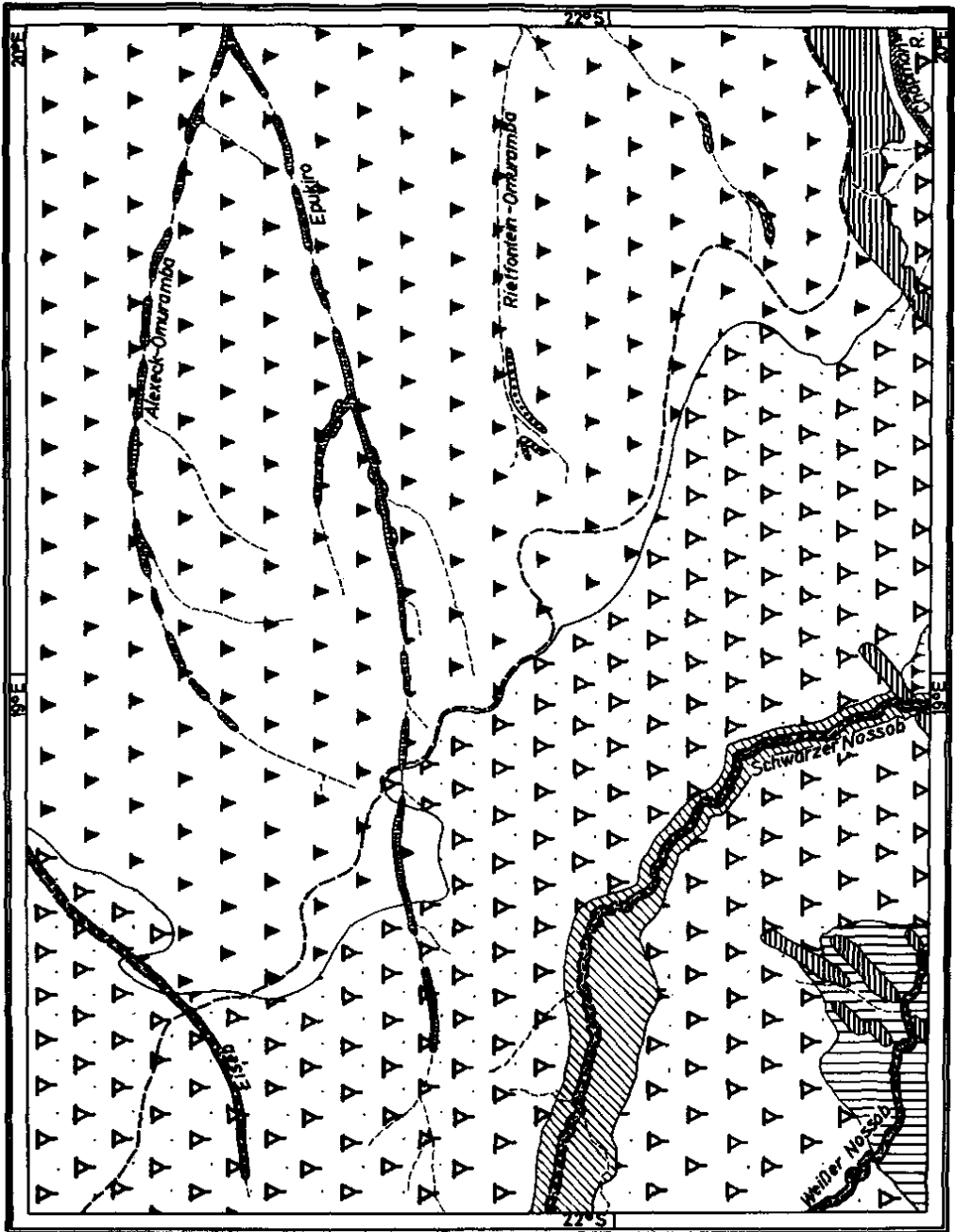
Wellige rote Quarzsandflächen.



Wellige gelbe bis braune Quarzsandflächen.



Entwurf und Zeichnung:
H.L.leser



Karte 3

Zu Karte 3: Sandveld (Westliche Kalahari, Südwesafrika): Vegetation.



Ungefähre gegenwärtige Grenze zwischen Baumsavanne und Strauch- und Buschveld.

A: Uferwaldgesellschaften (Grundwasserernahe Lockersedimentstandorte)



Acacia karroo-Ziziphus mucronata — Uferwald. Am Außensaum häufig mit *Acacia nebrownii*.



Reste des *Acacia karroo*-Uferwaldes oder Einzelrezelexemplare von *Acacia karroo*.



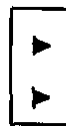
Acacia giraffae-Acacia karroo-Ziziphus mucronata-Terminalia sericea-Uferwald.



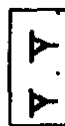
Lichter *Ziziphus mucronata*-Uferbuschwald.

Wo den Tälern eine besondere Vegetationssignatur fehlt, werden Hänge und Talsohlen von der umgebenden „Hochflächen“-Vegetation eingenommen.

B: Acacia- und Terminalia-Savannen (Sandgebiete i. w. S.)



Strauch- und Baumveld der *Terminalia sericea-Acacia giraffae-Grewia flava*-Gesellschaft.



