

RUSS 75556

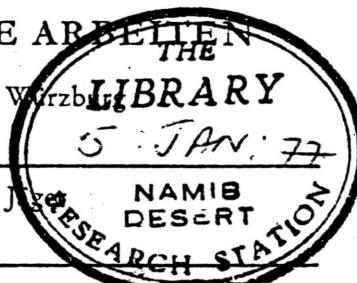
DER U

VIP Lounge

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber: J. Büdel, H. Hagedorn, H. Jiguet
Schriftleitung: U. Glaser



Heft 43

Dynamische Geomorphologie

1. Symposium des Deutschen Arbeitskreises
für Geomorphologie, 1.-6. April 1974

Herausgegeben von

J. BÜDEL
und
H. HAGEDORN

SONDERDRUCK

Würzburg 1975

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts der Universität Würzburg
in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Das Spektrum der geomorphologischen Milieus und die Relieftypendifferenzierung in der Zentralen Namib

von

UWE RUST

mit 2 Tabellen, 9 Figuren und 4 Photos

Zusammenfassung. In der Zentralen Namib lassen sich für die Reliefentwicklung gewisse Regelmäßigkeiten im Zusammenwirken von fluvaler Formung, Formungsruhe und äolischer Formung erkennen. Diese haben zu bestimmten Relieftypen, zu unterschiedlichen Zeiten, geführt: dem Relief rein autochthoner fluvaler Formung (tumasisches Relief), dem Relief abwechselnd autochthoner und allochthoner fluvaler Formung (Gramadullarelief), sowie dem Relief der Laufversperrung durch Dünenbildung (Tsondabisierungsrelief).

Diese Regelmäßigkeiten lassen sich erklären als das Produkt der Sukzession bestimmter geomorphologischer Milieus. Das geomorphologische Milieu wird definiert und für den Trockenraum Zentrale Namib am Beispiel verschiedener morphogenetischer Standorte veranschaulicht. Es lassen sich drei geomorphologische Milieus feststellen: Trocken-Aktivität, Trocken-Stabilität, Feucht-Aktivität. Unter Hinweis auf denkbare Einflüsse des Altreiefs und der Tektovarianz wird der Trockenraum Zentrale Namib geomorphologisch gefasst.

Summary. In Central Namib Desert fluval morphogenesis, eolian morphogenesis, and land form stability are to be connected with some regular evolutions, which caused at different times and places the following relief types: the relief of only autochthonic fluval morphogenesis (tumasic relief), the relief of alternatively autochthonic and allochthonic fluval morphogenesis (gramadulla relief), and the relief of river barring dune formation (relief of tsondabisation).

These regularities may be substantiated as caused by the succession of three special geomorphic environments: arid activity, arid stability, humid activity. These three geomorphic environments will be defined and interpreted at various geomorphic sites. Possible influences of paleoforms and tectonics are discussed. Finally Central Namib will be described as an arid region in geomorphological terms.

Résumé. Au Namib central on peut observer quelques régularités quant au développement du relief en coopération à la formation fluviale, formation éolienne et inactivité des processus morphologiques. Comme résultat on distingue des types du relief suivants, formés aux périodes différentes: le relief de la genèse fluviale purement autochtone (relief tumasien), le relief de la genèse fluviale autochtone et allochtone en alternance (relief des gramaulla) et le relief de barrage des rivières par formation des dunes (relief tsondabien).

On peut interpréter ces régularités comme résultat de la succession des milieux géomorphologiques spéciaux. Le milieu géomorphologique est défini et expliqué pour la région sèche du Namib central à l'exemple des positions morphogénétiques différentes.

On peut distinguer trois milieux géomorphologiques: activité sèche, stabilité sèche et activité humide. En se référant aux influences possibles du relief fossile et de la variation tectonique l'auteur essaye à interpréter complètement la morphogenèse de la région sèche du Namib central.

1. Einführung

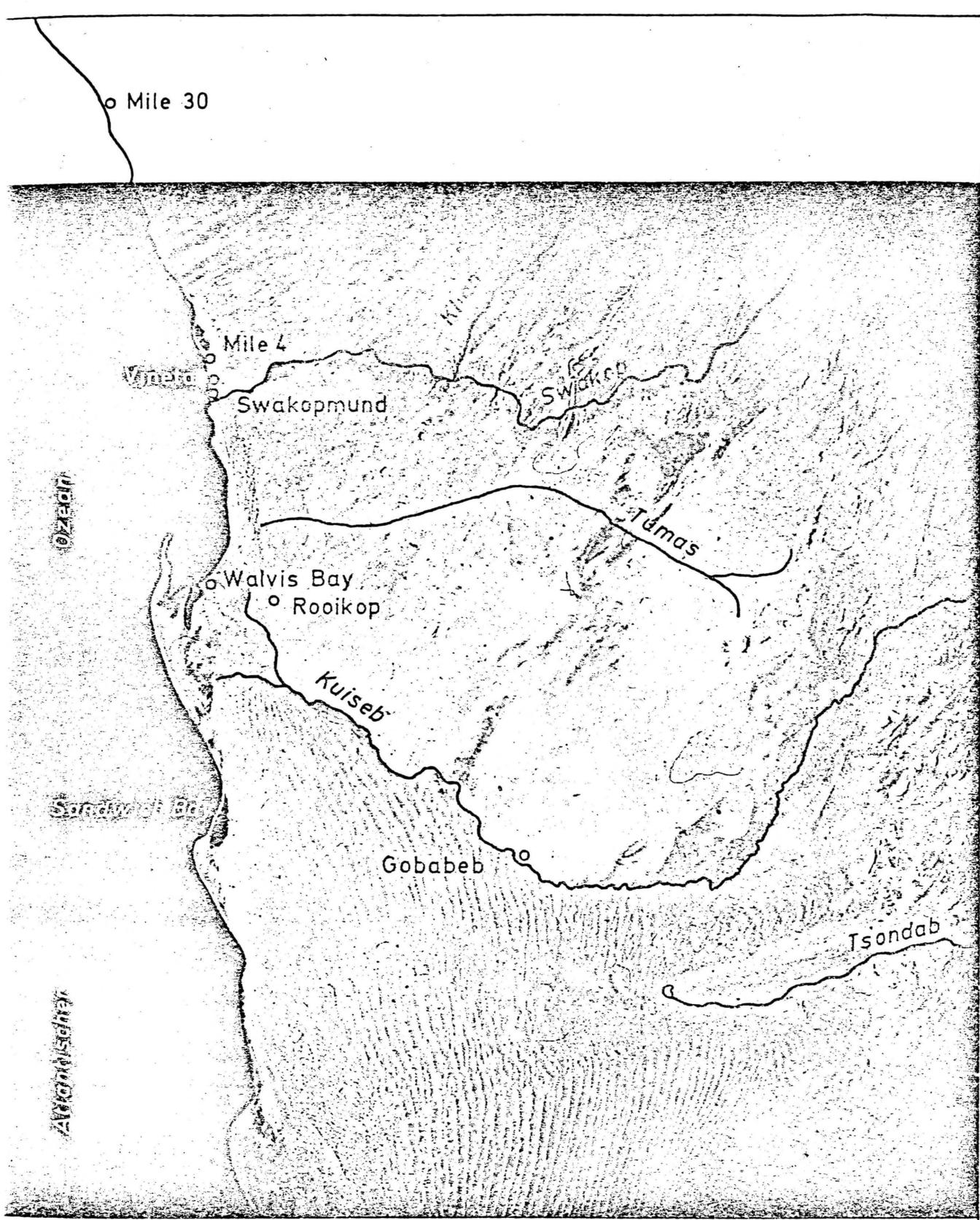
Die nachfolgend vorgetragenen Befunde und ihre Deutung entspringen Forschungen, die Verf. gemeinsam mit F. WIENEKE Januar bis April 1972 in der Zentralen Namib (Südwestafrika) durchgeführt hat. Die seinerzeitige Forschungsreise wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit einer Reisebeihilfe finanziell unterstützt, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

Das Forschungsziel der Untersuchungen war, das Zusammenwirken der fluvialen, äolischen und marin-litoralen Reliefentwicklung in ihrer zeitlichen und räumlichen Differenzierung aufzuhellen. In vorläufiger Form wurde über die diesbezüglichen Ergebnisse bereits berichtet (RUST & WIENEKE 1973, WIENEKE & RUST 1973 b). Als Hauptergebnis konnte für die Zentrale Namib dabei erstmals eine Geochronologie der Reliefentwicklung vorgelegt werden, dem Ansatz entsprechend für die küstennahe Zentrale Namib zwischen Mile 30 und dem Kuiseb-delta (zur Lage vgl. Fig. 1).

Hier soll der geochronologische Aspekt bewußt in den Hintergrund treten. Es soll über ein für das Untersuchungsgebiet gewonnenes, aus dem Forschungsansatz heraus gesehen etwas marginales Ergebnis referiert werden, nämlich, daß sich im „Trockenraum“ Zentrale Namib bezüglich des terrestrischen Reliefs gewisse Regelmäßigkeiten erkennen lassen, die nach unserer Auffassung am besten erklärt werden können als das Produkt bestimmter Sukzessionen „geomorphologischer Milieus“. Diese bestimmten Sukzessionen haben das in sich differenzierte aktuelle Verteilungsmuster des exogenen Realreliefs (i. S. von BüDEL 1971) im Verlaufe der Zeit entstehen lassen.

Das aktuelle Verteilungsmuster wird sehr klar im bekannten Gemini-Satellitenbild dargestellt (Fig. 1) und läßt sich, rein beschreibend, demgemäß folgendermaßen fassen: im E in Inselberglandschaften aufgelöste Große Randstufe (Gebirgszone); die von Zertalungssäumen begleiteten, im Hochland wurzelnden Gerinnesysteme Swakop/Khan und Kuiseb; die zwischen diesen und nördlich von Swakop/Khan anzutreffende „Flächennamib“; der Erg der Dünenamib südlich des Kuiseb mit seinem küstenparallelen Nord-Fortsatz zwischen Walvis Bay und Swakopmund; schließlich das in den Erg von E eindringende fluviale System des Tsondab mit seinen Endvleys – von den Küstenformendifferenzierungen zu schweigen (s. WIENEKE 1974).

