

*Kaiser, E.*, Das Fischsterben in der Walfischbucht. Palaeobiologica, hrsg. v. O. Abel. Wien. 1930. Bd. III, S. 14—20.

*Külz, W.*, Deutsch-Südafrika im 25. Jahre deutscher Schutzherrschaft. Süsserot. Bln. 1909.

*Karstedt, O.*, Der weiße Kampf um Afrika. Otto Stollberg. Bln. 1937. Bd. I, S. 441 (Walfischbai).

*Mayer, A.*, Helden, Reise, Fische, 1000 Jahre Seefahrt. P. Franke. Bln. 1936.

*Morell jr., B.*, A narrative of four voyages to the South Sea, North and South Pacific Ocean, Chinese Sea, Ethiopic and Southern Atlantic, Indian and Antarctic Ocean, from the year 1822 to 1831, New York 1841.

*Moritz, E.*, Die ältesten Reiseberichte über Deutsch-Südwestafrika. Mit. d. Schutzgeb., Bln. 1915. Bd. 28. S. 16.

Official Yearbook of the Union of South Africa. Government Printing and Stationery Office Pretoria. 1910—1838.

*Petrie*, Morell's narrative of a voyage to the south and west coast of Africa, containing the information from whence originated the present trade in guano, found on certain islands on that coast. Witthaker & Co. London. 1844.

*Range, P.*, Reisestudien in Groß-Namaland, Zs. Ges. f. Erdk. Bln. 1908. S. 664—687. — *Ders.*, Begleitwort zur Skizze der Karte Südwestafrika bei Plumpudding und Sinclairs Insel. Mitt. D. Schutzgeb. 1910. H. 3. — *Ders.*, Lüderitzland, ebd. 1911. H. 1. — *Ders.*, Geologie des deutschen Namalandes. Beiträge zur Geologie der deutschen Schutzgebiete, Bln. 1912. — *Ders.*, Südwestafrika, Geologie und Bergbau. — Geologie der deutschen Schutzgebiete. Sonderdruck a. d. Zs. d. D. Geolog. Ges. Bd. 89/1937, H. 8/9, S. 468—509. Enke. Stgt.

Reports presented by the Government of the Union of South Africa to the Council of the League of Nations, concerning the Administration of South West Africa, 1922—1938.

*Reuning, E.*, Gediengen Schwefel in der Küstenzone Südwestafrikas. Zentralbl. f. Mineralogie 1925, Abt. A, S. 86/94.

*Schultze-Jena, L.*, Die Fischerei an der Westküste Südafrikas. Bericht über Untersuchungen an der deutsch-südwestafrikanischen Küste und am Kap der guten Hoffnung, der Kolonialabteilung des Auswärtigen Amts erstattet. O. Salle, Bln. 1907 (Abh. d. deutschen Seefischerei-Vereins, Bd. IX, 1907). — *Ders.*, Aus Namaland und Kalahari. Jena. 1907.

*Stappf*, Das Kuisib-Tal. Pet. Mitt. Bd. 33. Gotha. 1887. S. 202.

*Stutzer-Wetzell*, Lagerstätten der Nicht-Erze. Borntraeger. Bln. 1932.

*Theal, G. M.*, South Africa. London. 1910. — *Ders.*, History of South Africa from 1795 to 1872. 3 Bde. London. 1915/1916.

*Vedder, H.*, Das alte Südwestafrika. M. Warnack. Bln. 1934.

*Vogel, C.*, Der Guano, seine Entstehung, Fundorte und Geschichte. Schotte u. Co. Bln. 1850.

*Voigt, B.*, Im unentdeckten Südafrika, nach des schwedischen Naturforschers *Karl Johann Andersson* Berichten bearbeitet. Safari-Verlag. Bln. 1936.

*Volkemann, R.*, Die Schutztruppe in Deutsch-Südwestafrika sucht einen Hafen. Dt. Kolonialztg. 1940. H. 10. S. 185.

*Watson, A. C.*, The Guano Islands of South Western Africa. Geographical Review, publ. by the American Geographical Society. New York. 1930, Bd. 20, S. 631—641.

## DIE GEHEIMNISSE DES KUNENELAUFES IN SÜDANGOLA UND SÜDWESTAFRIKA

W. Beetz

Mit 4 Abbildungen

Nur an der Südgrenze und an der Nordgrenze der 1300 km langen Küste Südwestafrikas erreichen ständig fließende Flüsse das Meer. Es ist dies im Süden der Oranjefluß mit seinem riesigen Einzugsgebiet; in dem er den Großteil der Hochfläche des inneren Südafrikas mit der Südkalahari entwässert. Im Norden ist es der Kunenefluß, dessen Unterlauf von der atlantischen Küste her auf 300 km die Grenze zwischen Südwestafrika und Angola bildet. Der Oberlauf durchfließt von Norden nach Süden bis Naulila das regenreiche Hochland, das als Planalto de Mossamedes bekannt ist, und entspringt in der Nähe der Bahnlinie Lobito Bay-Kongo östlich des Städtchens Nova Lisboa (Huambo).

Nur in der Nordhälfte des Küstenlandes Südwestafrikas, d. h. innerhalb der 650 Kilometer zwischen Walvisbay und Kunene, existieren Trockenflüsse, die das der Küste parallel laufende Randgebirge nach dem Innern zu durchbrochen haben. Bei Walvisbay ist es als erster Trockenfluß

der Kuiseb, der, aus dem Innern vom Komass-Hochland kommend, das Randgebirge und auch den Dünengürtel durchbricht. Bei Swakopmund ist es der Swakop, in dessen Tal viele blühende Pflanzungen liegen, weiter nördlich der Eisib als Unterlauf des Omarurufusses, dann der Ugab, der nördlich vom Brandberg tiefe Kanyons bildet, und schließlich noch die Trockenflüsse Huab, Hoanib und Hoarusib. Nur wenn im Innern in der Regenzeit gute Regen fallen, kommen diese Flüsse ab, wie man sagt, füllen sich ihre Betten mit Wasser, das kurze Zeit bis ins Meer abfließt. Hat sich das Wasser wieder verlaufen, so findet man doch in der Regel in den Flußbetten an vielen Stellen nach kurzem Graben noch Grundwasser das ganze Jahr hindurch an. Man nennt solche Trockenflüsse in Südafrika „Riviere“ und im Portugiesischen „Dambas“.

In der Südhälfte der südwestafrikanischen Küstenwüste, d. h. innerhalb der 650 Kilometer von Walvisbay bis zum Oranjefluß, ist es keinem

Flußsystem gelungen, das Randgebirge nach dem Innern zu durchbrechen. In diesem Teil der Küstenwüste hat ein extrem arides Klima bis weit ins Tertiär zurück geherrscht, d. h. bis in eine geologische Periode, während der die Hauptaufwölbung des Randgebirges stattfand. Deshalb hat den Flußläufen dieses Gebietes die Erosionskraft gefehlt, um, der Aufwölbung folgend, das Randgebirge in Flußläufen zu durchschneiden.

Die Sandmassen, die der Oranjefluß in die See schwemmt, werden an flachen Küstenpartien nördlich seiner Mündung am Strand ausgeworfen und haben als Wanderdünenzüge unter dem Einfluß der herrschenden Südstürme große Flächen der Namibwüste im Küstengebiet überschüttet, bis sie nördlich von Lüderitzbucht in ein bis 150 km breites Dünenmeer einmünden, das erst vom Kuiseb, wie oben beschrieben, wieder durchbrochen wird.

Kuiseb und Swakop gelingt es, die von Süden andrängenden Sandmassen in die See zu spülen, aber nicht weit nördlich von Swakopmund wird der Sand wieder an den Strand gespült, und neue Dünenzüge bilden sich, bis der nächste Trockenfluß und schließlich der Kunene die andrängenden Sandmassen wieder forträumt. Aber auch in der Küstenwüste nördlich vom Kunene wiederholt sich die Dünenbildung und kommt erst an der Mündung des Corocaflusses bei Porto Allegre zum Stillstand.

Das zwischen Ugab und Kunene liegende Küstengebiet ist das Kaokofeld. Es ist sehr wenig bekannt und noch ganz unerschlossen. Je weiter nach dem Norden zum Kunene hin, um so unbekannter ist es, besonders da südlich der Kunenemündung die wild zerklüfteten Randgebirgsmassen näher an die Küste herantreten und ein bis 60 km landeinwärts reichendes neues Dünenmeer sich gebildet hat. Das Betreten des Kaokofeldes ist nur mit besonderer Erlaubnis der Behörden, die nur selten erteilt wird, gestattet. Von Outjo her sind einige Farmen gegen das Kaokofeld vorgeschoben, sonst leben keine Weißen in diesem Gebiet. Es gibt noch viel Großwild im Kaokofeld, Elefanten, Nashörner, Löwen, Leoparden, Giraffen usw., und einige Eingeborenentämme, z. B. Topnaar- und Swartboi-Hottentotten, meist aber den Hereros verwandte Eingeborene hausen an Quellen und Revieren mit Grundwasser. Am Kunene liegt in etwa 300 km Entfernung von der Küste bei den Kambele- oder Rucana-Fällen ein kleines Fort, das als Stützpunkt für gelegentliche Polizeipatrouillen dient. Westlich von hier hört die Regierungskontrolle praktisch auf.