Baum- und Strauchveld der *Acacia giraffae-Terminalia sericea-Grewia flava-Tarchonanthus camphoratus*-Gesellschaft.



Baum- und Strauchveld der *Acacia giraffae-Acacia mellifera ssp. detimens-Boscia albitrunca*-Gesellschaft.



Baum- und Strauchveld der *Acacia giraffae-Commiphora pyracanthoides-Acacia mellifera ssp. detimens-Albizia anthelmintica*-Gesellschaft. Auf Sandhügeln um die Quarzithöhenzüge verbreitet. Zusammensetzung oft rasch wechselnd.



C: *Catophractes alexandri*-Busch (Harte Rivierränder und Talrandhöhen)



Buschveld der *Catophractes alexandri-Acacia mellifera ssp. detimens*-Gesellschaft (mit zahlreichen anderen Arten). Weitgehend identisch mit der *Acacia nebrownii-Acacia mellifera ssp. detimens*-Gesellschaft der Buschformationen der niedrigen Terrassenflächen, Riedel, Schiefen Ebenen und Pfannenrändern des Auob- und Nossobgebietes südlich vom Sandveld.



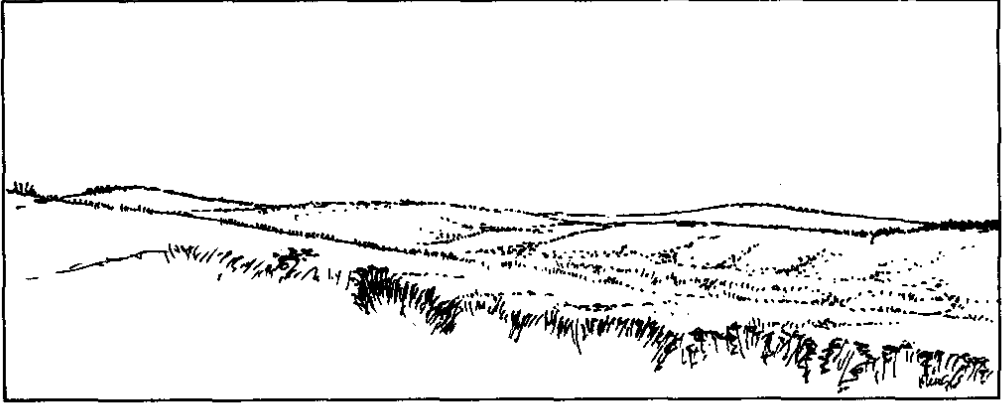
D: Ganzrandblattbusch-Gesellschaften des Bergveldes (Quarzithöhen i. w. S.)



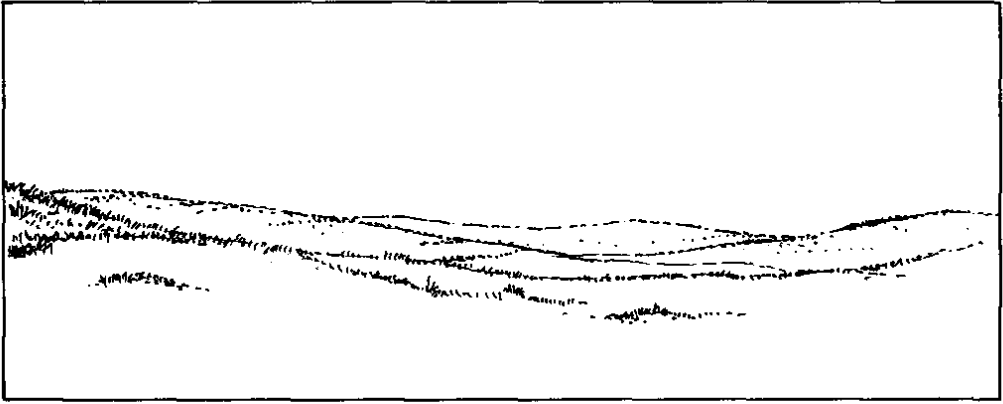
Busch- und Strauchveld der *Lonchocarpus nelsii-Combretum apiculatum-Albizia anthelmintica-Commiphora pyracanthoides-Catophractes alexandri*-Gesellschaft.



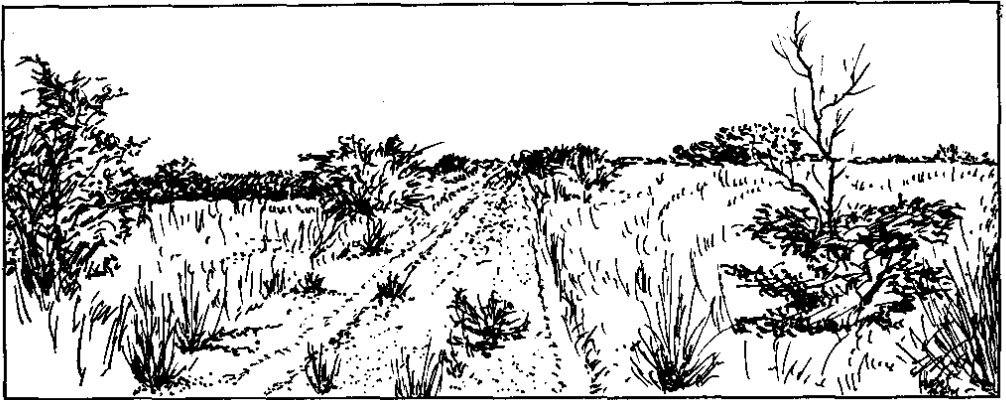
Entwurf und Zeichnung:
H. Leser



1



2



3

Abb. 1: Blick vom Unterhang der südlichen Talrandbegrenzung über das Rietfontein-Omuramba und seine Nebentäler nach W und NW. Labora, 23.03.1971, 10.30 Uhr. (Zeichnung nach Originalskizze)