Fig. 1. Lage des Untersuchungsgebietes im Satellitenbild. NASA-Photo: 65-2652, SCI-1195, Gemini V. Aufgenommen von: G. Cooper und C. P. Conrad. Datum: 27. 8. 1965. Kamera: Hasselblad 500 C. Film: Kodak SO 217 (Ektachrome MS). Objektiv: Zeiss-Planar 80 mm. Aufnahmehöhe: etwa 330 km. Aufnahmeeachse: annähernd senkrecht (nach BODECHTEL & GIERLOFF-EMDEN 1969, S. 101). ▷



Zentrale Namib: Lageskizze des Untersuchungsgebietes

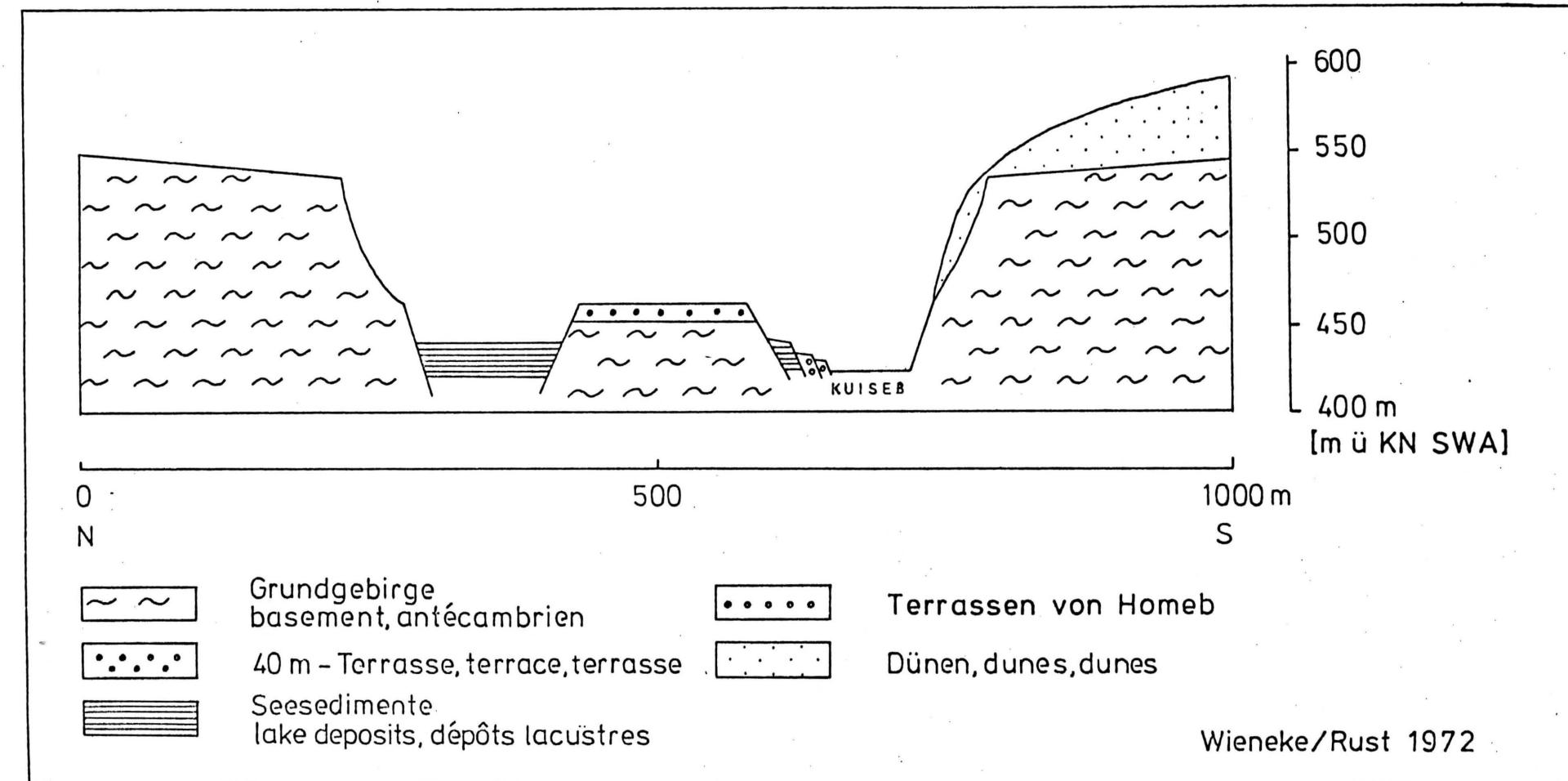


Fig. 2. Synthetisches Profil durch den Kuisebcanyon bei Homeb (nach eigenen Vermessungen sowie Topographic Map 1 : 25 000, Trigonometric Survey Windhock).

Die hier vorgetragenen Befunde und Deutungen betreffen das Gebiet der Flächennamib inklusive der Swakop- und Kuiseb-Zertalungssäume, also in etwa die Zentrale Namib i. S. von LOGAN (1960).

2. Regelhafte Reliefbildungen am Beispiel ausgewählter morphogenetischer Standorte. – Befunde

Der morphogenetische Standort wird cap. 3. abgehandelt. – Nachfolgend werden unterschiedlich alte Standorte (also Teile des exogenen Realreliefs) vorgestellt.

Tabelle 1 Einzelproben

Proben Nr.	Lage, Beschreibung
55 B	Von S bis auf Swakophochwasserbett reichender Barchan, Swakop-südseite bei Swakopmund Feinsand, 7.5 YR 7/8 bis 7.5 YR 6/8
70 I	bei Homeb zum Kuiseb ausmündendes Nebental, sog. Seesedimente von Ossewater in Erosionsschutzlage, Basis randlich angelagerte obere Terrasse von Homeb (vgl. Fig. 2) Basis, schluffiger Lehm, kalzifiziert (2,21% CaCO ₃), 2.5 Y 8/4
70 II	ebenda 2,10 m ü Basis, Barchansandeinlagerung (Feinsand), etwas kalzifiziert (0,84% CaCO ₃), 7.5 YR 5/8
70 III	ebenda 2,40 m ü Basis, feinsandiger Schluff, kalzifiziert (2,29% CaCO ₃), 5 Y 6/3
75 I	40 m – Terrasse unterhalb Homeb am mittleren Kuiseb, Feinerde der Terrassenschotter Fein- bis Mittelsand, stark kalzifiziert (54,10% CaCO ₃)

2.1. Durch Dünenbildung versperrtes fluviales Relief

Abwärts Homeb dokumentiert eine relativ zum aktuellen Kuiseb um 40 m höhere Terrasse die erste Reliefgeneration des in die Flächennamib eingeschnittenen Kuiseb. Der Schotterkörper besteht aus quarzitischen Geröllen in stark kalzifizierten (54,10% CaCO₃) Sanden und Kiesen (Abb. 3a, Tab. 1)¹. Von S laufen Talböden auf dieses Terrassenniveau aus. Die Talböden sind von Dünen hängegletscherartig verfüllt (Photo 1). Die Talböden selbst hängen über dem Kuisebcanyon. Auf der Kuisebnordseite fehlen Dünen (Fig. 2).

¹ Im Untersuchungsgebiet genommene fluviale Sedimente und äolische Sedimente lassen sich nach statistischen Parametern der Korngrößenverteilung der Feinerde eindeutig voneinander trennen. Barchansedimente weisen dazu häufig Farbwerte um 7.5 YR 7/8 auf.



Photo 1. Südseite des mittleren Kuisepriviers bei Homeb-Ossewater: in das Grundgebirge eingeschnittene Täler hängen über dem Kuisebcanyon und sind mit Dünensand verfüllt. Die Düneneinwanderung von S aus der Dünennamib muß bereits vor Ausbildung des Canyons eingesetzt haben, da die Täler im Gegensatz zur Kuisebnordseite nicht in feuchtaktiven Phasen (autochthone Formung) weiterentwickelt worden sind.

Von Homeb flußaufwärts finden sich Mischsedimente (Stillwasser, fluvialer Transport, Barchansande; Pr 70 in Fig. 3a, Tab. 1), die als Sedimentkörper in Erosionsschutzlage auch in die nördlichen Kuisebnebtäler hineinreichen, deren Oberfläche tiefer liegt als die oben angeführte 40-m-Terrasse. Die Sedimente sind, nicht sehr stark, kalzifiziert. Sie dokumentieren, daß der Kuiseb nach Ausbildung der 40-m-Terrasse in seinem dann selbstgeschaffenen Canyon, durch Dünenbildung gezwungen, einen Endsee (Vley), auch in die Nebentäler hinein, gebildet hat (sog. Seesedimente von Ossewater, GOUDIE 1972, SCHOLZ 1968) (Fig. 2).

Der aktuelle Swakop bei Swakopmund fließt in einem kurzhangigen Canyon (Kastental). Von S reichen voll entwickelte Barchane über verschiedene Terrassen

(s. cap. 2.2.) hinüber bis auf sein Hochwasserbett (Fig. 4). Barchansandfahnen lösen sich von diesen Dünen, gelangen auch ins Swakopbett, werden dort jedoch beim Abkommen verschwemmt (Pr 30 in Fig. 3b, Tab. 2).

Nach der künstlichen Abdämmung des Kuisebnordarmes nach der Jahrhundertflut 1934 (STENGEL 1964) unterhalb Rooibank wandern dort Barchane, etwa von SSW nach NNE in Richtung auf das Dünenmassiv nördlich Walvis Bay. Wir haben Wanderungsgeschwindigkeiten von 1,35 m bis 5,30 m in zwei Monaten gemessen.

Im Mündungsgebiet des Swakop lassen sich *sedimentologisch* zu zwei verschiedenen Zeitpunkten Barchanwanderungen feststellen. Nach Rückzug des von uns einem 17-m-Hochstand zugeordneten Meeres (RUST & WIENEKE 1973) treten bei Mile 4 (Campingplatz von Swakopmund) Barchansedimente auf (Pr 42 II in Fig. 3c, Tab. 2). Nach Rückzug des Meeres vom 2-m-Hochstand ebenfalls (Pr 31 in Fig. 3c, Tab. 2) bei Mile 4. Im ersten Fall mag es sich um ein sedimentologisch zufällig gefasstes lokales Phänomen äolischer Sedimentation am Rande einer Trichtermündung des damaligen Swakop handeln (im Körper der TR IV in Fig. 4). Im zweiten Falle dokumentiert der Befund eindeutig das Dominieren

*Tabelle 2 Ausgewählte Profile in der Zentralen Namib
(geordnet nach laufenden Nummern. In Klammern die in Fig. 3 wiedergegebenen Proben)*

Profil 30: Swakopniedrigwasserbett bei Swakopmund, Kiesgrube

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento-logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden-kundlich	Proben-nummer
0—37	verschüttet			
37—82	Grobsand verbackene Kiese und Sande 5 Y 7/2			(30 I)
82—147	Feinsand, geschichtete Barchansedimente um 7.5 YR 7/4 extrem rot: 7.5 YR 6/6 grauer: 10 YR 7/2			(30 II a) (30 II b)
147—177	Flußkiese und Barchansedimente wechsellagernd			
177—192	Flußkiese und Sande			
192+	verstürzt			

Profilgraben 31: Campingplatz von Swakopmund (Mile 4), 250 m entfernt von fossilem Kliff in Richtung auf aktuelle Küste, Graben offen im Februar für Installationsarbeiten am Stellplatz F des Campingplatzes, Proben lateral genommen, Grabentiefe bis 65 cm

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
	Feinsand, Kies 10 YR 6/4		Y	(31 I)
	Feinsand, farblich geschichtet, Fe- Hüllen um Quarz- körner, 10 YR 7/6			31 II 1
	Feinsand mit Grob- kieslagen, farblich geschichtet 10 YR 7/6			31 II 2
	Feinsand mit einzel- nen Lehmschmitzen lehmiger Sand und Lehmschmitzen 5 Y 6/3		Y Flecken Y Flecken	31 III 1 31 III 2
	lehmiger Sand 10 YR 6/3 Lehmschmitzen 2.5 Y 5/2		Y schichtweise	31 III 3
	Feinsand 10 YR 7/4		Y Flecken	(31 IV 1)
	Feinsand etwas ge- schichtet, 10 YR 7/4			31 IV 2
	lehmiger Ton warwig um 5 Y 6/4, 5 Y 7/4, 5 Y 4/2		Y Ausblühungen	31 V 1
	Ton, polyedrisch brechend 10 YR 4/4 und grauer			31 V 2
	Feinsand 10 YR 6/3 Schichtung zur Obergrenze parallel, Streifen dunkler Minerale			(31 VI)

Profil 32: benachbart zu Profilgraben 31, diesen nach unten ergänzend

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
0—17	Schutt- und Sand- auflage, anthropogen			
17—33	Schweinmsediment	17—33	Y etwas vergipst	
33—40	verschwemmtes Barchansediment, unten Anreicherung dunkler Minerale, Fließstrukturen, Einquetschungen in hangende Schicht			
40—59	Feinsand, Fein- schichtung, Barchansediment	40—59	Y Gipsnoduln	
59—61	Warwenton	59—61	Y	
61—101	Feinsand, etwas feucht, verbacken 10 YR 6/4			
101—129	Mischsand			
129—155	Mischsand, etwas Muschelschill, 10 YR 6/4 Brandungsgerölle			32 VIII
155—171+	heller Feinsand 10 YR 7/3, sehr blank poliert, teilweise gut gerundet			(32 IX)

Profil 42: Grube oberhalb totem Kliff bei Mile 4 (Campingplatz von Swakopmund)
Oberfläche in 12.76 m ü STL Mile 4