Ähnlich ist es auf der Nordseite des Kuneneunterlaufes. Auch hier war der Kunene in der

Küstenwüste und weit ins Inland hinein völlig unbekannt. An der Küste nördlich der Kunenemündung liegt die erste Siedlung bei 50 km Entfernung am Süden der Tigerbucht oder Großen Fischbucht. Es handelt sich um eine kümmerliche Fischersiedlung, die von der See her versorgt wird und mit dem Inland keine Verbindung hat. Sie wird von über 100 m hohen Dünen vom Inland abgeschnitten. Dann folgt an der Küste bei 175 km nördlich der Kunenemündung der große Naturhafen Porto Allegre mit Fischersiedlung, an der Corocamündung gelegen. Von hier aus besteht auch eine Landverbindung mit dem 70 km weiter nördlich gelegenen Hafen Massamedes an der Kleinen Fischbucht, dem Ausfuhrhafen des südlichen Angolas, von dem eine Kleinbahn ins Inland nach Lubango auf dem Planalto de Mossamedes führt. Bei Mossamedes münden die beiden am Chella-Randgebirge entspringenden Trockenflüsse Rio Bero und Rio Giraul in das Meer. Der bei Porto Allegre mündende Corocafluß führt einen großen Teil des Jahres über Wasser und bildet nicht weit von seiner Mündung einen kleinen See. An der Mündung ist er teilweise durch Sandbarren abgeschlossen. Der Coroca bildet ein bedeutendes Flußsystem und reicht mit seinen Quellflüssen bis weit in das Inland östlich des Randgebirges. Die Küstenwüste Südwestafrikas setzt sich nach Angola hinein fort bis 100 km nördlich Mossamedes, wo sie bei dem Kap Chapeu Armado endet.

Von der Kunenemündung landeinwärts beginnt hinter der völlig unbewohnten und von Sandstürmen durchtobten, 70 km breiten Küstenwüste ein wildes Bergland, das in eine unwegsame Buschfläche übergeht, die Tunda genannt wird. Bergland und Tunda sind voll Großwild, besonders ist die Löwenplage so stark, daß sich Eingeborene mit ihren Herden kaum halten können und vorziehen, nach Süden in das Kaokofeld auszuweichen. Das Raubwild hat besonders seit der Zeit überhandgenommen, in der die Angolaburen, deren bevorzugtes Jagdgebiet die Tunda war, nach Südwestafrika ausgewandert sind. Östlich der Tunda kommt man zuerst in das Gebiet der Mandimba und Wahumbe am Caculovar und westlich vom oberen Kunene, dann folgt zwischen Kunene und Okavango das Ovamboland. Die Ovambos wohnen auf beiden Seiten der Angola-Südwestafrikagrenze. Auf portugiesischem Gebiet sind einige Stämme noch nicht völlig unter Regierungskontrolle, und es bestehen dort nur randliche Polizeiposten. So kam es, daß der untere Kunenelauf geographisch ganz unerforscht und auch ein Teil des Mittellaufs oberhalb der Montenegro-Fälle wenig bekannt war. Und doch liegt gerade in diesen Teilen die Lösung für die Geheimnisse des

Kunenelaufes: seinen ganz jugendlichen Unterlauf und seine durch zwei große Fälle bezeichnete doppelte Erosionsbasis.

Zu Beginn der dreißiger Jahre bestand die Absicht, eine Bahnverbindung von Südrhodesien nach der Westküste zu schaffen. Sie sollte kürzer sein, als die bisher über Kapstadt und Beira bestehende und den Überschuß an Farmprodukten dem europäischen Markt näher bringen, um mit dem Weltmarkt konkurrieren zu können. Man dachte daran, die neue Bahn von Südrhodesien an schon vorhandene Strecken in Südwestafrika anzuschließen, aber auch daran, eine Bahn an die Kunenemündung zu bauen und die Flußmündung als Ausfuhrhafen zu benutzen. Man hielt dies für möglich, da der Mittellauf des Kunene im Ovamboland teilweise schiffbar ist und ein breites Tal bildet. Von Interesse war auch, daß in Strandwällen an beiden Seiten der Oranjemündung in den zwanziger Jahren ungewöhnlich reiche Diamantlagerstätten entdeckt worden waren, die man von den Diamantvorkommen im Innern ableitete; da auch im Innern Angolas im Kasaibecken umfangreiche Diamantlagerstätten existieren und auch sonst vereinzelt in Angola Diamanten an verschiedenen Stellen gefunden wurden, vermutete man auch in Strandwällen an der Kunenemündung die Möglichkeit von Diamantlagerstätten. Deshalb wurden von der Angola-Diamantengesellschaft (Companhia dos Diamantes de Angola) Schürfkolonnen ausgeschiedt, die die Strandablagerungen zwischen Porto Allegre und der Kunenemündung auf Diamanten untersuchen sollten. Hierbei wurden Straßen ausgefahren, die sich allmählich bis zur Kunenemündung erstreckten, und es wurden für Aufnahme der Lage der Schürfungen zahlreiche Fixpunkte geschaffen und Routenaufnahmen durchgeführt.

Als ich 1932 in Verbindung mit diesen Diamantschürfungen den Südwesten von Angola untersuchte und auf zahlreichen Routen durchquerte, führte kein Weg von Mossamedes nach dem Südosten zum Kunene. Jedoch sprach man von einem Wege, den zwanzig Jahre vorher die Companhia de Mossamedes zu einem Kupfervorkommen in der Tunda ausgefahren habe. Unter Führung eines Elefantenjägers gelang es mir, diesen Weg wieder aufzufahren, obgleich er stellenweise von Mopanewald überwuchert war und Trockenflüsse ihn weithin zerstört hatten. Ich konnte nicht nur das Bergland östlich der Kunenemündung eingehend untersuchen, sondern auch den Kunene erreichen und bis weit über die Montenegro-Fälle hinauf von der Küste an verfolgen. Über geologische Resultate dieser Reisen habe ich bereits vor der Geological Society of South Africa

berichtet<sup>1)</sup>. Aus allen Skizzen, Routenaufnahmen, den neuesten Seekarten und anderem Kartenmaterial wurde eine geologisch-geographische Karte Südwestangolas zusammengestellt und im Verlag von Justus Perthes, Gotha, gedruckt. Sie konnte dem 1938 als Sonderveröffentlichung III der Geographischen Gesellschaft zu Hannover veröffentlichten Buche des Verfassers über „Klimaschwankungen und Krustenbewegungen in Afrika südlich des Äquators von der Kreidezeit bis zum Diluvium“ beigegeben werden. Dieses Buch war als erster Band eines Expeditionswerkes von Professor Dr. E. Obst gedacht. Es wurden zunächst 200 Exemplare gedruckt und mir zur Verfügung gestellt. Der Hauptdruck des Werkes kam jedoch infolge des Krieges nicht zustande, und die Druckstöcke wurden durch Kriegseinwirkung vernichtet. Neuerscheinung ist gegenwärtig noch nicht möglich, jedoch werden andere Bände des Obstschen Werkes in nächster Zeit erscheinen. Im folgenden gebe ich einige interessante geographische Resultate über den Kunenelauf, die nur aus der eigenartigen Morphologie und Geologie des afrikanischen Tafellandes zu verstehen sind.

#### *Der obere Kunenelauf bis zur Grenze Südwestafrikas*

Man hat oft den Lauf eines Flusses mit dem Menschenleben verglichen. In den Bergen des Quellgebietes fließt er als Bach sprudelnd, schnell und klar in engem Bett dahin, im Mittellauf ist er breiter, ruhiger, kraftvoller geworden und fließt in breitem, nur noch von niedrigen Bergen gesäumten Tal dahin, bis er schließlich im Alter, im Unterlauf, sich langsam, breit in Niederungen ausdehnend, dahinschleicht, um am Ende im Schoße des Meeres aufgenommen zu werden.

Eine solche Beschreibung läßt sich auf den Kunene nicht anwenden. Sein Lauf wird in großen Teilen von der eigenartigen Geologie und den Krustenbewegungen des afrikanischen Tafellandes maßgebend beeinflusst. Er entspringt nicht im Gebirge, sondern auf der Lunda-Schwelle, einer aufgewölbten Rumpffläche, die auch als südäquatoriale Wasserscheide bezeichnet wird. Diese Lunda-Schwelle läßt sich als Hebungsachse bereits seit präkambrischer Zeit nachweisen und wurde, wie der ganze südafrikanische Kontinent, in der Kreidezeit zu einer Fastebene eingeebnet. Es ist jedoch entlang der Schwelle während des Diluviums eine erneute Aufwölbung der Fläche erfolgt, wodurch die jetzige zentralafrikanische Wasserscheide gebildet wurde, von der alle Flüsse nach

<sup>1)</sup> W. Beetz, Geology of South West Angola, between Cunene and Lunda Axis. Trans. Geol. Soc. of South Africa, Vol. XXXVI for 1936—1937.