Vordergrund: *Terminalia sericea*-Buschveld des südlichen Talhangs. Dahinter das Grasveld der Talsohlenmulde und am Gegenhang wieder das *Terminalia*-Buschveld. Am Horizont (rechts): *Acacia giraffae*-Buschveld der Randhöhen. — Im Hintergrund: Flache Höhenrücken mit Sanddecken über Quarzit. Die Höhen sind durch die trockenen Talmulden der Rietfontein-Omurambatributäre gegliedert. Sie tragen den *Terminalia*-Busch oder das Bergbuschveld.

Abb. 2: Blick das Rietfontein-Omuramba aufwärts gegen die Höhenzüge und Ränder des Rietfontein-Tales im SW. Labora, 23.03.1971, 11.45 Uhr. (Zeichnung nach Originalskizze)

Vordergrund: Mulde der Talsohle mit einigen *Acacia hebeclada*-Gruppen und anderen, einzeln vorkommenden Strauch- und Buschgruppen. Ansonsten ist die Talsohle mit Grasveld bedeckt. Talhang links: Bergbuschveld, Talhang rechts: *Terminalia sericea*-Buschveld. Die Höhenzüge im Mittelgrund und um den Horizont tragen in erster Linie Bergbuschveld.

Abb. 3: Blick auf die Nordflanke des Rietfontein-Omurambatales nach N. Labora, 23.03.1971, 08.35 Uhr. (Zeichnung nach Foto)

Der Talhang steigt mit wenigen Grad Neigung nach N an. In der Bildmitte befindet sich eine Fahrspur im tiefen Quarzsand, der rechts und links dieser Pad mit einem lichten, hohen Grasveld bedeckt ist. Zahlreiche Exemplare von *Terminalia sericea* durchsetzen das Grasveld (vorn links und rechts, letztere ein durch Trocknis geschädigtes Exemplar). Der Busch im Hintergrund besteht aus verschiedenen Arten, u.a. auch aus den schirmkronigen *Acaciae*. In der perspektivischen Verkürzung erscheint der Busch am Horizont dichter als im Vordergrund.