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
0— 10	Sand/Kies mit Geröllen	0—70	Y Gipskruste fast massiv, blättrig bis löchrig, Gipsrosen weiß-rot, z.B. 5 Y 7/3, 10 YR 8/2	
10— 70	Schwemmsedi- ment, Feinsand/Kies			(42 I)
70— 86	Feinsand, stratifiziert durch selektive Anreicherung	70—86	Y Gipsnoduln und isolierte Gipsanrei- cherung in kleinen Schichten 2.5 Y 7/1	(42 II)
86— 89	Warwentone 7.5 YR 7/6 bis 7.5 YR 6/6			
89— 95	Mischsediment (Ton bis Kies), geschichtet, Glimmerplättchen in a/b-Ebene einge- regelt; leicht verbacken	89—95	Y Gipskruste	
95—115	Feinsand	95—115	Y Gipsnoduln	
115—133	tonig-sandiger Kies fluviales Sediment	115—116 116—133	Y Gipskruste Y Gipskristalle teilweise lagenmäßig 5 Y 7/4	(42 IV)

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
133—143	leicht feuchter Lehm	133—141	Y wechselnd mächtige linsenartige Gipsanrei- cherung, mischfarbig	42 III
		141—143	Y Gipskruste	
143—173	lehmiger Ton bis Lehm, leicht schmierig, fettig glänzend	143—173	Y Gipsausblü- hungen 5 Y 6/3	
lateral 151—157	sandiger Kies, Schwemmsediment			42 V
173—183	Feinsand, Kies marin			(42 VI)
183—213	sehr feiner Sand mit Mittelkornan- teil	183—213	Y nur verein- zelt Gips Mischfarben um 5 Y 7/2	
213—223	Mischsand			42 VII
223—233+	Fein- bis Mittelsand			

Profil 47: Mile 30, Talhang eines Terrassenrestberges

0— 2	Reg, sandiger Kies 10 YR 7/6			
2— 22	Mischsand, Kies	2—32+	Y bunt, Farben gemäß Aus- gangsgestein	(47 I)
22— 32+	Augengneis			47 II

Profil 48: Mile 30, vleyartige Erweiterung eines Gerinnebettes landsseits eines Terrassenrestberges (vgl. Fig. 5)

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
0— 12	Feinsand Schwemmsand mit Lehmschmitzen, feucht	0—36+	Y flecken- und lagenweise	(48 I)
12— 36	lehmiger Sand, Grus, feucht			(48 II)
36+	Augengneis, feucht			

Profil 54: mittleres Tumasrivier, Nebental, Aufschluß an einem Prallhang, ca. 265 m
ü KN SWA; Oberfläche Reg, Flechtenbewuchs auf Kies und Steinen,
dazwischen oberflächlich austretende Gipskruste

0— 34	Mischsand, Kies 2.5 Y 7/4 5 Y 6/1	0—314+	Y Gipskruste	54 I
34—214	Grobsand, Kies			(54 II)
214—314+	Feinsand, Kies 5 YR 5/6			(54 III)

Profil 61: mittleres Tumasrivier, anstehender Metamorphit, Oberfläche Reg

0— 40	scherbig aufge- löster Biotitgneis	0—5	Ca ₁ /C blasiger bis staubiger Ca-Horizont	61 I
		5—40	2.5 Y 7/4 Ca ₂ /C Ca-Staub zwischen Gneis- scherben Ca-Häute um Gneis- scherben	61 II
40+	Biotitgneis	40+	C	61 III

Profil 65: mittlerer Tumas, Schwemmfäche des Tumas selbst, Reg

Tiefe unter Oberfläche cm	sedimento- logisch	Tiefe unter Oberfläche cm	boden- kundlich	Proben- nummer
0— 80+	sandiger Kies bis sandige Steine	0—10	Ca teils blasig, teils ver- staubt, ver- festigt 2.5 Y 8/4	
		10—40	Ca Staub, ver- festigt 10 YR 8/3	
		40—80+	Ca Staub, ver- festigt 10 YR 7/2	

Profil 72: Tumasvley, östlich der Dünen zwischen Walvis Bay und Swakopmündung
(vgl. Photo 2); Trockenrisse an Oberfläche

0— 4	Feinsand, Grobsand, Kies	0—0.5	Salzkruste	(72 I)
4— 7	Feinsand, geschichtet 7.5 YR 6/6			
7— 11	Mischsand			
11— 12	sandiger Kies			
12— 30+	Feinsand Barchansediment 7.5 YR 7/6	12—30+	Y Gipsnoduln	(72 II)

äolischer Formung; denn diese ereignet sich in einem frei werdenden Litoral landseitig eines Brandungsriiffs, welches das 2-m-Meer hinterließ, während gleichzeitig der Swakop bereits in seinem (noch aktuell benutzten) Kastental 4 Miles südlich mündete (TR V in Fig. 4). Die angeführten Sedimente sind vergipst (Tab. 2).

Nach Rückzug des 17-m-Meeres sowie anschließender im Mündungsgebiet gering tiefer Eintiefung wurde das Tumasrivier durch Barchanwanderung in seinem Lauf versperrt (Photo 2) und von der Erosionsbasis Meer abgeschnitten. Hinter dem Dünenwall wurden Vley-Sedimente, vermischt mit Barchansedimenten, aufgeschüttet (Pr 72 in Fig. 3b, Tab. 2).