Norden zum Kongobecken und nach dem Süden zum Kalaharibecken abfließen. Diese Hebungachse oder Schwelle beginnt an der Küste zwischen Lobito Bay und Mossamedes, zieht nach Osten quer durch Mittelangola zum Süden des Lunda Distriktes (s. Abb. 1) und bildet schließlich das Hochland von Katanga und Nordrhodesien, das durch seine riesigen Kupferlagerstätten und ande-

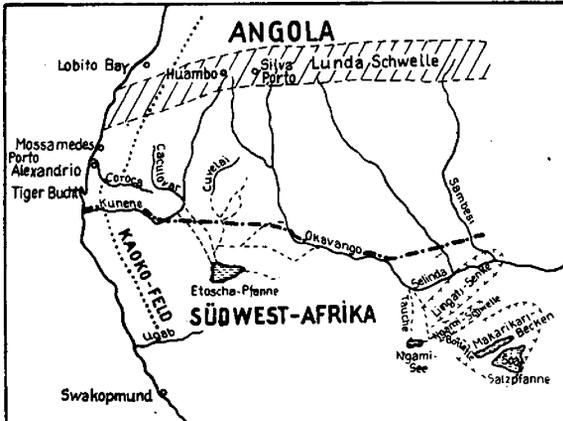


Abb. 1: Tektonische Skizze des südlichen Angolas und der Kalahari

- Mulolas des Kalaharibeckens
- ..... Umrandung junger Senken
- ..... Randgebirge („Rogersstufe“)

ren Mineralreichtum in den letzten Jahrzehnten berühmt geworden ist. Von der Schwelle östlich Nova Lisboa (Huambo) fließt der Kunene nach Süden; weiter östlich entspringt auf der Schwelle der Okavango (oder Kubango) und schließlich der Sambesi mit vielen seiner großen Nebenflüsse. Im Quellgebiet des Kunene liegen noch Berge, die Ostausläufer des Randgebirges, aber die Quellen des Okavango liegen direkt auf der Rumpffläche, die hier Mbulumvulo heißt und, einem Grasmeeer vergleichbar, eine völlig ebene Steppe im Distrikt Bihé (Silva Porto) bildet bei etwa 1800 m Meereshöhe<sup>2)</sup>. Der Wasserscheide der Lunda-Schwelle folgt auch die Lobito Bay-Kongo Eisenbahn, und man hat von der Bahn aus den Eindruck einer fast endlosen Fläche, besonders von Silva Porto an.

Vom Quellgebiet aus gleicht der Kunene zuerst einem der vielen wasserreichen Bäche des Hochplateaus, des Planalto, bald aber fließt er als breiter Fluß in flacher Niederung dahin. Er quert die Landschaft Caconda, eines der regenreichsten Gebiete Angolas. *Marquardsen-Stahl* beschreiben die 600 Kilometer seines Laufes von der Quelle bis Eriksons Drift wie folgt: „Seine Quelle

liegt östlich Huambo. Sein zunächst südlich gerichteter Lauf wird durch zahlreiche Flüsse aus den regenreichen rechts und links liegenden Serras verstärkt. In Fende (südöstlich Caconda) 100 Meter breit, mehrere Meter tief. Strömung bis Quicusso bedeutend, viele Schnellen. Bett bald steinig, bald sandig. Zwischen Quicusso und Mulondo bedingte Schiffahrtsmöglichkeit. Drei unbequeme Stellen sind regulierbar. Zwischen Mulodo und Cazombuo Schnellen, südlich Dongoena können kleine Dampfer fahren. Von der Quê-Mündung bis Mulondo beide Ufer sumpfig und im Fluß schön bewaldete Inseln, dann bis Quiteve rechtes Ufer hoch, linkes sumpfig, dann umgekehrt bis Dongoena. Auf der schiffbaren Strecke geht die Tiefe nie unter 0,70 m herunter, Hochwasser bringt Steigen um 4—5 m und Überschwemmungen bis zu 7—8 km, die Lagunen und Hinterwässer zurücklassen (Cafu-See nördlich Humbe). 45 km unterhalb Dongoena liegt eine wichtige Furt, Eriksonsdrift.“ Von den Nebenflüssen des Kunene ist besonders bedeutend der Caculovar. Er mündet in den Kunene bei Humbe, schon in dem Trockengebiet des Kalaharibeckens, weshalb sein Unterlauf in der Trockenzeit bereits austrocknet.

Von der etwa 1600 bis 1800 m hohen Lunda-Schwelle an ist der Kunene bis in das Kalaharibecken bei Humbe, also auf einer Strecke von 600 km, auf etwas über 1000 m gefallen. Humbe am Ufer liegt bei 1067 m, aber der Flußspiegel des Kunene gegenüber bei Fort Roçadas wird mit 1005 m Meereshöhe angegeben.

#### Die jährliche Überschwemmung des Ovambolandes und die Etoscha-Pfanne

Wo der Kunene südlich Humbe nach Südwest umbiegt, zweigen sich von ihm zwei Flußbetten, Mulolas genannt, ab, die nach Südosten in der Richtung der Etoscha-Pfanne in Südwestafrika verlaufen. Mulolas sind fast gefällose Abzweigungen eines Flusses, die sich durch Wasseraustritt bei Hochwasser des letzteren zeitweise füllen können. Sie sind prinzipiell verschieden von den Trockenflußbetten des normal ariden Klimas, die sich als selbständige Flüsse nach guten Regen mit Wasser füllen und, dem Oberflächengefälle folgend, in der Regenzeit ihre Flußbetten erodieren, in der Trockenzeit aber austrocknen. Es sind dies die schon erwähnten „Reviere“ Südafrikas und die „Dambas“ in Angola. Die Mulolas sind Erscheinungen der Fastebene, hier des Kalaharibeckens. Sie sind bedingt durch die in das aride Klimagebiet der Kalahari einströmenden Flüsse, die, aus regenreichen Gebieten kommend, in den Regenzeiten um 4—7 m anschwellen und dann entweder die Uferniederung überschwemmen

<sup>2)</sup> H. Marquardsen u. A. Stahl, Angola. S. 62. 2. Aufl. 1928.

oder in den Mulolas in die Kalaharifläche übertreten. Solche Mulolas sind zu vergleichen mit den Deltabildungen großer Flüsse in den Niederungen der fast gefälllosen Mündungsgebiete. Ob sie in der Kalahari als echte Deltabildungen dem Ufer eines allmählich austrocknenden Süßwassersees folgen, ist zu bezweifeln. Man kennt keine entsprechenden diluvialen Süßwasserablagerungen eines hypothetischen Kalaharibecken-Sees. Die Mulolas verlaufen im Sand des fastebenen Kalaharibeckens, und ich halte ihre Bildung durch Fastebene und übertretende Flüsse für hinreichend begründet. Solche Mulolas überziehen in einem Netz das Ovamboland zwischen Kunene, Okavango und der Etoscha-Pfanne (s. Abb. 1).

Schon oberhalb von Humbe bei Cafu tritt eine Mulola, die Obale genannt wird, aus dem Kunene ins Kalaharibecken. Es folgen dann die beiden größten Mulolas, der Cha Namde unterhalb Dongoena und 17 km weiter unterhalb der Okipoco (s. Abb. 2). Die beiden letzteren sollen bis zur Etoscha-Pfanne ziehen, obgleich nicht bekannt ist, daß sie je auch Wasser bis dorthin gebracht haben. Die meisten Mulolas, die das Ovamboland wie mit einem Netz überziehen, hängen mit dem Cuvelai-Fluß zusammen, der an der Hügelkette der Sera Encoga entspringt, die die Wasserscheide zwischen Kunene und Kubango in ihrem Oberlauf bildet. *Marquardsen-Stahl* (a. a. O. S. 61) beschreiben, wie der Cuvelai mit starkem Gefälle und gut eingeschnittenem Bett die Landschaft Hauda durchfließt, wie das Gefälle zwischen Hauda und Evale nach Eintritt in das Kalaharibecken aufhört und südlich Evale der Fluß sich in viele Mulolas teilt. Diese ziehen sich unter Kreuzung mit den vom Kunene und Okavango kommenden Mulolas zur Etoscha-Pfanne. Der Cuvelai ist ein periodischer Fluß, besitzt aber im Oberlauf auch während der Trockenzeit große Teiche, voll mit einer mannigfachen Lebewelt von Fischen, Fröschen, Krokodilen und Flußpferden. Wenn er während der Regenzeit von Februar bis April zum reißenden Strom anschwillt, füllen sich alle Mulolas mit Wasser hauptsächlich vom Cuvelai, aber auch vom Kunene und Okavango her. Und von den Mulolas aus werden große Teile des Ovambolandes überschwemmt. Diese Flut bringt Fruchtbarkeit in das Ovamboland wie die Überschwemmung des Nil über Ägypten. Die große Bevölkerungsdichte des Ovambolandes ist eine direkte Folge der Fruchtbarkeit des Landes infolge dieser jährlichen Überschwemmung, die Efundja genannt wird. Bleibt die Efundja einmal

aus, so herrscht Hungersnot im Ovamboland, wie es 1915 war, als Tausende verhungerten. Auch die vielen von der Flut mitgebrachten Wassertiere spielen eine große Rolle in der Ernährung der Ovambos, die in den Wasserlöchern und ihren Brunnen beim Zurückweichen der Flut Fische fangen können<sup>3)</sup>.