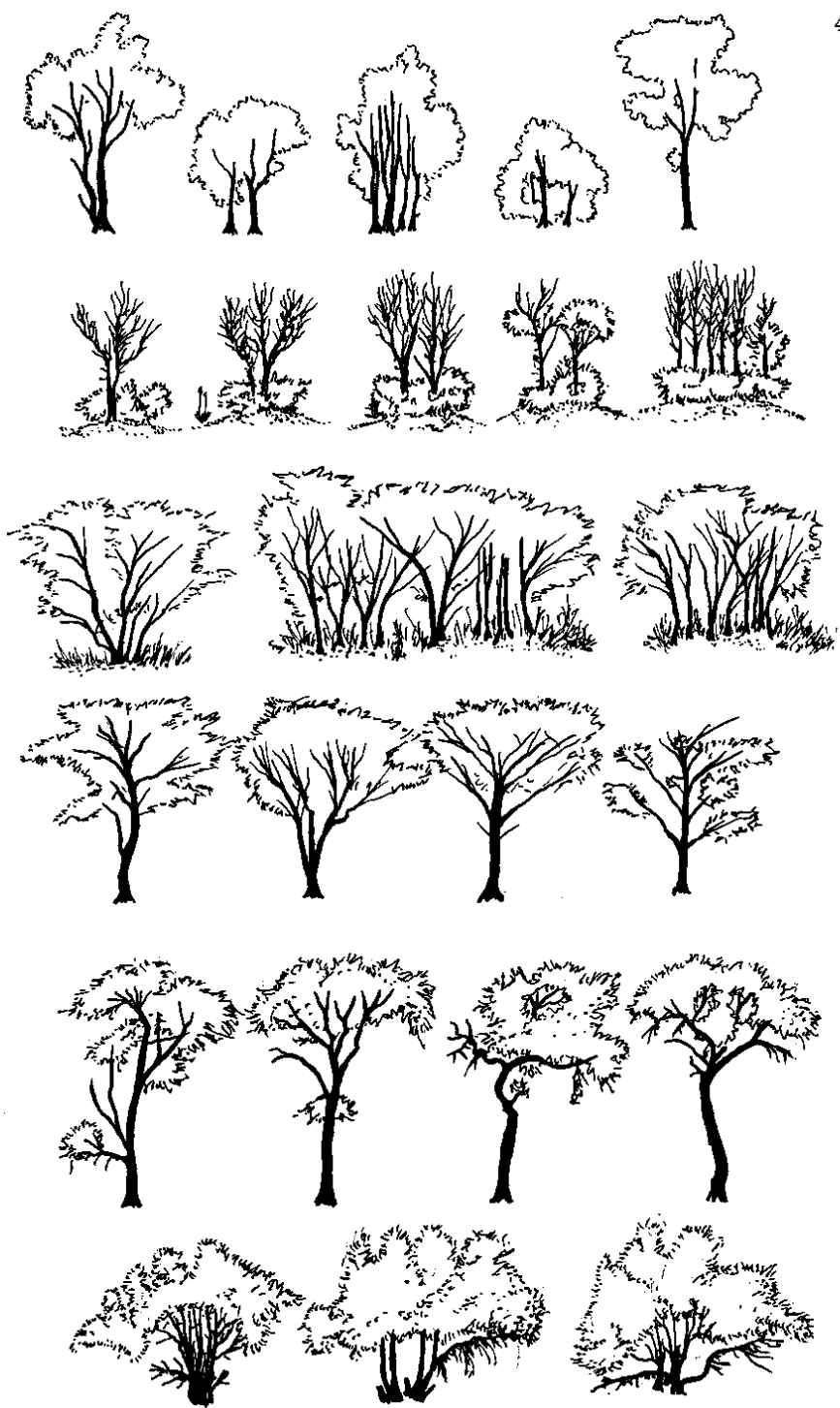


Abb. 4: Lebensformen der Bäume und Baumsträucher des Sandveldes in der Westlichen Kalahari. (Zeichnungen nach Originalskizzen)

1. Reihe: *Lonchocarpus nelsii*-Baumsträucher, 3—5 m Höhe; Yvonne/Chapman-Rivier, 29.01.1968. Standort: Sandflächen der Höhenzüge.

2. Reihe: *Terminalia sericea*-Sträucher, 2—3 m Höhe; Molly/Chapman-Rivier, 27.01.1968. Standort: Sandflächen der Rivierrandflächen.

3. Reihe: *Terminalia sericea*-Baumsträucher, 3—5 m Höhe; Epukiro/Epukiro-Rivier, 20.03.1971. Standort: Sandflächen der Hochflächen.

4. Reihe: *Terminalia sericea*-Bäume, 4—6 m Höhe; Epukiro/Epukiro-Rivier, 31.07.1970. Standort: Sandflächen der Hochflächen.

5. Reihe: *Acacia giraffae*-Bäume, 12—14 m Höhe; Molly/Chapman-Rivier, 30.01.1968. Standort: Sandflächen um das Rivier.

6. Reihe: *Ziziphus mucronata*-Baumsträucher, 3—5 m Höhe; Molly/Chapman-Rivier, 30.01.1968. Standort: Riviersedimente des Uferrandes.

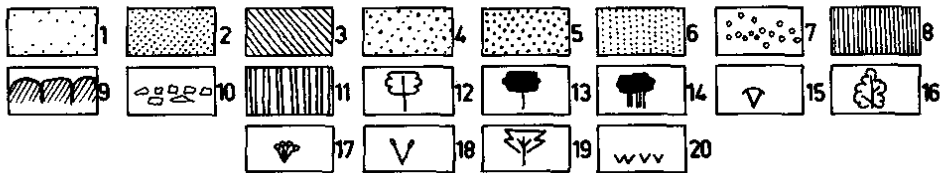
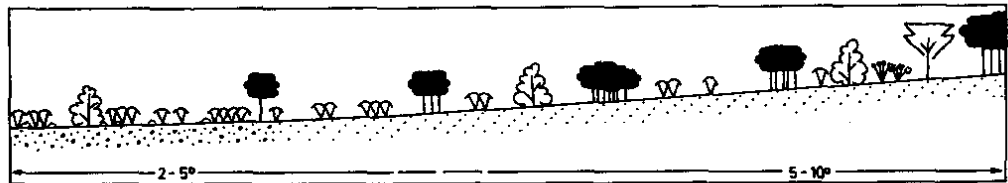
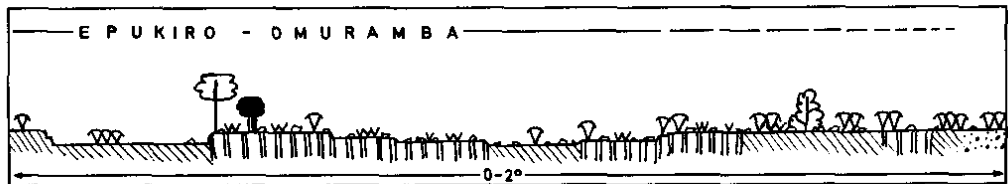
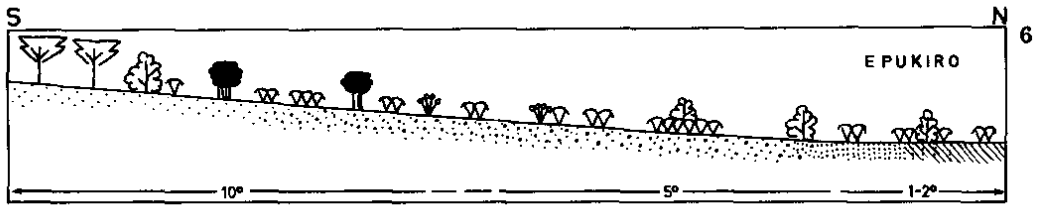
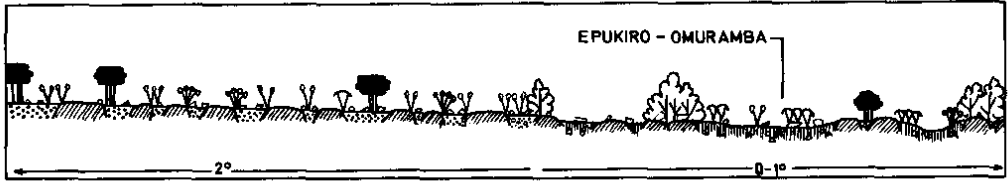
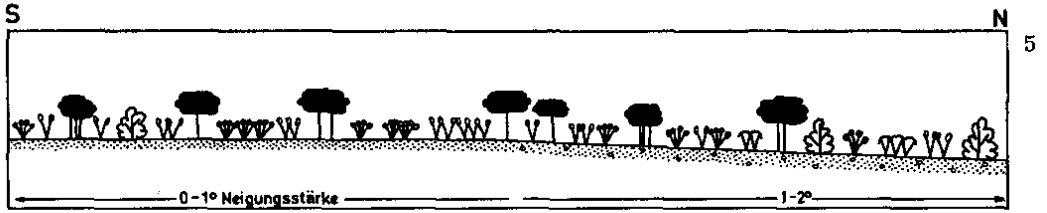