PROFIL Nr. 70, 75

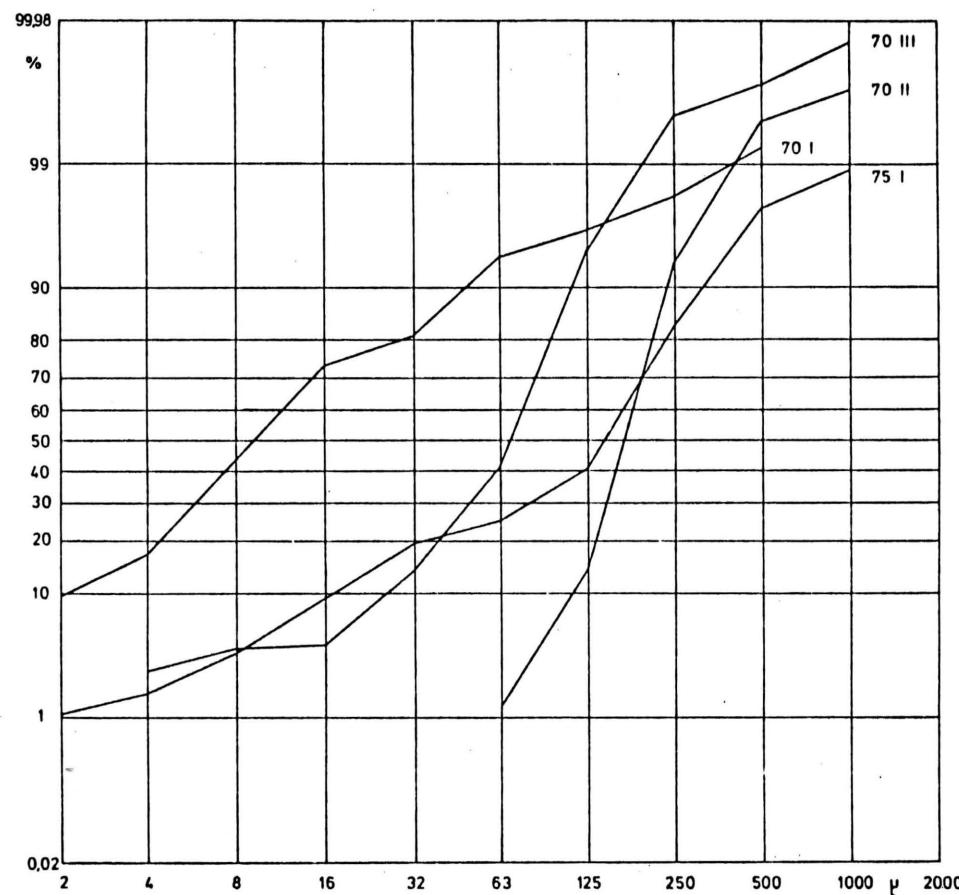


Abb. 3 a

PROFIL Nr. 30, 55 B, 72

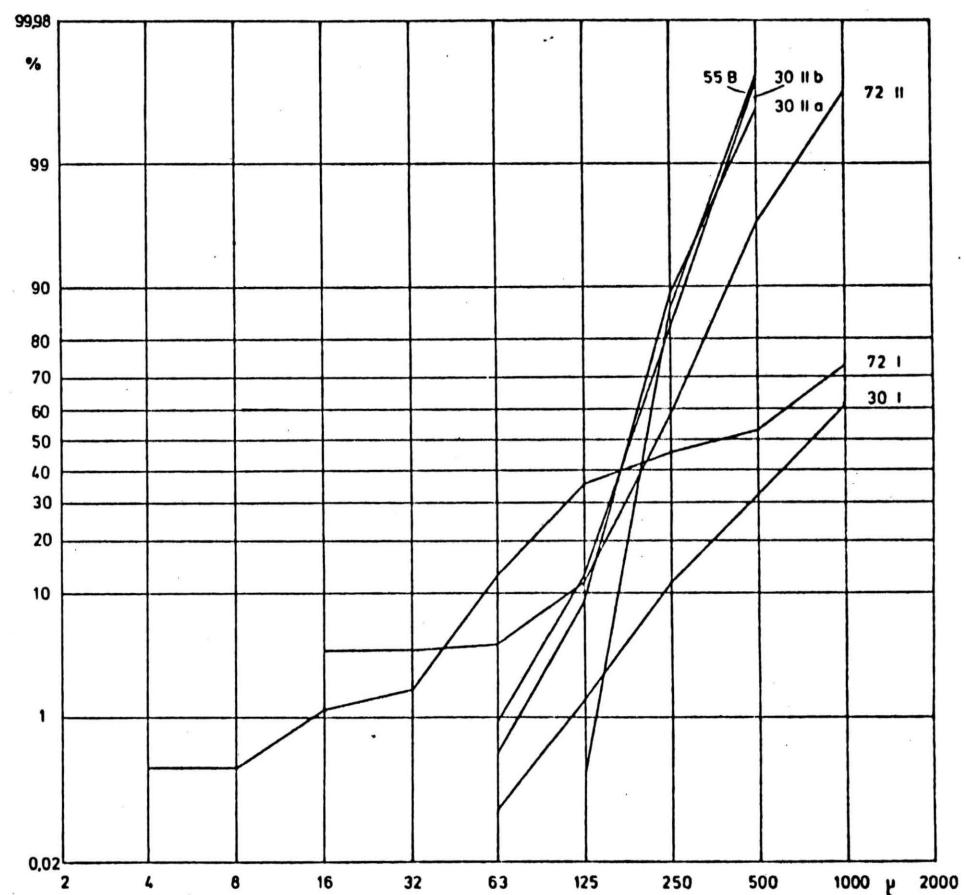


Abb. 3 b

PROFIL Nr. 31, 32, 42

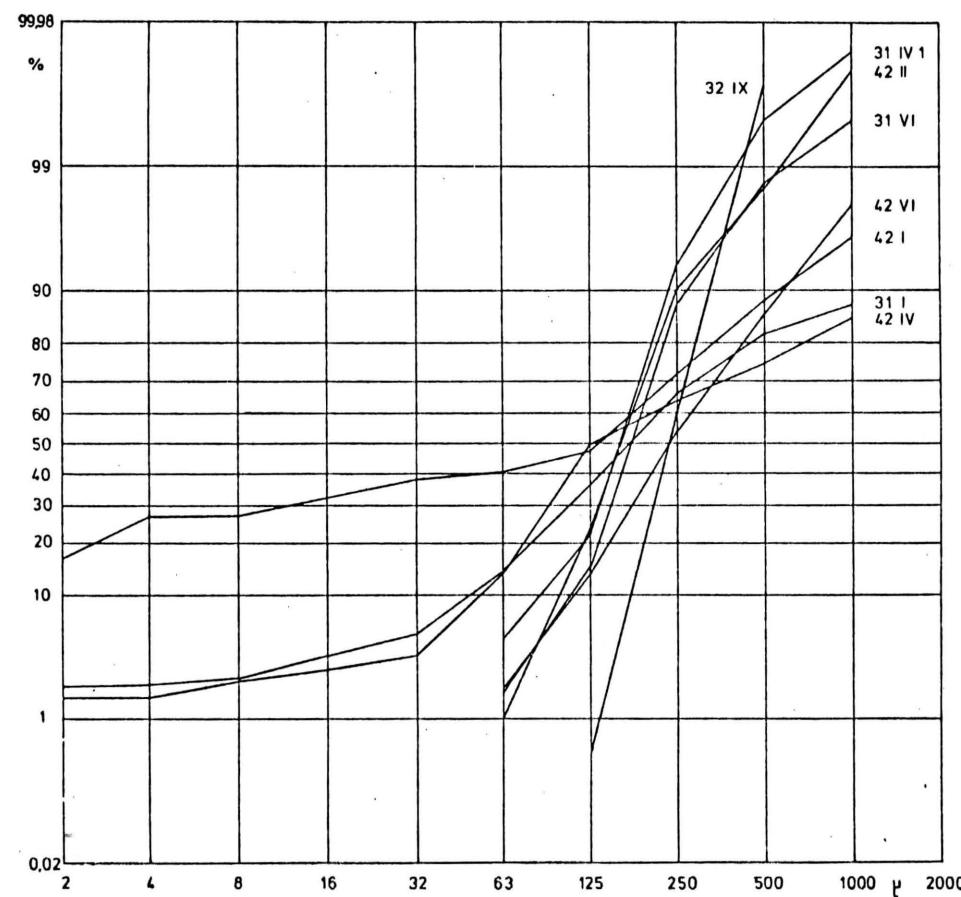


Abb. 3 c

PROFIL Nr. 47, 48, 54

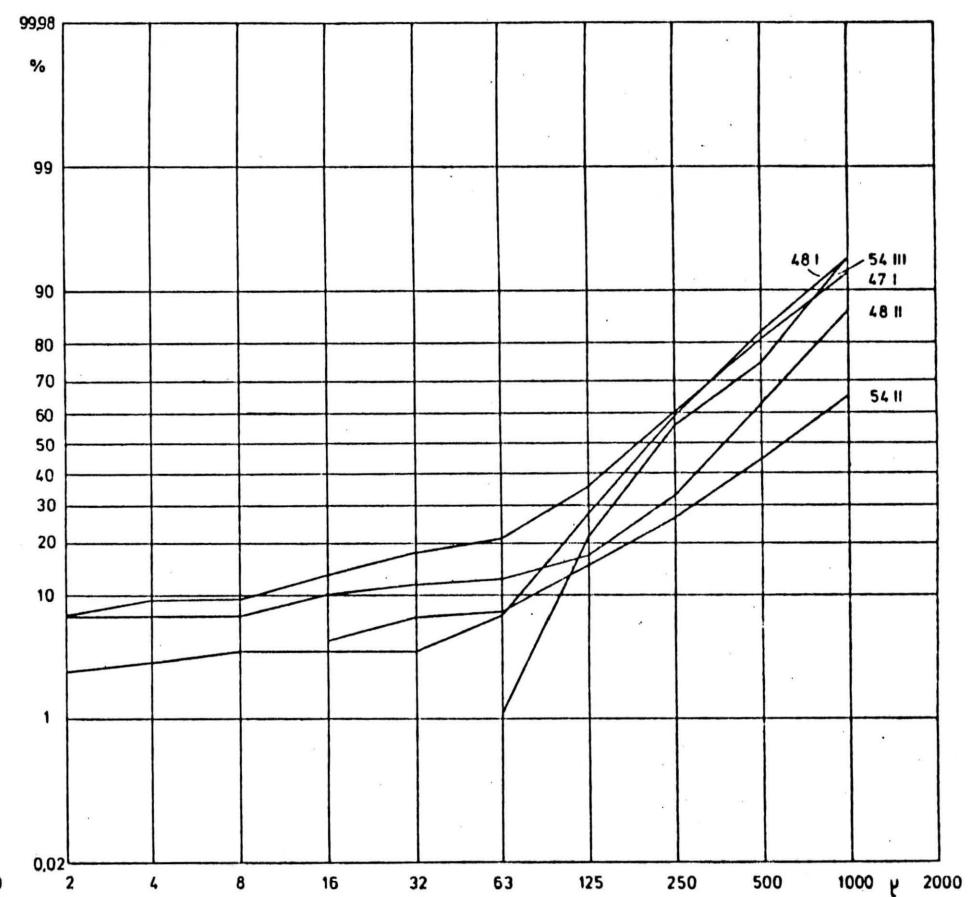
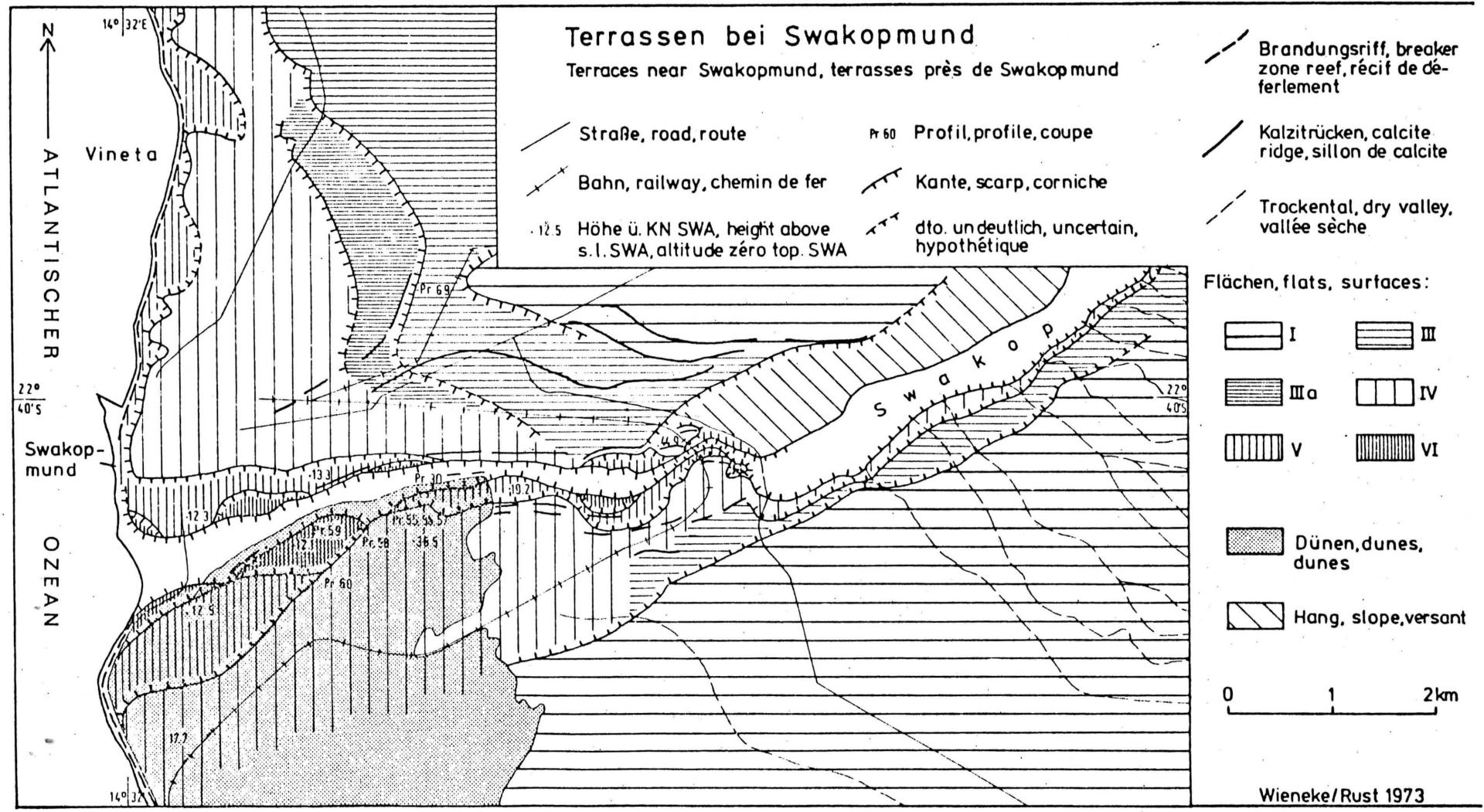


Abb. 3 d



▷ Fig. 3 a-d. Summenkurven der Korngrößenverteilungen des Feinerdeanteils ausgewählter Sedimentproben, dargestellt im Wahrscheinlichkeitsnetz mit logarithmischer Abszisse (vgl. Tab. 1 und 2). Proben, die nur den Anteil > 0.063 mm erfassen, sind nur trocken gesiebt. Proben, die auch die feineren Fraktionen (0.002–0.063 mm) erfassen, sind pipettiert und anschließend trockengesiebt.

▷ Fig. 4. Terrassen bei Swakopmund. Quellen: Luftbilder 1 : 36 000 sowie Topographic Map 1 : 50 000, beide Trigonometric Survey Windhoek, Ground check.

Fig. 5. Nivellementsprofil CD bei Mile 30 (nach eigenen Vermessungen).

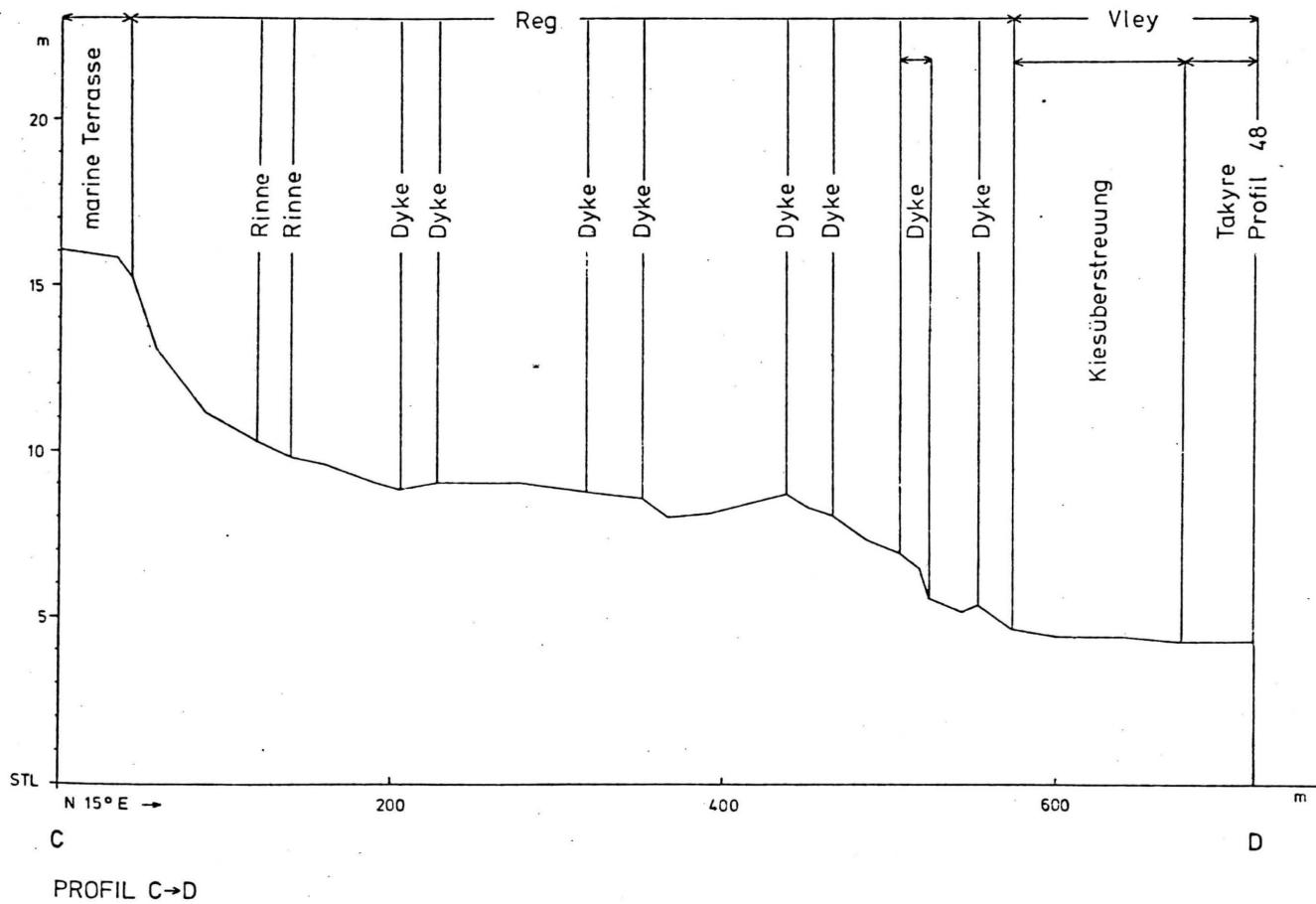




Photo 2. Tumasvley. Blick nach W (Hintergrund Walvis Bay und Walfischbucht). Der Tumas endet in einigen Kilometern Aktualküstendistanz in einem Vley vor den Dünen (vgl. Satellitenbild Fig. 1).