Es wird angegeben, daß die Mulolas des Kunene sich bis zur Etoscha-Pfanne ziehen. Freilich ist nicht bekanntgeworden, daß das aus dem Kunene in die Mulolas übertretende Wasser bis zur Etoscha-Pfanne fließt — man kennt keine Überschwemmungen der Etoscha-Pfanne selbst. An der Efundja sind die Mulolas des Kunene jedoch sicher beteiligt. Es ist aber behauptet wor-

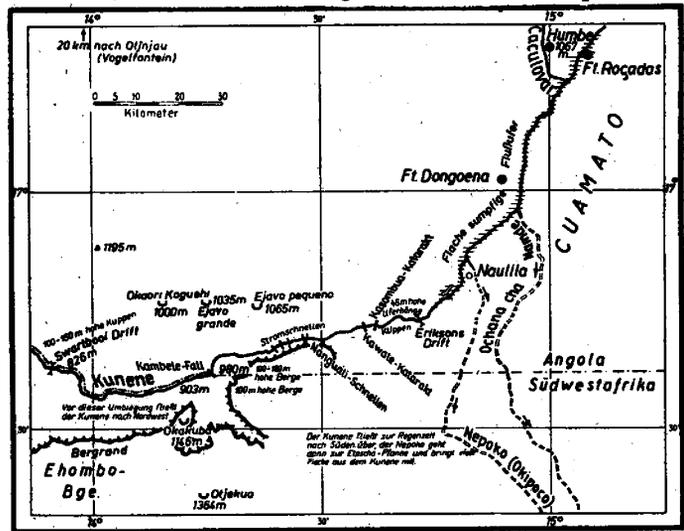


Abb. 2: Der Kunene zwischen Humbe und Swartbooi Drift nach Sprigade: Karte des Deutsch-Portug. Grenzgebietes in S. W. A.

den, daß der Kunene früher nicht zum Meer, sondern zur Etoscha-Pfanne geflossen sei, und zwar durch die Mulolas<sup>4)</sup>. *F. Jäger* gibt die Meereshöhe der Etoscha-Pfanne im tiefsten Teil mit 1065 m an und beschreibt sie als eine ganz flache Wanne mit 175 000 qkm Einzugsgebiet. Der völlig ebene Pfannenboden ist meist mit einer salzigen Kalkschlammkruste bedeckt<sup>5)</sup>. Dagegen stände die Höhe von Humbe mit 1067 m und des Kunenespiegels bei Fort Roçadas gegenüber Humbe mit 1005 m Mereshöhe. Erst 40 und 60 km unterhalb dieser Stelle treten die beiden Haupt-Mulolas aus dem Kunene aus, und das

<sup>3)</sup> Über die Entstehung der Efundja liegen besondere Untersuchungen vor in: *G. Nietzsche*, Der Ursprung der jährlichen Überschwemmung im Ovamboland. Mitt. a. d. d. Schutzgebieten, 1913, S. 215 ff.

<sup>4)</sup> *E. H. Schwarz*, Kalahari or Thirstland Redemption. 1918.

<sup>5)</sup> *F. Jäger*, Die Etoscha-Pfanne. Mitt. a. d. d. Schutzgebieten, 1926.

Hochwasser des Kunene beträgt normalerweise 4—5 m, jedenfalls sicher nicht mehr als 10 m. *F. Jäger* behandelt in seiner Veröffentlichung über die Gewässer Afrikas<sup>6)</sup> dieses Problem folgendermaßen: „Aus dem Quellgebiet des Kunene und des Okavango kommen wohl auch die Flüsse, die in der Hochwasserzeit das Amboland mit ihrem landfremden Wasser speisen und schließlich in die Etoscha-Pfanne münden. Diese wird jedoch nur selten von ihnen und anderen Zuflüssen teilweise überflutet. Woher dieses Wasser im einzelnen stammt, ist immer noch ungewiß. Die bisherige Annahme, daß Hochwasserüberschüsse des Kunene zur Etoscha-Pfanne laufen, kann nach den neuesten Nivellierungen nicht zutreffen (Briefliche Mitteilung des Landmessers Volkmann).“ Über Ausführung von Nivellierungen zwischen Etoscha-Pfanne und Kunene und ihre Resultate ist nichts bekanntgeworden. Die Höhenangaben in diesen sehr wenig besuchten innerafrikanischen Gebieten müssen mit größter Vorsicht aufgenommen werden. Das Problem, ob überhaupt die Möglichkeit besteht, daß Wasser vom Kunene zur Etoscha-Pfanne fließen könnte, kann nur durch genaues Nivellement geklärt werden. Und doch hängt gerade mit dieser Frage das Problem zusammen, das als die drohende Austrocknung Südafrikas bezeichnet wird.

#### *Der Kunene und die angebliche Austrocknung Südafrikas*

Die Etoscha-Pfanne bildet als Salzpfanne den Endsee eines großen abflußlosen Gebietes, des westlichen Kalaharibeckens. Östlich von diesem Becken senkt sich der Kalahariboden noch weiter nach dem zentralen und tiefsten Teil der Kalahari südlich vom Okavango. Auch der Okavango, wie der Kunene und der Cuvelai, sendet im Kalaharibecken Mulolas aus. Der Okavango — im Oberlauf Kubango genannt — folgt, von der Lunda-Schwelle kommend, der Abdachung zum Kalaharibecken bis zur Ngami-See-Senke. Er ist wie ein Zwilling Bruder des Kunene und bildet ein Gegenstück zu ihm. Wie dieser beschreibt er einen mächtigen Bogen, der aber nach dem Osten geöffnet ist. Bei beiden liegen die bedeutendsten Zuflüsse im Innern des Bogens, während auf der äußeren Seite die Mulolas nach dem abflußlosen Becken austreten (*Marquardsen* 1. c. S. 62). Auch der Okavangofluß zerschlägt sich nach dem Ngami-See zu im Kalaharibecken in eine ganze Reihe von Flußläufen resp. Mulolas, die sich zum Teil im Sande der Kalahari verlaufen. Seine große westliche Abzweigung, der Tauche, zieht sich zum Ngami-See, einem früheren Süßwassersee. Die

Flußbetten anderer Abzweigungen, des Matschabo und Boro östlich vom Tauche, zerschlagen sich weiterhin und bilden ein Hunderte von Quadratkilometern ausgedehntes Kanalnetz nordöstlich vom Ngami-See. Vom Ngami-See wiederum zweigt sich der Flußlauf des Botletle ab und fließt nach dem Makarikari-Becken, wo er schließlich im Endsee, der Soa-Salzpfanne, endet.

Als die ersten Jäger und Forscher, wie *Livingstone*, im 19. Jahrhundert den Ngami-See entdeckten, bildete er eine weit ausgedehnte Wasserfläche von der Größe des Bodensees und von 6 m Tiefe, auf der die Eingeborenen weite Fahrten für ihre Fischzüge unternahmen. Schon 1895 war der Ngami-See ausgetrocknet. Heute besteht er meist aus einer mit Schilf bestandenen Lehmfläche, die im flachen Untergrund Süßwasser führt. Nur zeitweise tritt infolge starker Regengüsse Überschwemmung ein.

Wichtig für unsere Betrachtungen ist, daß einer der vom Okavango abzweigenden Flußläufe, der Selinda, nach Nordost weiterfließend, durch den Lyniatifluß, in den er mündet, Anschluß bekommt an das Flußsystem des Sambesi. Dieser größte Strom der ostafrikanischen Küste mündet nördlich Beira in Portugiesisch-Ostafrika in den Indischen Ozean.

Die Austrocknung des Ngami-Sees in historischer Zeit ist als Hauptargument benutzt worden für das vielumstrittene Problem der Austrocknung Südafrikas infolge von allmählicher Minderung der Niederschläge. Diese besonders durch den südafrikanischen Professor *Schwarz* verfochtene Theorie (a. a. O. 1918) hat sehr viele Anhänger gefunden. Professor *Schwarz* hatte als Gegenmaßnahme gegen die Austrocknung empfohlen, durch Dämme im Kunene und Okavango deren Wasserspiegel so zu heben, daß sie wieder durch die Mulolas vorzugsweise in ihre Endseen, die Etoscha-Pfanne und den Ngami-See, und weiterhin in die Pfannen des Makarikari-Beckens fließen und so große offene Süßwasserflächen bilden. Er behauptete, daß die Verdunstung von diesen Kalahari-Seen genügen würde, um die Niederschlagshöhen über dem südafrikanischen Binnenlande wieder auf die früheren im 18. Jahrhundert bekannten ansteigen zu lassen.