Abb. 5: Süd-Nordprofil durch das Epukiro-Omuramba im Raum Dalmuta-Combumbi (Die Profile schließen aneinander an) 25.03.1971.

Abb. 6: Süd-Nordprofil durch das Epukirotal westlich der Missionsstation Epukiro (Die Profile schließen aneinander an) 18.03.1971.

1: Gelbroter oder gelber Quarzsand; **2:** Rostroter Grob- und Mittelsand; **3:** Mischsubstrat aus Sand, Lehm, Ton, Kalk; **4:** Graubrauner Quarzsand mit Kalk; **5:** Dunkler, braunroter Quarzsand; **6:** Grauer, sandiger Lehm; **7:** Quarzkies und -gerölle; **8:** Grauer bis schwarzer Sand, Lehm, Ton; **9:** Kalkkrusten oder anstehendes Kalaharikalkkonglomerat; **10:** Kalkschutt oder Kalkscherbengrus; **11:** Weicher Röhrenkalk des Talbodens; **12:** *Acacia karroo*; **13:** *Acacia giraffae*; **14:** Typische Gruppe von *Acacia giraffae*-Jungexemplaren; **15:** *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*; **16:** *Ziziphus mucronata*; **17:** *Grewia flava*; **18:** *Tarchonanthus camphoratus*; **19:** *Terminalia sericea*; **20:** Kleinbuschveld verschiedener Arten.