Die angeführten Befunde besagen folgendes: Swakop, Tumas und Kuiseb sind in ihrem Abfluß – zu verschiedenen Zeiten – durch Dünenbildung gehindert worden. Diese Hinderung zeigt in sich graduelle Unterschiede dreifacher Stufung: Erstens die Festschreibung der Dünenbildung auf *einem* Talhang, zweitens die morphologisch nicht mehr evidente, sondern nur sedimentologisch faßbare Wanderung von Barchanen, die die fluviale Formung nur intermittierend gestört hat, schließlich die Verbarrikadierung des gesamten Flußlaufes durch Dünenbildung, die zur flußaufwärtigen Vleybildung geführt hat².

² In Analogie zum Tsondabrivier (Fig. 1), welches in Vleys östlich vor dem Erg endet, pflegten wir von „Tsondabisierung“ zu sprechen (RUST & WIENEKE 1973, WIENEKE & RUST 1973 b).

2.2 Differenzierung rein fluvialer Reliefs

Bei Mile 30 herrschte nach Rückzug des 17-m-Meeres eine Zeit sehr intensiver Talbildung. Ergebnis dieser Talbildung sind flache, breite, „schwemmfächer“-artige Gerinnebetten, die sich deswegen eindeutig als Abtragungsformen ausweisen, weil nur bis Dezimeter mächtiges Fluvial das Grundgebirge verhüllt. Die Gerinnebetten können sich vleyartig weiten (Fig. 5). In bezug auf den 17-m-Hochstand sind sie ein tieferes Stockwerk, das durch sanft konkave Hänge (ebenfalls dünnmächtiges Fluvial über Grundgebirge, etwa Pr 47, 48 in Fig. 3d, Tab. 2) gegenüber dem 17-m-Marin, das Terrassenrestberge krönt, abgesetzt sind. Das dieses Talrelief auskleidende Sediment ist durchgehend vergipst.

Der Tumas ist der Hauptvorfluter der Flächennamib zwischen Kuiseb und Swakop. Er reicht mit seinen obersten Gerinneästen bis Ruimte zurück (Fig. 6). Gemäß den topographischen Karten 1:25 000 ist er als breite Schwemmrinne, die dem Gefälle der schiefen Ebene der Namib folgt, ausgebildet und kaum in seine Umgebung eingetieft (Fig. 7). Im Gelände lässt sich dieser Befund weiter präzisieren. Zwischen etwa 250–450 m ü KN SWA ist das Gerinnebett des Tumas tiefstegelegene Form eines Systems verschachtelter Schwemmfächer, die entweder die aktuellen Tiefenlinien des Reliefs darstellen oder in Terrassen in unterschiedlichen, nicht korrelierbaren Höhen zergliedert sind (Photo 3). Diese Formen sind sämtlich aus Schwemmsedimenten aufgebaut und vergipst. Die Gipskrusten sind bis mehrere Meter mächtig (Pr 54 in Fig. 3d, Tab. 2).

Flussabwärts klingt das Phänomen dieser „Denudationsterrassen“ (Schwemmfächerterrassen) aus, flussaufwärts ebenfalls. Zahlreiche Rinnen sind in die verfestigten Schwemmsedimente eingeschnitten. Der Tumas ist nur eine dieser Rinnen, auf welche das gesamte hydrographische System ausgerichtet ist. Flussaufwärts tritt anstelle von Vergipsung (zur Verbreitung der Gipskrusten MARTIN 1963) Kalzifizierung. Diese zeigt die weitgehende Inaktivität der Rinnen an (Pr 65 in Tab. 2). Auf durchragendem Grundgebirge sind Wüstenrohböden entwickelt (Pr 61 in Tab. 2).

Bis etwa 1050 m ü KN SWA bleibt das Relief im Tumas-Einzugsgebiet wie beschrieben. Bei Ruimte befindet sich die Wasserscheide zwischen Tumas und Kuiseb (Fig. 6). Diese ist unter dem Aspekt „Inselberglandschaft“ als Flächenpaß ausgebildet.

Beidseitig der zur Zeit kontinentalen Wasserscheide (aktuell endoreisches Tumassystem) sind in den Kuiseb- und Tumas-Oberläufen im Prinzip sämtliche auskartierte Querprofile auszumachen³. Beidseitig herrscht hohe Tal- und Rivierdichte im Bereich der kalzifizierten Schwemmsedimente. Fluviale Terrassen fehlen hier in den obersten Talabschnitten.

Nur im zum Kuiseb ausgerichteten Rutile-System sind festzustellen: Steiltäufen dieser Sedimente und Aufschlitten des Grundgebirges; völliges Entblößt- kanten in kalzifizierten Schwemmsedimenten (bis hin zur Wasserscheide!), Durch-

³ Kartierung nach Luftbildern, Begrenzung der Aussage zum Querprofil in Kontrast- schwäche und Höhendifferenz des Stereoeffektes bei Maßstab 1 : 36 000. Ground check und Überfliegen zur Kontrolle.

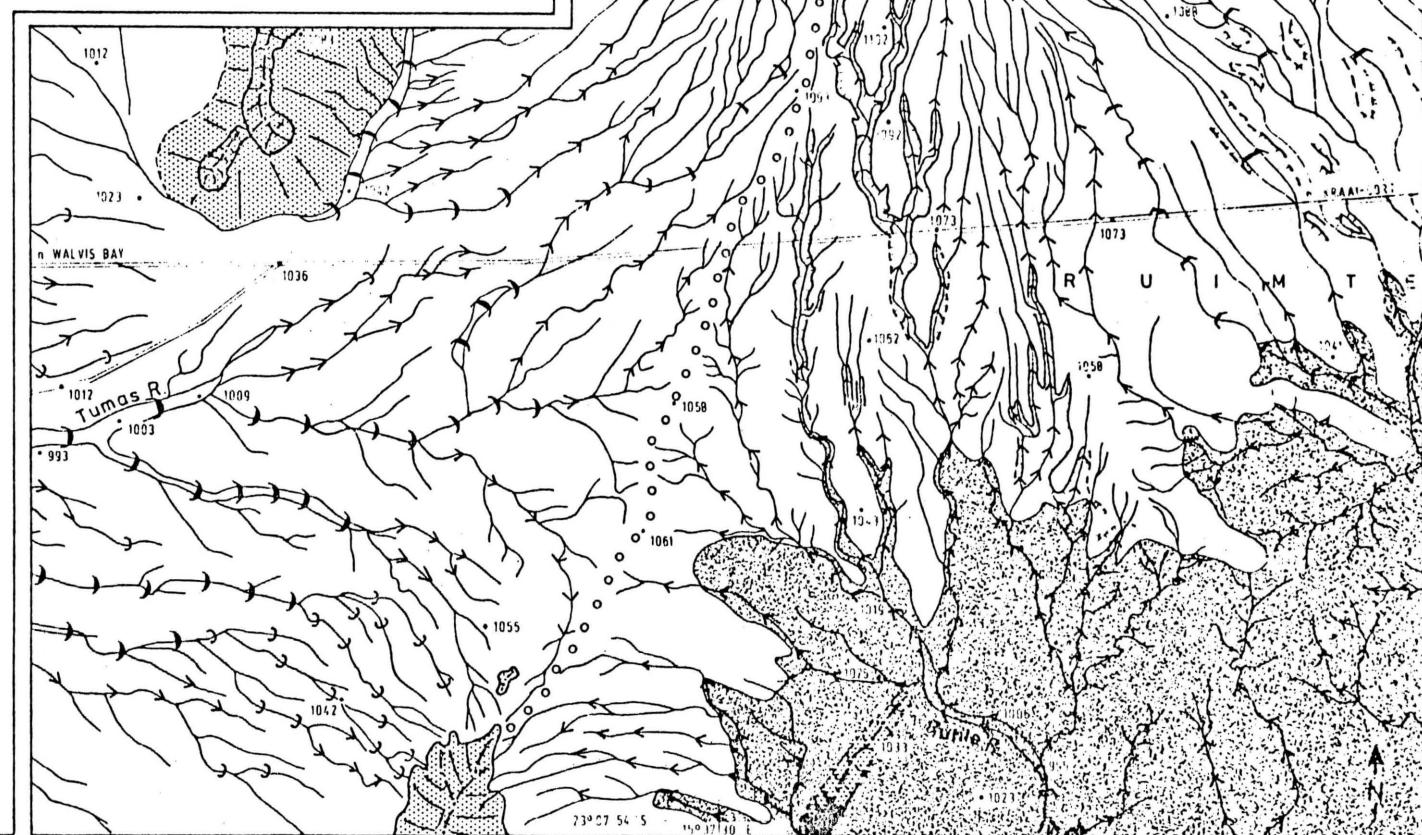
Fluviale Formen beidseitig der Tumas-Kuiseb-Wasserscheide bei Ruimte

Maßstab.

0 1 2 3 km

F. WIENEKE/U. RUST

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14



sein des Grundgebirges von diesen Sedimenten. Weiterhin im Grundgebirge (Khomasserie): Ordnen der vorher subparallelen Gerinne zu dendritischen Systemen, verbunden damit Abnahme der Taldichte. Schließlich im Grundgebirge: Ausklingen von Talformen mit deutlichen Schwemmgerinnebetten (Rutile), Verengung der Querschnitte und Zunahme der Zertalungstiefen (Photo 4).

Topographisch dacht sich das Relief von der Wasserscheide zum Tumas etwas weniger steil als zum Rutile ab (z. B. 1058 zu 993 mit 1,0%, 1058 zu 995 mit 1,5%). *Stratigraphisch* ist die Abdachung zum Tumas hin steiler, denn nam Rutile ist z. B. bei Pkt 995 nicht nur das hangende Sediment (hier um 5 m mächtig), sondern auch das Grundgebirge bereits angeschnitten. Entsprechend ist die *morphologische* Abdachung (etwa diejenige der Oberfläche der kalzifizierten Schwemmsedimente als illusionärer Tangentialfläche zwischen den Rivieren) zum Tumas hin steiler (z. B. 1093 zu 1012 mit 1,0%, 1093 zu 1042 mit 0,8%).

Die obersten Äste des Rutile gehören zum Saum der V-förmigen bis canyonartigen Nebentäler (sog. „Gramadullas“), von welchen Swakop/Khan und Kuiseb begleitet werden (Fig. 1). In den Oberläufen der Gramadullas steht das Grundgebirge häufig unmittelbar im Gerinnebett an oder ist nur lückig von Schwemmsedimenten verhüllt. In bezug auf das Niveau der Flächennamib erreichen die Hauptvorfluter der Gramadullas Eintiefungsbeträge bis über 200 m (Fig. 8).