Diese Theorie wurde so viel besprochen und war für die Farmwirtschaft Südafrikas und Südwestafrikas von so ausschlaggebender Bedeutung, daß die Regierung Südafrikas eine wissenschaftliche Kommission ernannte, um die Angelegenheit zu untersuchen. An der Spitze der Forschungskommission stand der berühmte südafrikanische Geologe *A. L. Du Toit*. Dieser stellte in mühsamen Nivellierungen verschiedener Flußbetten, mit Aufnahmen vom Flugzeug und mit Boden-

<sup>6)</sup> Z. Ges. f. Erdk. Bln. Sonderband 1928, S. 18.

untersuchungen folgendes fest: Das Terrain zwischen Ngami-See und Okavango hat sich gehoben. Es existiert in den verbindenden Flußbetten keine ständige vom Okavango nach dem Ngami-See abfallende Linie mehr, sondern statt dessen eine flache Wölbung. Diese Wölbung ist groß genug, um für Wiederherstellung des alten Gefälles im Flußbett, zur Wiederherstellung des alten Ablaufes des Okavangos nach dem Ngami-See, die Bewegung enormer Erdmassen und Schaffung tiefer Kanäle nötig zu machen. Der Tauche fließt so jetzt zum Teil nach dem Süden und zum Teil nach dem Norden. Aus einem ursprünglich wahrscheinlich einheitlichen Becken hat sich durch eine in jüngster Zeit erfolgte flache Aufwölbung der Erdkruste ein Doppelbecken gebildet: im Norden das Okavango-Lyniati-Becken und im Süden das Makarikari-Becken (s. a. Abb. 1)<sup>7)</sup>. Es ist so in der Kalahari eine geologische Erscheinung zu ausschlaggebender Wichtigkeit geworden für die für Südafrika schicksalhafte Frage der Veränderung der Niederschlagshöhen. Diese Erscheinung ist dem Geologen bekannt als säkulare Hebung oder Senkung der Erdoberfläche und ist auch vielerorts in Europa beobachtet worden.

Während nun im Aufbau europäischer Länder die Auffaltung der Erdkruste in Faltengebirge eine das Oberflächenbild ausschlaggebend bestimmende Rolle spielt, sind auf dem uralten Tafelland Süd- und Zentralafrikas für die Oberflächengestaltung diese säkularen Hebungen und Senkungen bestimmend gewesen. Die Flußläufe des Boro und Matschabo nordöstlich vom Ngami-See reichen bis an diese junge Schwelle heran, an deren Fuß entlang und parallel zu ihr sich ein Flußbett mit Ostnordost-Richtung gebildet hat.

Wie ist es nun zwischen Kunene und der Etoscha-Pfanne? Hier liegen entsprechende Nivelierungen noch nicht vor. Es ist auch nicht bekannt, daß in historischer Zeit die Etoscha-Pfanne jemals ein ständiger See gewesen ist. An ihrem Rande befinden sich zahlreiche Süßwasser-Grundwasser-austritte, aber die Pfanne selbst ist verbrackt, und an ihrer Oberfläche blüht Salz aus. Dies erklärt übrigens den ungeheuren Wildreichtum in ihrer Umgebung, da sich das Wild in dem notorisch salzarmen Innern Afrikas von diesen natürlichen Salzlecken stark angezogen fühlt.

Gegen die Annahme einer fortgesetzten Austrocknung Südafrikas ist inzwischen viel Material gesammelt worden, und die Ansicht von Professor Schwarz hat viele Anhänger verloren. Die 75-jährigen Regenmessungen in Kapstadt zeigen zwar starke Schwankungen in den Niederschlagshöhen, aber kein dauerndes Absinken. Und das klassische

Beispiel der Austrocknung, der Ngami-See, ist durch die Überlieferung der Eingeborenen widerlegt, daß nämlich um 1750 der Ngami-See noch nicht bestanden hat, was dadurch bestätigt wurde, daß man auf dem jetzt trockenen Seeboden viele Baumstümpfe alter Stämme gefunden hat, die zeigen, daß vor dem Ngami-See hier ein Trockenwald gewesen ist<sup>8)</sup>.

Weder Kuneneschotter noch die Ablagerungen eines früheren Süßwassersees existieren, die dafür sprechen könnten, daß der Kunene früher zur Etoscha-Pfanne geflossen ist und einen See bildete. Die Mulolas sind eben offenbar eine Erscheinung, deren Bildung lediglich eine Folge der Kalahari-fastebene und des Anschwellens der klimafremden Flüsse in der Regenzeit ist. Die Lösung der Frage, ob der Kunene, immer schon seinem heutigen Laufe folgend, ins Meer geflossen ist oder früher einem anderen Laufe folgte, muß im Mittellauf und Unterlauf, also unterhalb der Abzweigung der Mulolas westlich von Eriksons-Drift, gefunden werden. Es wird zunächst der bisher völlig unbekanntes Unterlauf von den Montenegro-Fällen bei 150 km östlich der Mündung an flußabwärts beschrieben.

#### *Der untere Kunenelauf unterhalb der Montenegro-Fälle*

Von Eriksons-Drift an hält der Kunene eine südwestliche Richtung bei bis zu den Ehombo-Bergen, wo er 15 km südöstlich von Swartbooidrift plötzlich nach Nordwesten umbiegt und diese Richtung 100 km beibehält, bis er an ein 20 km breites Gabbro-Anorthosit-Massiv kommt. Dieses in Gneisgranite intrudierte Massiv beginnt 30 km südlich von Huila auf dem Planalto und zieht sich als 20 km breites Band hufeisenförmig über 200 km nach Süden über den Kunene hinüber, wo es unter den Quarziten und Kalken der Tafelbergformation (Namaformation) der Baynes-Berge verschwindet. In diesen Intrusivgesteinen bildet der Kunene die Montenegro-Fälle, die auch von ihrem Entdecker „Eisernes Tor“ genannt wurden<sup>9)</sup>.

Freilich, der Name Montenegro-Fälle ist durchaus nicht passend, denn die Berge sind an den Fällen nicht schwarz, sondern schneeweiß. Als ich sie im Abendlicht zuerst aus der Entfernung sah, hielt ich sie für Marmor, aber im Morgenlicht entpuppten sie sich als körnige weiße Labradorgesteine, als Anorthosite, worin Einlagerungen von Manganit auffallende rote Partien bilden.

<sup>8)</sup> A. G. Stigaud, Ngamiland. Geogr. J. 62, 1923, ss. 403 bis 419, und Fritz Jäger, Die Gewässer Afrikas. Z. Ges. f. Erdk. Bln. Sonderband z. Hundertjahrfeier 1928, S. 185.  
<sup>9)</sup> W. Beetz, Geology of South West Angola, between Kunene and Lunda Axis. Trans. Geol. Soc. of South Africa, Vol. XXXVI for 1936. 1937.

<sup>7)</sup> Union of South Africa, Final Report of the Drought Investigation Commission. Cape Town. 1923.

Bei den Montenegro-Fällen wendet sich der Lauf des Flusses wieder nach West und Südwest, und sein Charakter ändert sich völlig. Mit Ausnahme weniger Kilometer, in denen er sich wieder zum Fluß verbreitert (bei der Furt Ongombe Opuena beim Marienfluß), gleicht er durchaus

hat. Meist ist der Fluß hier nur einige Meter breit. Wichtig und bemerkenswert ist es, daß sich die im Unterlauf westlich der Montenegro-Fälle von Norden in den Kunene einmündenden Trockenflüsse nur wenige Kilometer lange Betten haben ausfressen können. Und wenige Kilometer nörd-

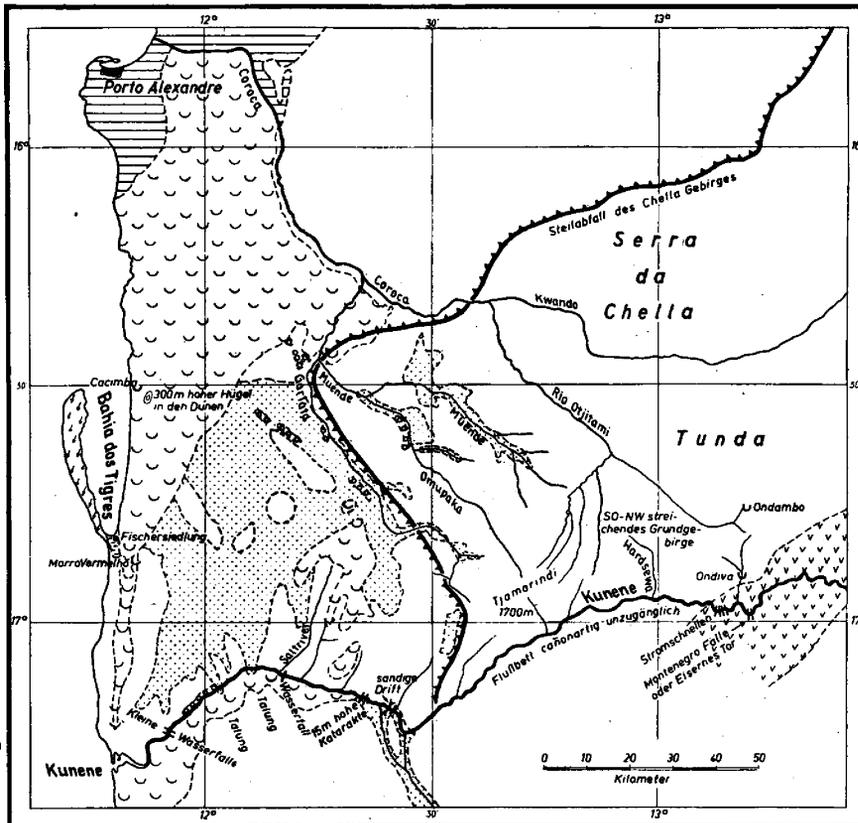


Abb. 3: Unterer Kunene und Coroca-Flußsystem

-  Grundgebirge, meist kristalline Schiefer
-  Gabbro-Anorthit-Intrusion des Grundgebirges
-  Marine tertiäre Sandsteine
-  Sandsteine der tertiären Eindeckung
-  Wanderdünen
-  Sand, mit Gras und Busch bewachsen
-  Lagunentau der Küste
-  Flußschotter in tertiären Flußläufen