S

N

7

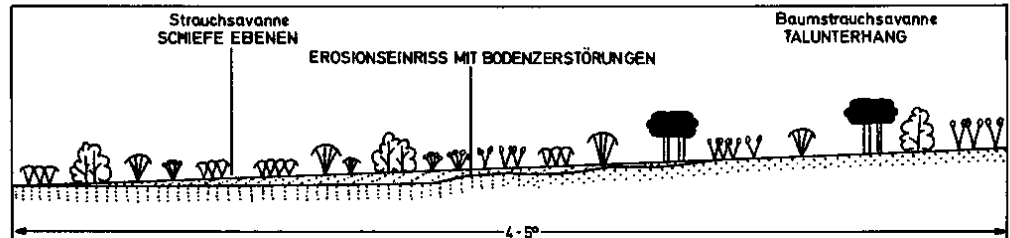
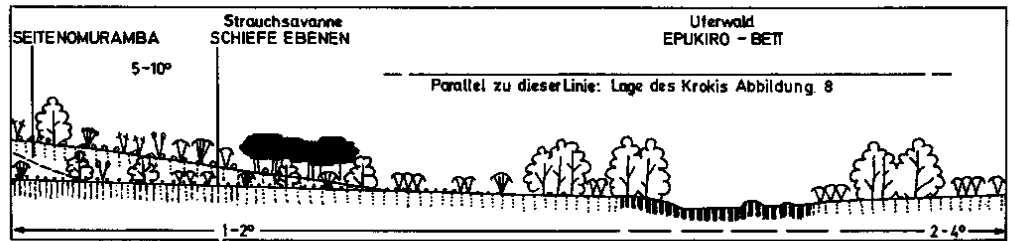
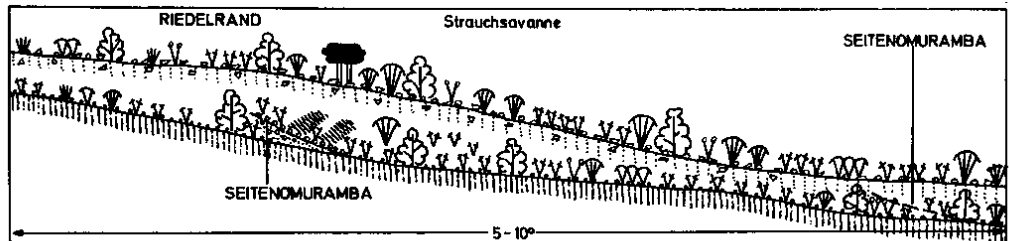
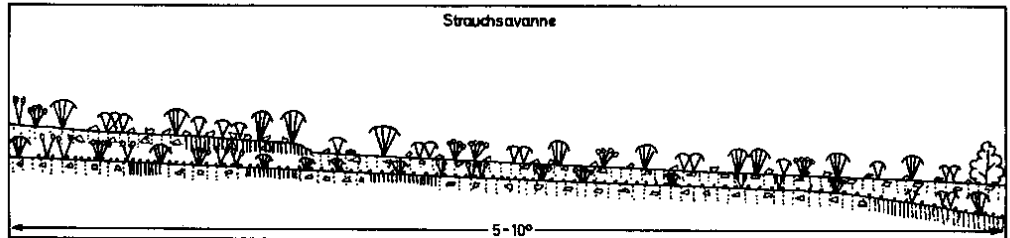
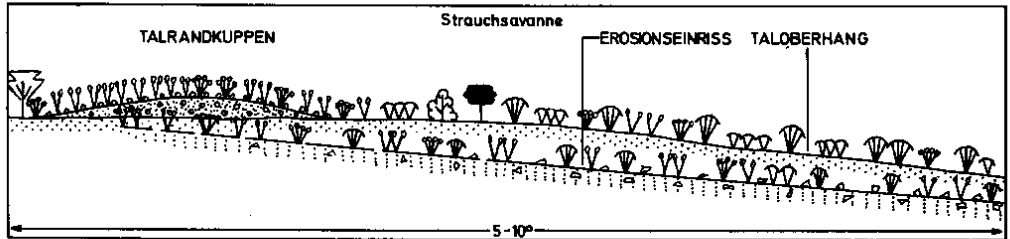
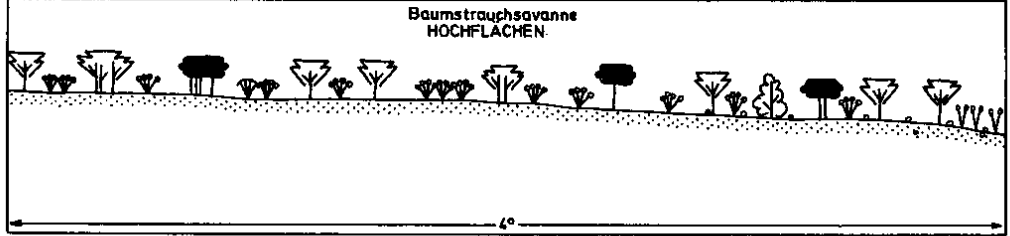
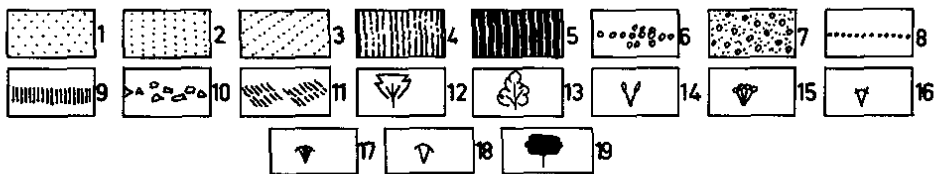
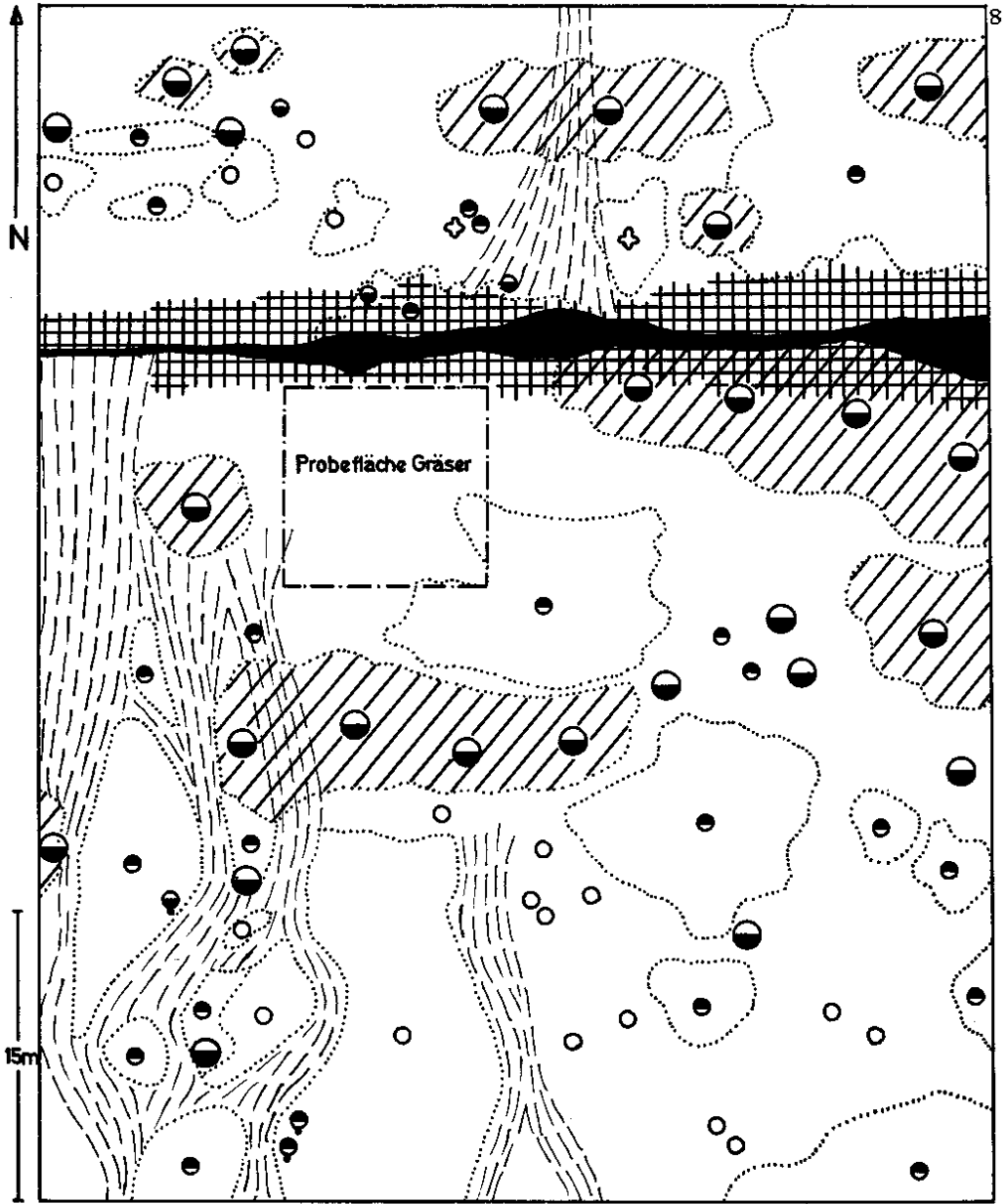