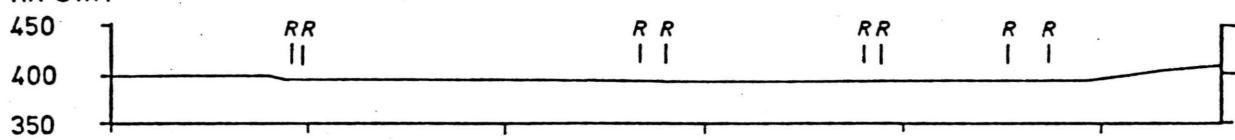
Am mittleren Kuiseb besagen fluviale Terrassen, daß die Ausbildung der Gramadullas mehrphasig erfolgt ist (Fig. 2). Neben dem auf die 40-m-Terrasse ausgerichteten Talrelief (Erstanlage der Gramadullas) lassen sich bei Homeb noch zwei weitere Terrassen in die Nebentäler hinein verfolgen. Diese Terrassen sind jüngerer Entstehung als die Seesedimente von Ossewater. Die untere Terrasse von Homeb, der aktuelle Talboden der Gramadullas, hängt gegenüber dem Gerinnebett des Kuiseb.

Am untersten Swakop vermittelt die von uns vermessene Treppe der Swakopterrassen (oberhalb der Eisenbahnbrücke von Swakopmund) folgendes (Fig. 9): Es gibt Terrassen, auf welche in der Namib wurzelnde Nebentäler mit Übergangsschwemmfächen auslaufen (z. B. TR II, IV, VI), es gibt Terrassen, auf die keine Nebentäler auslaufen (TR III). Letzteres gilt auch für TR V in Fig. 4.

Fig. 6. Fluviale Formen beidseitig der Tumas-Kuiseb-Wasserscheide bei Ruimte. Quellen: Luftbilder 1:36 000 (nicht entzerrt) sowie Topographic Map 1:25 000, beide Trigonometric Survey Windhoek. Ground check, Überfliegung.

- | | |
|--|---|
| 1 Riviere | 9 Grundgebirge (Khomasserie), von kalzifizierten Schwemmsedimenten entblößt |
| 2 V-Tal | 10 Inselberg |
| 3 V-Sohlental | 11 Steilkante |
| 4 Muldental | 12 Steilkante, undeutlich |
| 5 V-Sohlental, gefüllt mit Schwemmsedimenten | 13 Pad (Piste) |
| 6 Muldental, gefüllt mit Schwemmsedimenten | 14 Höhenpunkt in m ü KN SWA (nach Topographic Map 1:25 000, Trigonometric Survey, Windhoek) |
| 7 Wasserscheide zwischen Tumasrivier und Rutilerivier (Kuisebsystem) | |
| 8 Kalzifizierte Schwemmsedimente über Grundgebirge | |

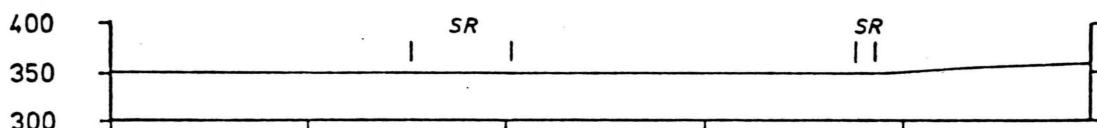
m ü
KN SWA
TopTum 1



N 7° E

S 7° W

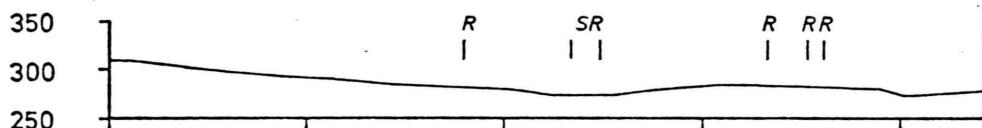
TopTum 2



N 2° E

S 2° W

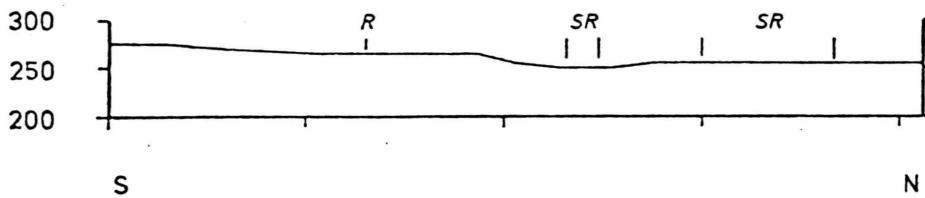
TopTum 3



S 22° E

N 22° W

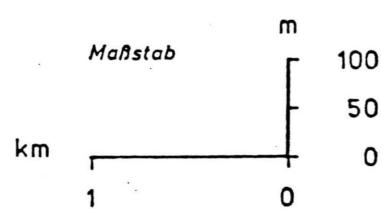
TopTum 4



S

N

Tumasisches Relief



RUST / WIENEKE 1973

3. Deutungsversuch

Die dargelegten Befunde besagen, daß an bestimmten Punkten in der Zentralen Namib offensichtlich zu bestimmten Zeiten teils fluviale Formung, teils äolische Formung, teils Stabilisierung durch Verkrustung von Sedimenten stattgefunden hat. Weiterhin daß diese Ereignisse derartig von Ort zu Ort differiert haben, daß offensichtlich abweichende exogene Realreliefs resultierten.

In konkreter Anwendung der von ROHDENBURG (1970)⁴ entwickelten Alternative zwischen morphodynamischen Aktivitätszeiten und morphodynamischen Stabilitätszeiten unter Hinzuziehung der von Verf. (RUST 1970) formulierten, z. B. schon von KAYSER (1949) angesprochenen geomorphologischen Inwertsetzung der hydrographischen Verhältnisse im Bereich der zum Atlantik ausgerichteten Abdachung des mittleren Südwestafrika (Gegensatz zwischen „autochthonen“ und „allochthonen“ Flüssen) erscheint es sinnvoll, die Deutung mit Hilfe der Vorstellung von „geomorphologischen Milieus“ zu versuchen. Das geomorphologische Milieu sei definiert als Standort mit einer Umwelt, wo unter dem Aspekt „Formbildung“ die Umwelt auf den Standort bzw. umgekehrt der Standort auf die Umwelt einwirkt.

In dem Begriff Umwelt dieser Definition wird bewußt eine neutrale Einstellung dahingehend ausgedrückt, mit welchen Elementen die Umwelt beschrieben werden kann. Konkret, es wird von vornherein versucht, die Umwelt nicht mit einem wie auch immer gearteten „Klima“ zu identifizieren, da dieses unter dem Aspekt Formbildung weder für die aktuelle Morphodynamik noch für irgendwelche Teile des Altreliefs im Gelände oder Labor rekonstruiert werden kann. Die Umwelt ist die Summe der reliefwirksamen „exogenen Kräfte“, von denen in der Zentralen Namib i. w. die „Böden“ (besser bodenartige Bildungen) sowie indirekt über Form und Sediment die Agentien (Wasser, Wind) rekonstruiert werden können, d. h. aus der Summe selbst nur ein mittelbar konservierter Anteil.

So besagen z. B. die Barchansedimente in Pr 31 VI, IV 1 oder 42 II, daß Windtransporte stattgefunden haben; die fluvalen Sedimente in Pr 48 oder 54, daß fluviale Transporte stattgefunden haben; die Vergipsung der fluvalen, äolischen, marinen Sedimente in Pr 42 oder die Vergipsung der fluvalen Sedimente in Pr 47, 48 oder 54, daß Stabilisierung dieser Sedimentkörper nach ihrer Sedimentation stattgefunden hat. Schließlich besagen natürlich fluviale Terrassen oder Täler (z. B. Fig. 4, 6), daß hier fluviale Formung vorliegt; die Dünen am Kuisebsüdufer oder vor dem Tumasvley, daß hier äolische Formung vorliegt. – Mehr besagen diese Befunde nicht.

⁴ Betont sei: Anwendung auf die Zentrale Namib ohne den Anspruch überregionaler Ausweitbarkeit (vor allem in andere klimageomorphologische Zonen).

▷ Fig. 7. Durch ausschließlich autochthone fluviale Formung geformtes fluviales Relief (tumasisches Relief). Querprofile vom mittleren Tumasrivier. R = Rinne, SR = Schwemmrinne (beides gemäß topographischen Karten). Quelle: Topographic Map 1:25 000, Trigonometric Survey Windhoek.

Der Begriff des morphogenetischen Standortes wird eingeführt, um auszudrücken, daß ein einmal gebildetes exogenes Realrelief als solches (etwa „Vorzeitbildung“ i. S. von MORTENSEN 1929 oder Altrelief zuzüglich der nicht-klimatischen „Varianzen“ i. S. von BÜDEL 1961) die Einwirkung der Umwelt auf sich selbst ebenfalls steuert. So begrenzt der vorher geschaffene Canyon samt Nebentälern (Gramadullas) den Rahmen, in dem sich der Kuiseb hinter Dünen aufstaut (Ossewater-Sedimente), so verhindert das Eindringen von Dünen in das 40-m-Terrassenrelief nachfolgende Talbildung auf der Kuisebsüdseite (Hängetäler), so engt das zur Zeit der TR V gebildete Kastental des unteren Swakop (Fig. 4) die nachfolgende Entwicklung des Swakop räumlich ein, der, in das Kastental eingewängt, Durchwanderung der Barchane von S verhindern kann (Pr 30).

Durchdenkt man das altbekannte hydrographische Phänomen des Fremdlingsflusses *geomorphologisch*, d. h. unter dem Aspekt, wie sich ein Fremdlingsfluß talbildend auswirkt, und zieht die Tatsache hinzu, daß man es in der Zentralen Namib *nur mit regenfallabhängigem „Abkommen“ von Rivieren* zu tun hat, dann gelangt man zu den folgenden drei geomorphologischen Milieus⁵.

Feucht-Aktivität: An einem Standort fallende Niederschläge werden reliefwirksam. Es bilden sich dort selbst Täler durch das Zusammenwirken von Linearerosion und Flächendenudation (LOUIS 1957 b), wobei diese beiden Detailaspekte der Talbildung eigentlich keine Gegensätze sind, sondern ein einheitlicher Prozeß (abfließendes und formendes Wasser). Die Ausbildung von Tiefenlinien und von auf diese ausgerichteten Hängen (d. h. Täler) wird gesteuert von den sonstigen Standortgegebenheiten (Petrovarianz, vorgegebenes Relief usw.). Die Talbildung kann in bezug auf den Standort als *autochthone* fluviale Formung definiert werden.

Trocken-Stabilität: Das Niederschlagsangebot an einem Standort reicht nicht zur Talbildung aus, sondern nur zur Bodenbildung (hier Wüstenrohböden bzw. bodenartige Bildungen wie Vergipsung und Kalzifizierung von Sedimenten). Das Relief wird stabilisiert, es herrscht Formungsruhe. Unter dem Aspekt Formbildung herrscht logischerweise ein Nicht-Milieu. Reicht ein Fremdlingsfluß in ein solches stabiles Relief hinein, so kann er mit ROHDENBURG (1971) als isolierter Aktivitätsbezirk aufgefaßt werden, in dessen Gerinnebett (und nur dort) Formbildung (Sedimentation, Transport, Erosion) stattfinden kann. In bezug auf den Standort kann diese Formung als *allochthone* fluviale Formung definiert werden.

⁵ Wie lange ein derartiges Milieu jeweils geherrscht hat, sei hier nicht diskutiert. Reliefwirksamkeit (BÜDEL 1971) eines Milieus setzt sicher einen bestimmten Zeitraum „von“ – „bis“ voraus (vgl. WIENEKE & RUST 1973a, „klimageomorphologische Phase“ definiert als Zeitdiskretum, in welchem ein bestimmtes geomorphologisches Milieu herrscht).