einem reißenden und sprudelnden Gebirgsbach, der in engen Schluchten dahinströmt und zahlreiche Wasserfälle, Katarakte und Stromschnellen bildet. Dieser Charakter hält an bis zur Küste. An einer Stelle hat sogar wunderbarerweise das Wasser sich unter Felsen durchgefressen, so daß sich an dieser Stelle eine natürliche Steinbrücke gebildet

lich des unteren Kunene beginnt schon das Einzugsgebiet des Corocaflusses mit seinem weitverzweigten System langer Zuflüsse. Der letzte größere Fluß aber, der von Norden her in den Kunene einmündet, ist der Rio dos Elephantes, 50 km östlich der Montenegro-Fälle, der mit dem Chabicua-Fluß zusammen ein recht beachtliches Flußsystem bildet. Von Süden dagegen empfängt der Kunene 60 km oberhalb seiner Mündung in den Atlantik und 70 km unterhalb der Fälle einen beträchtlichen Trockenfluß, den 70 km langen Marienfluß, der deltaartig in zwei Armen den Kunene erreicht.

Die Senke des Marienflusses bestand im Tertiär, denn sie ist mit tertiären terrestrischen Sandsteinen erfüllt. An der Basis dieser Sandsteine kommen da, wo der Marienfluß in den Kunene mündet, alte Flußschotter zu Tage.

Die geologische Forschung in der Namib Südwestafrikas hat gezeigt, daß im Tertiär ein regenreicherer Klima an der westafrikanischen Küste herrschte, ein normal arides, zum Teil sogar humides Klima, in dem sich Trockenflußbetten in ausgedehnten Flußsystemen bilden konnten<sup>10)</sup>. Wo sich solche Flußbetten durch die Tafelbergformation zum Grundgebirge durchgefressen hatten, folgten sie gern dem Streichen der Schiefer und Gneise des Grundgebirges. Die Flußtäler selbst aber füllten sich mit den charakteristischen groben Schottern der Trockenflüsse.

Gegen Ende der Tertiärzeit wurde das Klima schnell regenärmer bis extrem arid. Es bildeten

<sup>10)</sup> W. Beetz, Abschnitt über Tertiär in *Erich Kaiser*, Die Diamantwüste Südwestafrikas. 2. Bd. Bln. 1926.

sich große Sandmassen, die allmählich alle Talungen ausfüllten und sich dann weiter in gleichmäßiger Lage über die so gebildete Fläche legten. Das vorher von Tälern durchschnittene Gebiet wurde eingeebnet, so wie es auch im Diluvium unter Einwirkung der Bildung der Kalaharisande geschah.

Auch einige der Trockenflußtäler, die von Süden, vom Kunene her, in den Corocafluß münden, gehören in ihrer Bildungszeit der Tertiärepoche an. Sie durchfurchen das Bergland westlich der Tunda, und dieses Bergland ist ein Teil des Randgebirges, der Chella Angolas. Es erhält in der Regenzeit noch genug Niederschläge, daß die Flußbetten offengehalten werden und häufig Grundwasser führen. Von den südlichen Zuflüssen des Coroca ist es besonders das Muenderevier und das in den Muende fließende Omupakarevier, in denen sich noch tertiäre Sandsteine erhalten haben. Auch in dem großen westlichsten Zufluß des Coroca, dem Gariatarevier, liegen tertiäre Sandsteine. Außerdem folgen aber, dem Südufer des Gariata parallel laufend, ausgedehnte hohe Flußschotter-Terrassen. Dieser Gariata liegt ziemlich genau in der Verlängerung des von Süden in den Kunene mündenden Marienflusses. Westlich vom Gariata kennt man kein Flußbett mehr mit Inlandschottern. Die Einebnung ist hier vollkommen und noch erhalten, die Namibfläche ist in ihrer Gesamtheit von tertiären Sandsteinen unterlagert (s. Abb. 3).

An den Uferhängen in den Schluchten des untersten Kunenelaufes aber sieht man in den Gneishängen zum Teil bis unter den Kunenelauf eingeschnittene tertiäre Flußtäler, die völlig mit tertiären Sandsteinen ausgefüllt sind, und diese Sandsteine kreuzen das Flußbett, sie liegen auf beiden Seiten des Kunenetales. Sie sind von dem Kunene durchschnitten worden und gehören Tälern an, die älter sind als der Kunenelauf. Das heißt, daß der untere Kunenelauf jung sein muß, jedenfalls jünger als Tertiär, denn die Einebnung alter Talungen ist im Jungtertiär bis zum mittleren Diluvium erfolgt. Und alle diese älteren Tertiärflüsse flossen im Streichen der alten Gneise und Schiefer nach Nordnordwest bis Nordwest, aus dem Kaokofeld kommend, zum Corocafluß. Der Gariatalauf ist die Fortsetzung, ist der Überrest des vordiluvialen Marienflusses, der früher vom Hartmannsgebirge tief im Kaokofeld, 70 km südlich von Kunene entspringend, nach NW zum Coroca floß und dabei auf der Höhe der jetzigen Namibfläche westlich vom Gariata große Schottermassen ablagerte (s. Abb. 3).

Der untere Kunenelauf von den Montenegro-Fällen nach Westen aber ist so jung, daß er noch heute anmutet wie ein Gebirgsbach, der erst vor kurzer geologischer Zeit, wahrscheinlich erst im

spätesten Diluvium, begonnen hat, seinen Lauf durch die tertiären und alten Gesteine des Grundgebirges rückwärts einzuschneiden. Deshalb sind auch seine nördlichen Zuflüsse so kurz, und deshalb ist wenige Kilometer nördlich seines Bettes das alte Coroca-Flußsystem noch unzerstört erhalten.

Und es gibt noch einen weiteren Hinweis darauf, daß das Coroca-Flußsystem weit älter ist als das des Kunene. Bei Beginn der Kreidezeit war Afrika, von Angola bis zum Kapgebirge ein Tiefland, ähnlich wie es jetzt Nordafrika ist. Etwa in der mittleren Kreidezeit beginnt die Aufbiegung des Kontinents, die durch Tertiär und Diluvium intermittierend und oszillierend andauert und das durchschnittlich 1000—2000 m hohe Hochland von Hochafrika gebildet hat. Dabei wurde rings um Südafrika vom Kongo bis zum Kapgebirge an der Westküste und an der Ostküste bis zum Sambesi und weiter ein Randwulst aufgebogen, von dem aus das Land flach nach dem Innern und steil, flexurartig nach der Küstenebene zu abfiel. Dieser Randwulst, der jetzt einem Randgebirge entspricht und dessen Steilabfall nach der Küste zu in der Regel einem Höhenunterschied von durchschnittlich 1000 m auf wenige Kilometer ausmacht, wird nach dem südafrikanischen Geologen *A. W. Rogers* die Rogersstufe genannt<sup>11)</sup>. Sie verläuft in der Regel etwa in einer Entfernung von 100 km von der Küste und etwa parallel zu ihr. In Angola wird die Rogersstufe die „Chella“ genannt.

Während nun bei Porto Allegre die Entfernung der Chella von der Küstenlinie 130 bis 150 km beträgt, springt der Steilabfall etwa 20 km südlich Porto Allegre um 80 km nach Westen vor bis auf 50 km Entfernung von der Küste. Die Randgebirge steigen wenige Kilometer nördlich des unteren Kunenelaufes im Tjamalindi-Gebirge bis auf 1700 m Höhe an, während die Namibfläche, die dem Steilabfall vorgelagert ist, sich auf 300 m Meereshöhe hält. Aus diesem vorspringenden Randgebirge kommen die meisten südlichen Zuflüsse des Corocaflusses, darunter der Gariata, der Muende mit Omupaka und der Otjitamifluß. Diese Flüsse haben im Tertiär die ursprüngliche, zu einem Randwulst aufgewölbte Rumpffläche zu einem wilden Gebirge tief zerschnitten. Die Zerschneidung muß schon im Tertiär erfolgt sein, da in den Talungen dieser Zuflüsse tertiäre Sandsteine liegen. Außerdem bilden die Zuflüsse breite Täler, und alle diese Tatsachen beweisen, daß die Bildung der Talungen lange geologische Zeit angehalten haben muß und weit in das Ter-

<sup>11)</sup> *A. L. Du Toit*, *Geology of South Africa*, London 1926. — *E. Krenkel*, *Geologie Afrikas*, Bln. 1926—1938, 3 Bände, gebraucht zuerst den Ausdruck „Rogerstufe“.

tiär zurückreicht. Damit ist auch das hohe Alter des ganzen Coroca-Flußsystems bewiesen, das jedenfalls weit älter ist als das junge postdiluviale bis allerhöchstens jungdiluviale des Kunenelaufes westlich der Montenegro-Fälle.