Abb. 7: Süd-Nordprofil durch das Epukirotal östlich der Missionsstation Epukiro (Die Profile schließen aneinander an) 01.08.1970.



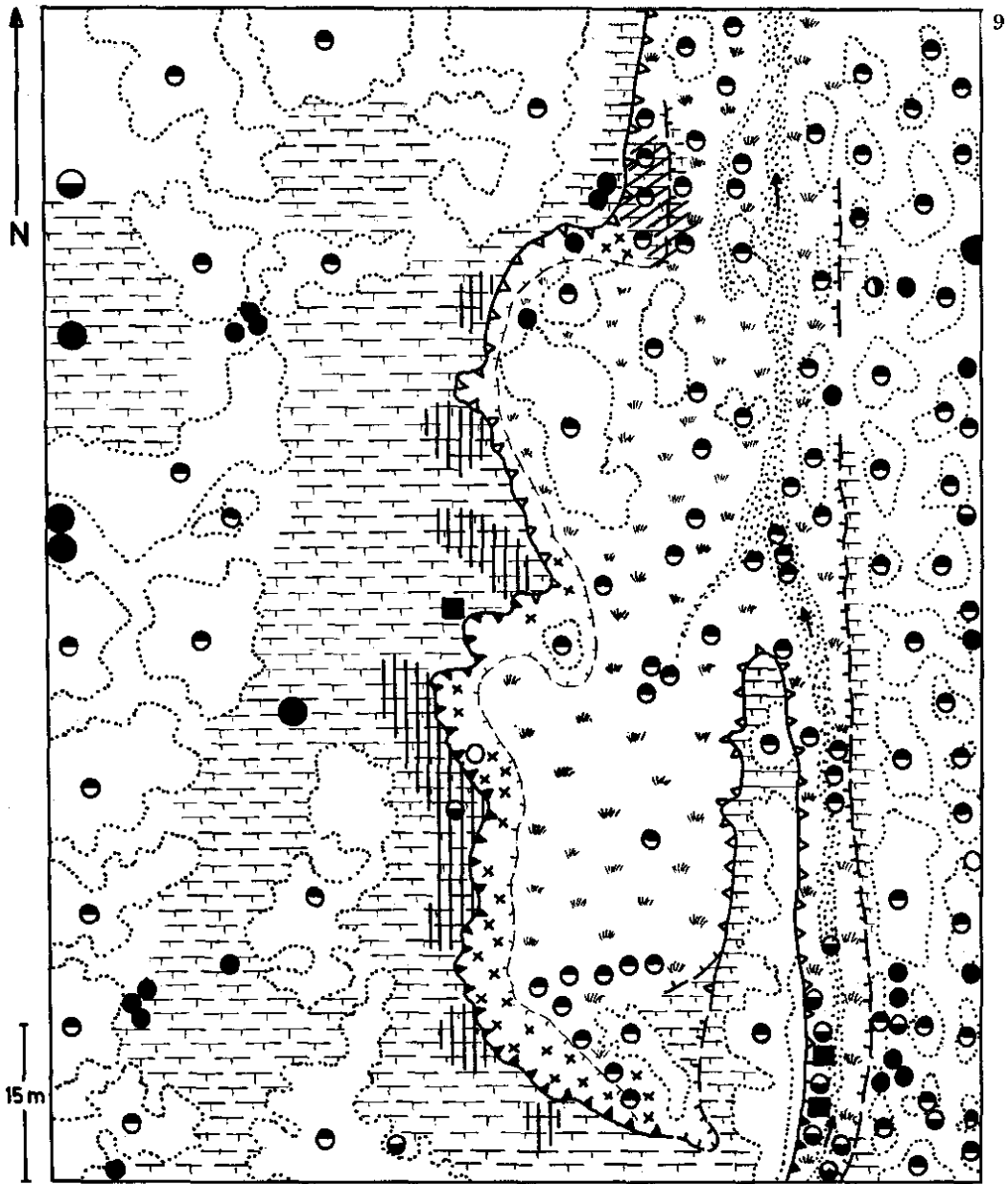
1: Rotbrauner Quarzsand; 2: Graubraunes Mischsubstrat aus Sand, Lehm, Ton, Kalk; 3: Mischsubstrat (lehmiger Sand); 4: Schwarzgrauer Boden der Tiefenlinien zwischen den Riedeln; 5: Schwarzgrauer Boden der Talsohle; 6: Quarzsotter und Quarzkies; 7: Quarzsotter mit rotem Sand als Zwischenmittel; 8: Feinsandbett der Tiefenlinien in verschiedenen Substraten; 9: Harter Kalk; 10: Kalkschutt und Kalkscherben; 11: Anstehender Glimmerschiefergneis; 12: *Terminalia sericea*; 13: *Ziziphus mucronata*; 14: *Tarchonanthus camphoratus*; 15: *Grewia flava*; 16: *Catophractes alexandri*; 17: *Acacia mellifera* ssp. *detinens*; 18: *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*; 19: *Acacia giraffae*.



- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|----|--|----|--|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| | | 9 | | 10 | | 11 | | | | | | | | | |

Abb. 8: Vegetationsverhältnisse des *Acacia karroo*-Uferwaldes im mittleren Epukiro-
gebiet östlich der Missionsstation Epukiro. 19.03.1971.

1: Kronenumrisse von Strauch- und Buschgruppen; 2: Kronenumrisse von Baum-
strauchgruppen; Die Arten sind in beiden Fällen durch Kreissignaturen angegeben. Bei
den Sträuchern und Büschen steht eine für mehrere, bei den Baumsträuchern ist die
tatsächliche Zahl angegeben. 3: *Ziziphus mucronata*-Baumsträucher; 4: *Grewia flava*;
5: *Ziziphus mucronata*-Sträucher; 6: *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*; 7: Kennzeichen
für einzeln stehende Exemplare in einer Gruppe anderer Arten; 8: *Tarchonanthus*
camphoratus; 9: Fläche Omiramba auf den Schiefen Ebenen mit Sandbett, das z.T.
schwemmfächerartig ausgebildet ist; 10: Tiefenlinie des eigentlichen Epukiro-„Bettes“
(0,2—0,5 m eingetieft) mit Ton- und Sandsedimenten; 11: Bereich des schwarzgrauen
Bodens auf der Talsohle. — Flächen ohne Signatur, soweit sie außerhalb der Kronen-
umrisse liegen: Lichtes, stark überweidetes Grasveld.



- | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|----|--|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | |
| 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 | | 16 | |
| | | | | 17 | | 18 | | | | | | | | | |

Abb. 9: Seitentälchen des Epukiro an der Ostgrenze Epukiro, Posten Kalkfontein. 20.03.1971.

(Im „Kalkbereich“ des Haupttales sind Vegetations- und Substratverteilung ähnlich beschaffen, daher besitzt das Kroki repräsentativen Charakter)

1—3: Kanten im Kalk; 1: über 2 m Höhe; 2: 1—2 m Höhe; 3: unter 1 m Höhe; 4: Kalkflächen, weitgehend vegetationslos. Pflanzen nur in Spalten und Klüften der Oberfläche; 5: Kalkblockhalde (Abbruch); 6: Vegetationsfreier Streifen am Fuß der Kalkwand; 7: Heute funktionslose alte Brunnenlöcher der Herero; 8: Gefällsrichtung der Talsohle; 9: Tiefenlinie (Depressionskette mit Kalksandfüllung), gleichzeitig Viehwechsel; 10: Kleinsäugerkolonien; 11: Strauch- und Baumexemplare von *Acacia giraffae*; 12: *Acacia hebeclada* ssp. *hebeclada*; 13: *Ziziphus mucronata*; 14: *Grewia flava*; 15: Kleinbuschareale (verschiedene Arten); 16: Lichter Rasen der Depression; 17: Kronenumrisse von Strauch- und Buschgruppen; 18: Quarzsandgebiete mit lichtem Grasfeld.