Photo 3. Mittleres Tumasrivier (Rivierbett ca. 350 m ü KN SWA). Blick nach NE. Das ▷ Bett des Tumas ist stabilisiert. Es ist Hauptvorfluter von Schwemmrinnen. In Schwemsedimenten sind mächtige Gipskrusten entwickelt. Die vergipsten Schwemmsedimente sind zu Terrassen in nicht korrelierbarer Höhenlage zerschnitten. Mittelgrund: Granitinselberg (Typ Walfischrücken).



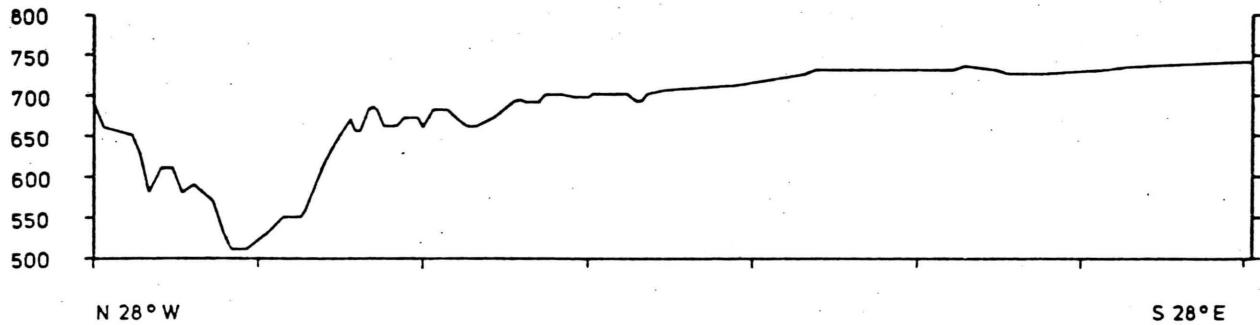
Photo 4. Gramadullarelief an Rutile (Bildmitte vorn) und Kuiseb (Mitte hinten); links Pad Walvis Bay – Gansberg. Die engständige Zertalung in Ausrichtung auf den allochthonen Kuiseb hat das Grundgebirge (Khomasserie) von überlagernden, hier kalzifizierten Schwemmsedimenten entblößt. Im Vordergrund links auf Riedeln Reste der Sedimente. Das Gramadullarelief ist somit ein tieferes, in die Flächennamib eingelassenes fluviales Stockwerk, gekennzeichnet durch V- bis canyonartige Talquerprofile.

Trocken-Aktivität: Das Niederschlagsangebot an einem Standort ist so gering, daß der Wind formbildend aktiv werden kann, sofern transportable Korngrößen (in der Namib Barchansande) transportabel vorliegen (Rivierbetten, trockenfallender Schelf, Dünennamib). Je nachdem ob ein Fremdlingsfluß den Standort mit bestimmt oder nicht und je nachdem ob er der Windformung entgegenwirken kann oder nicht, wird der Wind reliefwirksam.

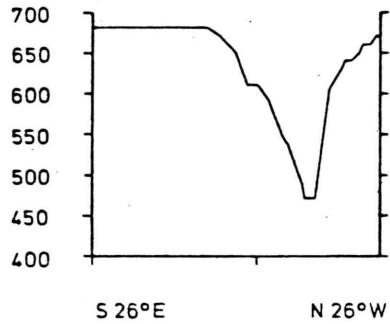
Mit dem so entwickelten Denkmuster geomorphologischer Milieus lassen sich

Fig. 8. Durch wechselnd autochthone und allochthone fluviale Formung geformtes Relief (Gramadullarelief). Querprofile vom mittleren Kuisebrivier. Quelle: Topographic Map 1 : 25 000, Trigonometric Survey Windhoek. ▷

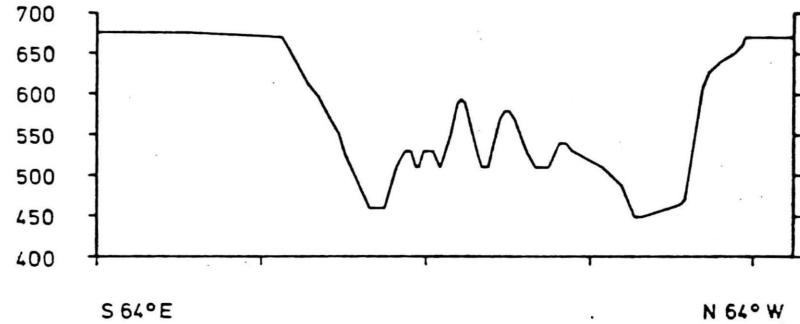
m ü
KN SWA TopKui 1



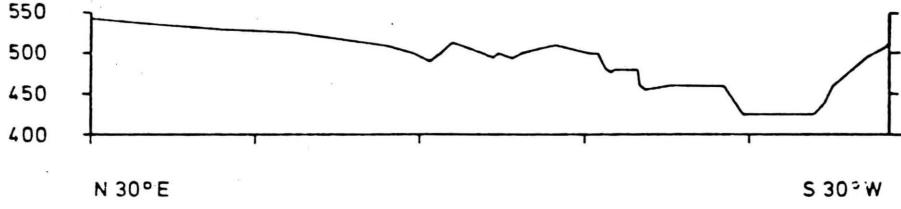
TopKui 2



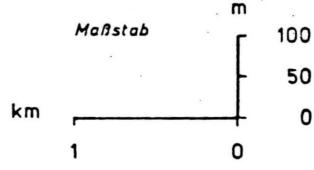
TopKui 3 [Kuisebknie bei Hudaob]



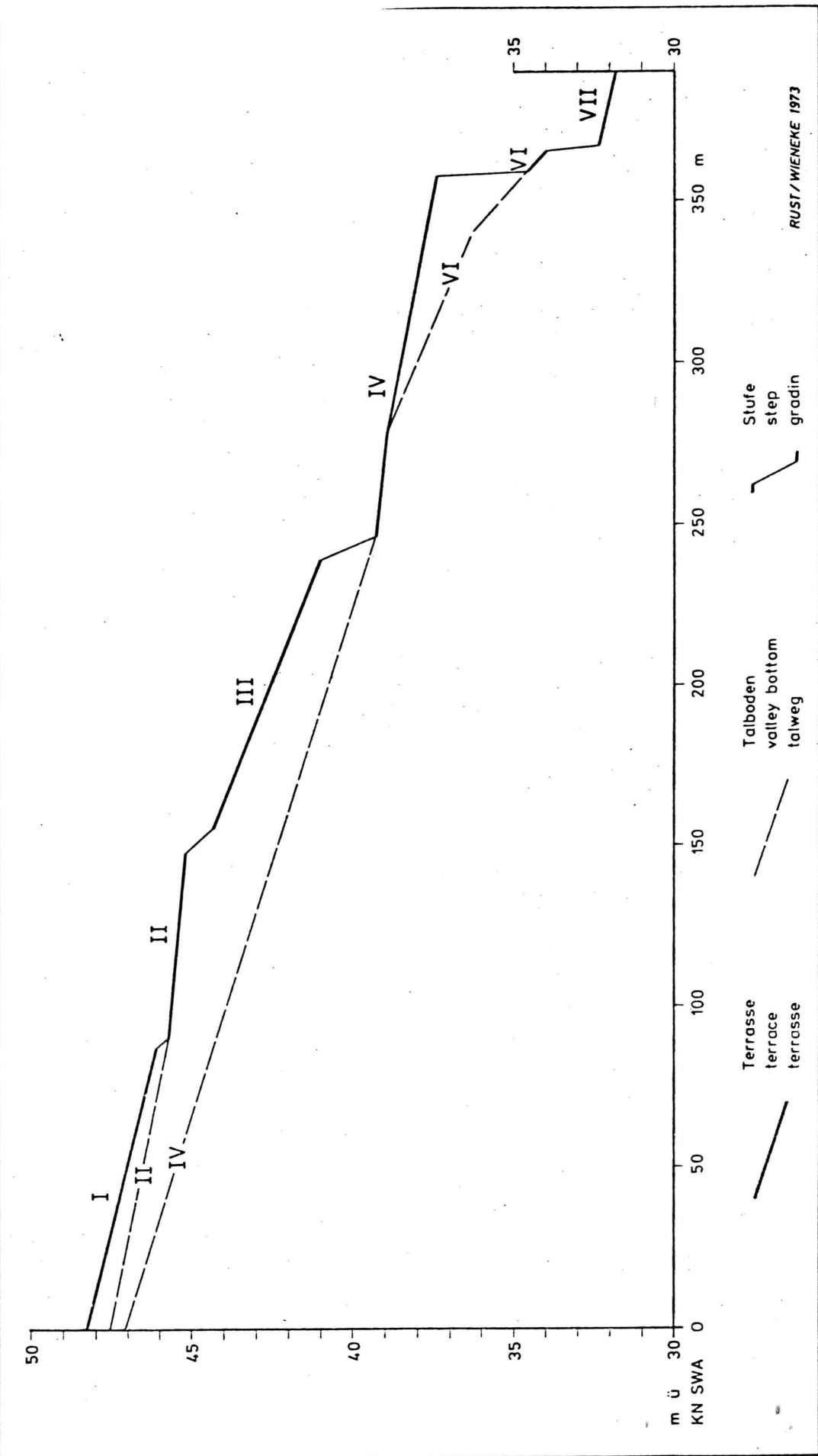
TopKui 4 [Homeb]



Gramadullarelief



RUST / WIENEKE 1973



die in cap. 2. vorgeführten Standorte plausibel erklären als das Produkt der Aufeinanderfolge bestimmter geomorphologischer Milieus bzw. als Aufeinanderfolge bestimmter klimageomorphologischer Phasen.

Die durch Dünenbildung versperrten fluvialen Reliefs sind das Produkt der Sukzession Trocken-Stabilität oder Feucht-Aktivität zu Trocken-Aktivität. Die Seesedimente von Ossewater z. B. zeigen also ein „Trockener“ werden der geomorphologischen Umwelt an. – Die graduellen Unterschiede der Laufversperrung sind Effekt der Standorteinwirkung auf die äolische Formung. Die Erhaltung von Reliefs der so gekennzeichneten Milieusukzession hängt bei erneuter Änderung des geomorphologischen Milieus ebenfalls vom Standort ab (z. B. Talform: etwa aktueller unterer Swakop; Mächtigkeit der äolischen Sedimentation: etwa Tumasvley, wo spätere autochthone Talbildung verhindert wird, etwa Barchansedimente Mile 4, wo der allochthone Swakop später durchbrechen konnte). Unter dem Aspekt der zeitlichen Entwicklung ergibt sich, daß die Dünen der Dünennamib den Kuiseb in bezug auf sein Längsprofil zu verschiedenen Zeiten erreicht bzw. überschritten haben.

Die durch ausschließlich autochthonen fluviale Formung gekennzeichneten Reliefs (bei WIENEKE/RUST 1973 a „tumasisches Relief“) sind das Produkt der Sukzession Feucht-Aktivität zu Trocken-Stabilität (totale Formungsruhe). Sie kennzeichnen die fluvialen Reliefs der Zentralen Namib, die keinen hydrographischen Anschluß zum Hochland aufweisen (Mile 30, Tumasrivier). Am mittleren Tumas ist diese Sukzession alternativ sicherlich mehrfach aufgetreten, was die Schwemmfächerterrassen erklärt sein läßt⁶.

Die Reliefs wechselnd autochthoner und allochthoner fluvialer Formung (Gramadullarelief) sind das Produkt der Sukzession Feucht-Aktivität zu Trocken-Stabilität und umgekehrt, wobei in der Trocken-Stabilität das Gerinnebett des allochthonen Vorfluters in sonst stabiler Umgebung tiefer gelegt werden konnte. Am Swakopunterlauf wird dies belegt durch die nebentallosen Terrassen, am aktuellen Kuiseb durch die hängenden Talböden der Gramadullas (Fig. 4, 9, 2). Die Gramadullazertalung (Nebentalbildung) selbst setzt stets feucht-aktive Milieus (autochthone fluviale Formung) voraus.