Es war erwähnt worden, daß östlich der Montenegro-Fälle der Kunenelauf auf 100 km von Südost nach Nordwest fließt. Diese Richtung entspricht dem allgemeinen Streichen des Grundgebirges, das nördlich der Montenegro-Fälle meist aus Chlorit- und Quarzitschiefern mit überlagernden Diabasdecken oder intrudierten Diabasmassen besteht. In den meist weichen und feinschieferigen Chlorit- und Quarzitschiefern nördlich der Fälle hat sich einer der größten Zuflüsse des Coroca, der Otjitamifluß, ein breites Tal geschaffen, das im Südosten an der starken Quelle Ondambo endet. Von Ondambo aus erreicht man zuerst auf einer etwa 2 km langen Fläche einen Einschnitt, der mit leichter Neigung in weniger als 10 km zum Kunenelaufbett führt. Der Otjitami-Flußlauf liegt genau in der Verlängerung des 100 km langen Nordwest-Laufes des Kunene oberhalb der Montenegro-Fälle, und beide Flußläufe liegen im allgemeinen Streichen der Grundgebirgsschiefer dieser Gegend. Es ist anzunehmen, daß ursprünglich der Kunene in seiner Hauptrichtung nach Nordwest weitergeflossen ist und dem jetzigen Lauf des Otjitamiflusses folgte, daß er also zu dem tertiären Flußsystem des Coroca gehört hat, resp. der ursprüngliche Hauptfluß des Coroca-Flußsystems gewesen ist. Es wird sich weiter westlich, vielleicht zuerst aus dem hohen Tschamalindi-Gebirge kommend, ein kurzer Küstenfluß gebildet haben, der rückwärts einschneidend, alle südlichen Zuflüsse des Coroca durchschnitten und sich schloß sich bis zum Kunene-Otjitamifluß hindurchsägte. Dies muß jedoch erst in jüngster Zeit geschehen sein, denn die Haupterosion dieses ganzen Küstengebietes hat von Süden her nach dem Coroca zu stattgefunden, sie begann und schritt vorwärts mit der allmählichen tertiär-diluvialen Aufwölbung des Randgebirges, und seine alten Zuflüsse haben sich bis weit in das Kaokofeld hineingeschnitten.

So erklärt sich die eigenartige Tatsache, daß der Kunene im Unterlauf nicht die normalen Erscheinungen eines großen Flusses in der Nähe der Mündung in das Meer zeigt, wie breiten, ruhigen Lauf, große Niederungen usw., sondern alle Eigenschaften eines sich einschneidenden jungen Gebirgsbaches in der Nähe des Quellgebietes.

An der Mündung breitet sich der Kunene zu einer Lagune aus, die stark versandet ist. Auf den Sandbänken sitzen Hunderte von Pelikanen und Flamingos. Nach der offenen See zu ist die Lagune durch eine Sandbarre abgeschlossen, die von der

hohen Küstenbrandung aufgeworfen ist. Lagune und See sind durch einen flachen Ausfluß von wechselnder Lage miteinander verbunden. Für einen Hafen kommt die Kunenemündung nie in Frage. Dagegen ist die 50 km weiter nördlich liegende Tigerbucht oder Große Fischbucht ein gewaltiger Hafen von 30 km Länge, der für die Flotten der ganzen Welt Platz bieten würde. Das große Hindernis für den Verkehr mit dem Inland sind hier, wie schon erwähnt, die über 100 m hohen Dünen, die die Bucht vom Inland abschließen. Sollte jedoch einmal die Idee auftauchen, eine Bahn von der Tigerbucht nach dem südwestlichen Angolahochland zu bauen, so ließe sich der Dünen-gürtel am Morro Vermelho und der Chellaabfall in einem der südlichen Zuflüsse des Coroca überwinden, der Chellaabfall leichter als an den drei Stellen, wo bisher von der Küste nach dem Innern Bahnen geführt sind.

Das Klima in der Küstenwüste nördlich der Kunenemündung weist dieselben Südwest-Sandstürme auf, wie sie in der Namib Südwests bekannt sind, ja ich erlebte sogar im Juli einen mehrtägigen, schweren Sandsturm, also in einer Jahreszeit, in der sonst in der Namib starke Südstürme unbekannt sind.

Das Südufer des Kunene von der Küste bis 60 km Inland ist von 100 m hohen Dünen überschüttet, deren Sand ständig die steilen Hänge zum Fluß hinunter rieselt, zum Teil in den schnell dahin strömenden Fluß, zum Teil die am Ufer wachsende kümmerliche Vegetation verschüttend. Die starke Strömung des Wassers schwemmt allen Sand ins Meer. Die hohe Dünung wirft ihn wieder an der Flachküste nördlich der Mündung aus, und es bildet sich sofort ein neuer Zug Wanderdünen, der im Corocabogen bereits ein 60 km breites Wanderdünenmeer bildet. Auch der Coroca spült wieder den Sand in das Meer, jedoch verhindern nördlich seiner Mündung zwei Faktoren, daß er wieder an der Küste ausgeworfen wird: einmal, daß hier eine Steilküste vorliegt, und weiter, daß bei der Corocamündung der Kontinentalabfall auf 2000 m dicht an die Küste herantritt, so daß die Sandmassen in den Tiefen des Weltmeeres verschwinden.

#### *Der Mittellauf des Kunene zwischen Eriksons-Drift und Montenegro-Fällen*

Die Untersuchung des Kunene im unteren Lauf westlich der Montenegro-Fälle hat ergeben, daß dieser Teil des Flusses ganz jung sein muß und daß das ursprüngliche Flußsystem dieser Küstenpartie im Tertiär und bis ins Diluvium hinein dem Coroca tributär war. Die Oberflächenercheinungen besonders des Otjitami-Tales und die Streichrichtung des Grundgebirges deuteten darauf hin, daß

der Kunene, früher dem Otjitami-Tale folgend, zum Coroca geflossen ist. Die Lösung der Frage, ob der Kunene schon seit langer Zeit, d. h. seit dem Tertiär, zum Meere zu floß und nicht zur Etoschafpfanne, muß durch den Mittellauf oberhalb der Montenegro-Fälle geklärt werden. Dieser Teil ist einmal durch den Landmesser Schmidt<sup>12)</sup> von Eriksons-Drift aus und von Diplom-Ingenieur J. Kuntz bis nach Swartboi-Drift bekanntgeworden<sup>13)</sup>.

Oberhalb Eriksons-Drift fließt der Kunene in einer viele Kilometer breiten Niederung in einem 120 m breiten Flußbett fast ohne Gefälle. Es ist in diesem Teil, wo sich die Mulolas abzweigen und der Kunene einen für das Kalahari Becken typischen Fluß repräsentiert. Dies ändert sich völlig nach seiner Umbiegung nach Westen unterhalb von Eriksons-Drift. Landmesser Schmidt berichtet darüber (l. c. S. 331): „Von Eriksons-Drift bis

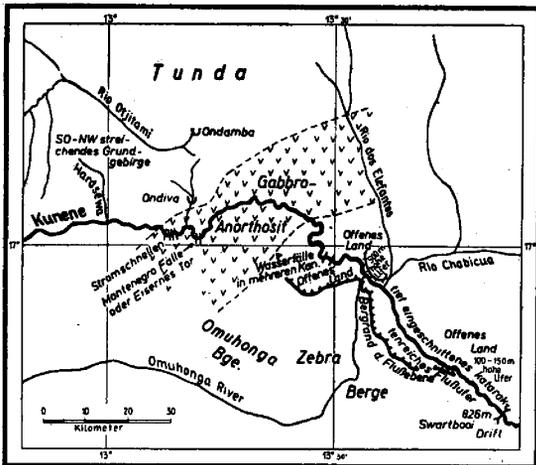


Abb. 4: Kunene von Swartbooi Drift nach Nordwest

Omukuju fließt der Kunene in der Hauptsache durch eine sandige Ebene. Bei dem Knie des Kunene östlich von Omukuju tritt von beiden Seiten her der Granit und stellenweise Quarz bis an den Fluß, hier trifft man die ersten Felsblöcke im Wasser. Die ersten etwa 100 m langen Stromschnellen von sehr geringer Höhe liegen unmittelbar oberhalb des Kasombua-Kataraktes des obersten der Fälle. Nur Schnellen, kleiner 3,5 m-Fall und Sturz über Klippenbank, die den ganzen Fluß sperrt. Dann der Kawale-Katarakt (port. Jacavale), zwei Wasserarme um Felsinsel, 4 m Höhe

<sup>12)</sup> Paul Sprigade, Karte des Deutsch-Portugiesischen Grenzgebietes in Südwestafrika. 1:500 000, Blatt 1. Mitt. a. d. d. Schutzgeb. 1912, Bd. XXV. S. 330.

<sup>13)</sup> J. Kuntz, Aus dem deutsch-südwestafrikanischen Schutzgebiete. Erläuterungen zur Karte des Kaokofeldes. Mitt. a. d. d. Schutzgeb., Bln. 1912, S. 233—235 u. Karte 1 : 800 000.

von Kasombua — bis unterhalb Kawale-Katarakt, am Ufer ein 50 m hoher Höhenzug, dann fließt Fluß im Tal zu dem Tschombumbi-Berge, an dessen Nordhang er herantritt — hier die  $\frac{3}{4}$  m hohen Nanguali-Stromschnellen. Jetzt begleiten den Kunene auf dem linken Ufer Berge von 100 bis 180 m Höhe über dem Spiegel des Flusses bis zum Kambele-Wasserfall (port. Cataract Rucana genannt).“

„An einer Kuppe wendet sich ein Arm des Kunene nach Süden und bildet, indem er in eine 70—90 m tiefe Schlucht stürzt, einen Wasserfall. In einer Reihe von kleinen Armen fällt das Wasser etagenweise auf den Grund der Schlucht, um dort weiterzufließen. Der andere Arm mündet 1000 m weiter westlich in dieselbe Schlucht, in der der wiedervereinigte Kunene noch etwa 6 km weiterfließt. Von der erwähnten Kuppe aus sieht man nach Norden Hügel von 15—35 m Höhe, die das Gelände nur wenig überragen und wegen ihrer Unbedeutendheit keinen besonderen Namen führen. Auch südlich des Kambele-Falles treten Berge erst im weiten Hintergrunde auf.“

Von Eriksons-Drift bis unterhalb der Kambele-Fälle verliert der Kunene etwa 100 m Höhe und hat sein Tal durch die Tschombumbi-Berge gefressen. Diese Berge treten dann nach Süden zurück, und das Gelände steigt hier in 20 km Entfernung von dem Flußspiegel bei 903 m auf 1364 m bei Otjikua. Es ist also schon in diesem Teile des Flußlaufes die Hebung der Landoberfläche nach dem Randgebirge zu deutlich bemerkbar. 15 km südöstlich der Swartboi-Drift biegt der Fluß nach Nordwest um. Wahrscheinlich tritt er hier in die Schiefer des Grundgebirges ein und folgt deren nordwestlichem Streichen.

Bei Swartboi-Drift ist der Flußspiegel auf 826 m gefallen. Von hier aus begleiten den tief eingeschnittenen Flußlauf mit seinen vielen Stromschnellen zuerst Berge von 100—150 m Höhe. Dann tritt der Kunene in die Zebra-Berge ein und hat sich da, wo zwei große Nebenflüsse in ihn münden, durch 500 m hohe Berge hindurchgenagt. Von Norden vereinigt sich hier mit ihm das Flußsystem des Rio dos Elefantos mit dem Chabicua und von Süden der 125 km lange Omuhonga-Fluß, der sich tief durch die Omuhonga-Berge des Kaokofeldes hindurch gefressen hat. Unterhalb ihrer Mündungen folgen im Kunene noch einige Schnellen und kleinere Wasserfälle, aber das Land wird hier eine Zeitlang offener, das Tal breiter, bis der Fluß in die 20 km breite Gabbro-Anorthosit-Massiv eintritt und darin die hohen Montenegro-Fälle bildet.

Die geologische Untersuchung hat gelehrt, daß sich vom Tertiär an das Randgebirge allmählich aufgewölbt hat. Dieser Aufwölbung muß der Kunene durch allmähliche Erosion und Tieferlegung

seines Bettes auf eine immer tiefere Erosionsbasis entgegengearbeitet haben. Und diese Erosionsbasis hat sich bereits rückwärts durch die 500 m hohen Zebra-Berge und die 150 m hohen Tschombumbi-Berge 250 km weit hindurchgefressen bis zu den Kambele-Fällen und den Stromschnellen und Katarakten unterhalb Eriksons-Drift. Stellenweise ist der Fluß auf dieser Strecke bereits wieder breit und beruhigt in einer offenen Landschaft, aber an vielen Stellen, besonders wo höhere Bergzüge das Tal kreuzen, arbeitet die Erosion noch weiter. Die beiden großen Nebenflüsse, der Elefantfluß und der Omuhonga, müssen zu ihrer Ausbildung ebenfalls lange Zeit gebraucht haben. Der Charakter des Kunene zwischen Montenegro-Fällen und Eriksons-Drift zeigt, obwohl die Erosionsarbeit noch im Gange ist, keinerlei Ähnlichkeit mit dem durchaus jugendlichen Charakter des Kunene zwischen den Montenegro-Fällen und der Mündung. Die noch andauernde Erosion kann leicht der noch andauernden Aufwölbung des

Randgebirges zugeschrieben werden, genau wie auch die Lunda-Schwelle noch im Diluvium neue Aufwölbung erfahren hat. Wäre aber der Kunene früher in die Etoscha-Pfanne geflossen, dann müßte dies schon im frühen Tertiär der Fall gewesen sein, sonst hätte der Kunene sich nicht, der Aufwölbung des Randgebirges im Tertiär folgend, allmählich sein Bett tiefer legen können. Nur die Flüsse, deren Entstehung bis ins Tertiär zurückreicht, haben die Zeit und Kraft gehabt, ihren Lauf durch das sich aufwölbende Randgebirge hindurchzuziehen.

Der ganz junge Unterlauf des Kunene westlich der Montenegro-Fälle und der zum mindesten bis ins Tertiär zurückreichende Mittellauf lassen keine andere Erklärung zu, als daß der Kunenelauf in seinem Unterlauf sich in jüngster geologischer Zeit geändert haben muß. Alle geologischen und morphologischen Anzeichen aber weisen darauf hin, daß der Kunene, ursprünglich dem Otjitamifluß folgend, zum Coroca geflossen ist.

#### NIEDERSCHLAG, ABFLUSS UND VERDUNSTUNG IM SCHWEIZER HOCHGEBIRGE

Zum Lebenswerk von *Otto Lütschg-Lötscher* († 1947)

*R. Keller*

Mit 6 Abbildungen

Länger als fünfzig Jahre standen die Untersuchungen zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges im Mittelpunkt der Lebensarbeit des 1947 verstorbenen Schweizer Forschers Dr. phil. h. c. O. *Lütschg-Lötscher*. Bei seinen Forschungen schenkte er der genauen Erfassung des Niederschlags und der Vorratsänderungen im Wasserhaushalt des Hochgebirges, insbesondere der Gletscher, und der Abnahme der Landesverdunstung mit der Höhe seine besondere Aufmerksamkeit. Die Untersuchungen wurden angestellt in fünfzehn ausgewählten Forschungsgebieten der Schweizer Alpen und Voralpen mit einem jeweils sehr dichten Netz für die Beobachtung von Niederschlag und Abfluß.

Die Forschungsergebnisse sollten zusammengefaßt werden in einem vierbändigen Werk „Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges“, in der Reihe „Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie. Hydrologie“. Im ersten Teil, von dem die Kapitel 1—5 erschienen sind, wird allgemein über den heutigen Stand der Niederschlags, Abfluß- und Verdunstungsforschungen im Schweizer Hochgebirge berichtet. Die Ergebnisse der Niederschlagsforschungen sind hier in einem Tabellenwerk zusammengestellt<sup>1)</sup>. Das Problem der quantitativen Erfassung

der Vorratsänderungen wird ausführlicher behandelt am Beispiel des Oberen Grindelwaldgletschers und der Gletscher im Monte-Rosa-Gebiet (Saastal)<sup>2)</sup>. Der zweite Teil behandelt die Arbeiten in vierzehn Forschungsgebieten (noch nicht erschienen), während der dritte Teil eine Monographie des vom Menschen stark beeinflussten Wasserhaushaltes der Landschaft Davos bringt<sup>3)</sup>. Der letzte Teil sollte schließlich den Schlußfolgerungen und dem Sachregister vorbehalten werden.

In zwei früher erschienenen umfangreichen Bearbeitungen behandelte O. *Lütschg-Lötscher* Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im stark vergletscherten Mattmarkgebiet in der Monte-Rosa-Gruppe und den Märgelsee und seine Abflußverhältnisse<sup>4)</sup>.

<sup>2)</sup> O. *Lütschg-Lötscher*, Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges. I. Band, 1. Teil. Allgemeines 2. Abteilung. Kap. 4 und 5. 41 S. mit 10 Taf., 21 Fig. u. 6 Tab. Beitr. z. Geol. d. Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie, 4. Lieferung. Zürich. 1944.

<sup>3)</sup> O. *Lütschg-Lötscher*, Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges. II. Band, 3. Teil (Mit Beiträgen von *Rudolf Bohner* u. *Walter Dietz*): Forschungsgebiet Nr. 7, Davosersee. Zur Hydrologie der Landschaft Davos. 490 S. mit 2 Karten, 9 Taf., 146 Textfig., 173 Tab. Beitr. z. Geol. d. Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie, 4. Lieferung. Zürich. 1944.

<sup>4)</sup> O. *Lütschg*, Über Niederschlag und Abfluß im Hochgebirge. Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes. Ein Beitrag zur Fluß- und Gletscherkunde der Schweiz mit Beiträgen von Dr. *R. Eichenberger*, Dr. *H. Christ*, Chemiker *P. Huber* und Oberforstinspektor *M. Petitmermet*. 479 S.

<sup>1)</sup> O. *Lütschg-Lötscher*, Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges. I. Band, 1. Teil. Allgemeines 1. Abteilung. Kap. 1—3 (Mitarbeiter *Rudolf Bohner*). 60 S. mit 9 Karten, 10 Textfig., 17 Tab. Beitr. z. Geol. d. Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie, 4. Lieferung. Zürich. 1945.