In der Zentralen Namib gibt es also, was bisher nicht bekannt war, zwei fluviale Relietypen und einen fluvial-äolischen Mischtyp, die man als Produkt

⁶ Gerade im Vergleich (Lagevergleich) zur evidenten Mehrphasigkeit (Terrassen) im Gramadullarelief steht zu vermuten, daß auch die Schwemmfächerterrassen Mehrphasigkeit der autochthonen Formung dokumentieren. Sie ist jedoch nicht geländemäßig nachweisbar in dem Sinne, daß bestimmte Teilformen zu bestimmten Phasen gleichen Alters zusammengefaßt werden können. Dies liegt im Verhältnis zwischen Linearerosion und Flächendenudation im Bereich autochthoner fluvialer Formung begründet, über dessen grundsätzliche Problematik a.a.O. berichtet werden soll (RUST, U. & F. WIENEKE: Geomorphologie der küstennahen Zentralen Namib (Südwestafrika), Manuskrift München 1974).

▷ Fig. 9. Terrassensequenz am unteren Swakop (oberhalb der Eisenbahnbrücke bei Swakopmund). (Nach eigenen Vermessungen. Höhen auf barometrischer Basis [Thommen-Präzisions-Barometer]).

regelhafter Milieusukzessionen genetisch erklären kann. Die reale Bindung der beiden fluviyalen Typen an Fremdlingsflüsse (Swakop, Kuiseb) bzw. autochthone Namibgerinne (Tumas, Mile 30), macht klar, daß die *unterschiedliche morphologische Wertigkeit des trocken-stabilen Milieus* (einmal mit isoliertem Aktivitätsbezirk, einmal ohne) die Hauptursache der Typdifferenzierung ist, die sich quantitativ in den grundsätzlich verschiedenen Zertalungstiefen äußert (vgl. Fig. 7 und 8). Die allochthonen Vorfluter vermögen in trocken-stabiler Umgebung die Basisdistanz trotzdem durch Einschneiden zu erhöhen. Daß die so erklärbare *Basisdistanz* die einzige Varianz ist, die verbleibt, um die Entwicklung im Wasserscheidengebiet Tumas-Kuiseb zu erklären, ist evident: Die (evtl., s. cap. 4.) vorgegebene Abdachung zum Tumas hin ist steiler (!), tektonische oder „klimatische“ Abweichungen sind größtenteils auszuschließen. Beim Umschwung zum feucht-aktiven Milieu stellt sich die autochthone fluviale Formung der Nebentäler im Rutile-System auf die nur zum allochthonen Kuiseb vorgegebene erhöhte Basisdistanz durch Einschneidung ein (Fig. 6).

4. Anmerkungen

Verf. (RUST 1970) hat in Fortführung des Ansatzes von LOUIS (1957 a) herausgearbeitet, daß im mittleren Südwestafrika mit dem „Canyontypus der Talbildung“ ein eigenständiger Typ des fluviyalen Abtragungsreliefs vorliegt, der durch steile Reliefsockelfläche und gleichzeitig hohe Zertalungstiefen charakterisiert ist (Karte 1 in RUST 1970).

Die hier vorgetragenen Befunde lassen diese Auffassung etwas vertiefen. In den Zertalungstiefen dürfte – zumindest auch⁷ – der Allochthonie-Effekt in trocken-stabilem Milieu zum Ausdruck kommen, denn bekanntlich tangiert die Reliefsockelfläche die Tiefenlinien des Reliefs von unten – hier diejenigen der Fremdlingsflüsse.

Der steile Anstieg der Reliefsockelfläche, der dem in LOUIS' (1957 a) Flachmuldentalyptus entspricht, verweist andererseits darauf, daß womöglich ein präexistentes Flachmulentalrelief die Längsgefälletwicklung auch der Fremdlingsflüsse mit beeinflußt hat. Dies wird weiterhin bestätigt durch das Altrelief der Inselberglandschaften am Namib-Innenrand (RUST 1970) (oder Fig. 6 bei Ruimte) und schließlich bodenkundliche Befunde auch aus der Zentralen Namib (SCHOLZ 1968), die auf bodenbildende Bedingungen schließen lassen, wie sie nicht mehr für das Milieu Trocken-Stabilität charakteristisch sind. Daraus folgt weiterhin: Es ist nicht auszuschließen, daß im Relief ausschließlich autochthoner

⁷ Wie a.a.O. (WIENEKE & RUST 1973a) ausgeführt, ist für die Zertalungstiefe tektonischer Einfluß als mitsteuernd nicht auszuschließen. Weiterhin: Wenn man bedenkt, daß die Schwemmfächerterrassen am mittleren Tumas nur in 250–450 m ü KN SWA auftreten, außerdem daß die Gramadullazertalung am Kuiseb unterhalb Gobabeb (Fig. 1) ausklingt, am Swakop 30 km östlich Swakopmund, ist eine erosionsverstärkende etwa NNW-SSE-verlaufende Aufwölbung der Zentralen Namib nicht auszuschließen. Diese wäre dann aber – auch – ins Pleistozän zu stellen.

fluvialer Formung (Tumas) nur eine ganz geringe Überprägung eines „Flachmuldental“-Altreliefs vorliegt. Bei Mile 30 ist dies sicher nicht der Fall! Wir haben dafür am mittleren Tumas keine Sekundärindizien gefunden (z. B. Bodenrelikte einer „feuchteren“ Vergangenheit). Andererseits spricht die Größe des Einzugsgebietes des Tumas im Vergleich zu den schmalen Gramadullasäumen durchaus für diese Annahme⁸.

Es gilt klarzustellen, daß durch Einführung des geomorphologischen Milieus keineswegs behauptet werden soll, das „Klima“ sei für die exogene Formung nicht verantwortlich. Die Beziehung Form/Klima ist nur keine direkte. Am konkreten Beispiel der Zentralen Namib ist es mit dem Milieu-Konzept möglich, in einem klimatisch einheitlichen Gebiet trotzdem die zeitlich und räumlich differenzierte Reliefentwicklung besser zu verstehen (vgl. die zeitlich-räumliche Milieudifferenzierung für die küstennahe Zentrale Namib in WIENEKE & RUST 1973 a Abb. 5).

Mit Hilfe des erarbeiteten Spektrums der drei geomorphologischen Milieus läßt sich schließlich eine *geomorphologische* Definition des „Trockenraumes“ Zentrale Namib geben: Er ist dasjenige Gebiet, in welchem die drei geomorphologischen Milieus Feucht-Aktivität, Trocken-Stabilität und Trocken-Aktivität im Verlaufe der Zeit alterniert haben. Unter dem einengenden Aspekt „fluviale Formung“ (nur Alternieren von feucht-aktiv zu trocken-stabil bzw. umgekehrt) kann dieser Trockenraum als Canyontypus der Talbildung beschrieben werden, wenn man den Faktor Zeit in die Typusdefinition mit einbringt. Seine Eigenständigkeit erhält der Canyontypus aus der morphologischen Wertigkeit des trocken-stabilen Milieus. Der Trockenraum Zentrale Namib ist nicht Teil etwa der „Trockenzone“ i. S. von MENSCHING (1968) oder der „région sèche“ i. S. von TRICART & CAILLEUX (1965), denn er ist durch Talreliefs gekennzeichnet, nicht durch Pedimente.

Literatur

- BODECHTEL, J. & H. G. GIERLOFF-EMDEN (1969): Weltraumbilder der Erde. – München, 176 p.
- BÜDEL, J. (1961): Die Morphogenese des Festlandes in Abhängigkeit von den Klimazonen. – Die Naturwissenschaften 48: 313–318.
- (1971): Das natürliche System der Geomorphologie mit kritischen Gängen zum Formenschatz der Tropen. – Würzburger Geographische Arbeiten 34: 152 p.
- GOUDIE, A. (1972): Climate, weathering, crust formation, dunes, and fluvial features of the Central Namib Desert, near Gobabeb, South West Africa. – Madoqua II/1: 15–32.
- KAYSER, K. (1949): Ein Vergleich mit der Entwicklung der Großen Randstufe auf der Westseite Südafrikas. – OBST, E. & K. KAYSER: Die Große Randstufe auf der Ostseite Südafrikas und ihr Vorland. – Geographische Gesellschaft zu Hannover, Sonderveröffentlichung III: 250–275.

⁸ Weitere Spekulation erübrigt sich. Bekanntlich ist die Zentrale Namib seit Stormberg Abtragungsgebiet (MARTIN 1965).

- LOGAN, R. F. (1960):** The Central Namib Desert South West Africa. – National Academy of Science – National Research Council, Washington D.C., Publication Nr. 758: 162 p.
- LOUIS, H. (1957a):** Der Reliefsockel als Gestaltungsmerkmal des Abtragungsreliefs. – Stuttgarter Geographische Studien 69 (Hermann-Lautensach-Festschrift): 65–70.
- (1957b): Rumpfflächenproblem, Erosionszyklus und Klimageomorphologie. – Machatschek-Festschrift, Petermanns Geographische Mitteilungen, Erg.-H. 262: 9–26.
- MARTIN, H. (1963):** A suggested theory for the origin and a brief description of some gypsum deposits of South West Africa. – Transactions and Proceedings of the Geological Society of South Africa LXVI: 345–351.
- (1965): The Precambrian Geology of South West Africa. – Cape Town (The Precambrian Research Unit, University of Cape Town), 159 p.
- MENSCHING, H. (1968):** Bergfußflächen und das System der Flächenbildung in den ariden Subtropen und Tropen. – Geologische Rundschau 52: 62–82.
- MORTENSEN, H. (1929):** Über Vorzeitbildungen und einige andere Fragen in der nord-chilenischen Wüste. – Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg XL: 202–239.
- ROHDENBURG, H. (1970):** Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. – Eiszeitalter und Gegenwart 21: 81–96.
- (1971): Einführung in die klimagenetische Geomorphologie anhand eines Systems von Modellvorstellungen am Beispiel des fluviyalen Abtragungsreliefs. – 2. Auflage, Gießen, 350 p.
- RUST, U. (1970):** Beiträge zum Problem der Inselberglandschaften aus dem Mittleren Südwestafrika. – Hamburger Geographische Studien 23: 278 p.
- RUST, U. & F. WIENEKE (1973):** Grundzüge der quartären Reliefentwicklung der Zentralen Namib, Südwestafrika (Erste ausgewählte Ergebnisse einer Forschungsreise 1972). – Journal S.W.A. Wissenschaftliche Gesellschaft Windhoek XXVII: 5–30.
- SCHOLZ, H. (1968):** Die Böden der Namib / Südwestafrika. – Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 119: 91–107.
- STENGEL, H. W. (1964):** Die Riviere der Namib und ihr Zulauf zum Atlantik. Teil I: Kuiseb und Swakop. – Scientific Papers of the Namib Desert Research Station 22: 50 p.
- TRICART, J. & A. CAILLEUX (1965):** Le modèle des régions sèches. Fasc. II: Les Formes de relief caractéristiques des régions sèches. Survivances et paléoformes. – Paris, 179 p.
- WIENEKE, F. (1974):** Entwicklung und Differenzierung des Reliefs der Küste der Zentralen Namib. – Vortrag, 1. Symposium Deutscher Arbeitskreis für Geomorphologie Würzburg 1974.
- WIENEKE, F. & U. RUST (1973a):** Klimageomorphologische Phasen in der Zentralen Namib (Südwestafrika). – Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in München 58: 79–96.
- WIENEKE, F. & U. RUST (1973b):** Variations du niveau marin et phases morphoclimatiques dans le désert du Namib central, Afrique du Sud-Ouest. – Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia Lisboa VIII/15: 48–65.

Anschrift des Verfassers:

Dr. UWE RUST
Geographisches Institut der Universität
D-8000 München 2
Luisenstr. 37
BRD