

Eine potamologische Karte von Afrika.

Von

Thusnelde Dorner (Schwester Andrea), Freiburg i. Br.

Mit 1 Übersichtskarte.

Inhaltsübersicht.

Einleitung	2
I. Das äquatoriale Gebiet mit dauernd fließenden Gewässern	3
II. Das Gebiet periodisch fließender Gewässer der Tropen .	11
a) Ostafrika	11
b) Die Sudanzone	17
c) Südafrika	23
III. Die Wüstengebiete	26
a) Die Kalahari	26
b) Die Sahara	28
IV. Die subtropischen Gebiete	31
a) Die Atlasländer mit Algerien	31
b) Kapland, Natal und die Ostküste von Südafrika	34
c) Madagaskar	36
V. Zusammenfassung	36
Zitierte Literatur	42

Die vorliegende Arbeit wurde im Geographischen Institut der Universität Freiburg i. Br. auf Anregung von Herrn Prof. Dr. NORBERT KREBS ausgeführt.

Einleitung.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit: „Eine potamologische Karte von Afrika“ ist eine tunlichst genaue Bestimmung der Grenzen zwischen den Gebieten mit dauernd, periodisch und episodisch fließenden Gewässern und denen der Wadis.

Auf die Verschiedenartigkeit der Wasserführung der Flüsse in bestimmten Klimazonen wiesen vor allem WOEIKOF in seinem Werke „Klimate der Erde“ und GRAVELIUS in „Flußkunde“ hin. Eine eingehendere Untersuchung und Abgrenzung der Bereiche mit verschiedener Wasserführung liegt über keinen der Kontinente vor. Als besonders günstig dafür erwies sich Afrika, das durch den Äquator in der Mitte geteilt, — auf der nördlichen und südlichen Halbkugel mehrere Klimazonen umfaßt.

In bezug auf die Begriffe „dauernd“, „periodisch und episodisch“ herrscht in der Literatur leider noch keine Einheit. Als Dauerflüsse sind in dieser Arbeit diejenigen aufgefaßt, die das ganze Jahr ohne Unterbrechung fließen, als periodische solche, die regelmäßig zur Regenzeit (und kürzere oder längere Zeit nach derselben) einen zusammenhängenden Wasserlauf haben, in der Trockenzeit aber austrocknen oder sich in eine Reihe von Tümpeln auflösen. Flüsse, die dagegen jährlich mehrmals, aber nur gelegentlich (nach heftigen Gewitterregen) für mehrere Tage, oft nur einige Stunden, Wasser führen, sind als episodisch bezeichnet.

Die Wasserführung der Flüsse ist in erster Linie eine Funktion der klimatischen Verhältnisse des Einzugsgebietes¹⁾. Sie ist nicht nur abhängig von der Menge der Niederschläge, sondern in hohem Maße auch von deren Verteilung auf die einzelnen Monate und von der Verdunstung. Nicht zu unterschätzen sind die Einflüsse der Orographie und der Geologie des Flußgebietes. Die Orographie ist insofern mitbestimmend, als Gebirge vielfach zu Kondensation und Steigungsregen Anlaß geben, ferner durch rascheren Abfluß die Verdunstung vermindern; die Geologie durch die verschiedene Permeabilität der Gesteine.

Im allgemeinen gilt in der Klimatologie die Formel: Abfluß = Niederschlag — Verdunstung, Verdunstung dabei im weiteren Sinne (die Verdunstung durch die Vegetation) genommen. Für eine Untersuchung der Wasserführung der Flüsse käme also in Frage,

¹⁾ GRAVELIUS Flußkunde, Berlin und Leipzig 1914.

festzustellen, wie groß die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung ist. Je nachdem sie eine positive oder negative für das ganze Jahr oder für einzelne Monate ist, ergäbe sich dauernder oder periodischer Abfluß, bzw. völlige Wasserlosigkeit. Über Abflußmengen der afrikanischen Flüsse liegen bereits mehrere Messungen vor; über Verdunstungswerte finden sich höchst selten zuverlässige Angaben. Berücksichtigt man ferner die oben genannten mitbestimmenden Faktoren, so ist erklärlich, daß an eine Untersuchung auf Grund von Berechnung nicht zu denken war. Ich war somit lediglich auf Literatur, meist Reiseberichte aus neuerer Zeit und Karten angewiesen und habe so weit wie möglich die Niederschlags-, Temperatur- und Vegetationsverhältnisse der einzelnen Gebiete mitberücksichtigt. In anbetracht der hohen Verdunstung erachtete ich bei der Untersuchung der Zone dauernder Gewässer eine Ausschaltung solcher unter 50 km Minimallänge für berechtigt und notwendig.

1. Kapitel.

Das äquatoriale Gebiet mit dauernd fließenden Gewässern.

Im äquatorialen Afrika haben wir ein zusammenhängendes großes Gebiet mit dauernd fließenden Flüssen, von der niederschlagsreichen Guineaküste herüber zum Kongobecken und weit nach Süden sich erstreckend. Nimmt man mit SUPAN (1) eine jährliche Niederschlagsmenge von 1000 mm als untere Grenze des Regenreichtums in den Tropen an, so fallen nur wenige Gebiete des äquatorialen Afrika aus der regenreichen Zone heraus. Der größte Teil der Guineaküste und des ganzen Kongogebiets weist weit höhere Niederschlagsmengen auf. Auch die Niederschlagsverteilung ist, zumal in dem zentralen Kongobecken mit seinen orographisch einheitlichen Verhältnissen, eine ziemlich gleichmäßige. Hier fehlen Trockenmonate — als solche bezeichne ich nach KÖPPEN (2) Monate mit höchstens 30 mm Niederschlag vollständig. Fast alle Monate dieser Zone weisen eine gute Benetzung auf (3), wenigstens in den äquatornahen Breiten, wo der Wasserdampfgehalt der Luft dauernd groß genug ist, um die für die innere Tropenzone charakteristischen täglichen Gewitterregen hervorzurufen. So ist hier kein Monat unter 50 mm; die peripheren Teile haben aller-

dings 1—3 und 4—6 Monate unter 50 mm Niederschlag, doch ist die Verdunstung infolge der riesigen Urwälder eine geringere als in den offenen Steppenlandschaften, und die Temperaturen erreichen in diesem zentralen Teile zwar immer 20°C , aber nie die Extremwerte wie im nördlichen und südlichen Afrika. Schärfer als in anderen Kontinenten ist in Afrika in diesen Breiten bis $5\text{--}6^{\circ}\text{N}$ und S eine doppelte Regenzeit zur Zeit der Zenitstände der Sonne ausgeprägt (4). Eine Trockenzeit im strengeren Sinne des Wortes kennt das Kongobecken nicht, und dies gilt im allgemeinen auch von der Guineaküste, hier allerdings unter anderen Bedingungen.

Während der nordhemisphärische Teil Afrikas mehr oder weniger das ganze Jahr hindurch unter dem Einfluß nordöstlicher Winde steht, die vom großen asiatischen Kontinent und zudem von höheren in niederere Breiten kommen, selten Regenbringer sein können, ist die Guineaküste von konstantwehenden SW-Winden beherrscht. Sowohl die Regenkarte von FRAUNBERGER (5), wie die neueste von LOEWE (5a), zeigen von der Mündung des Gambia ($13\frac{1}{2}^{\circ}\text{N}$) an, Niederschläge von mehr als 1000 mm. Es ist dies die Stelle, an der die kalte und niederschlagsverhindernde Kanarenströmung der Westküste verschwindet, und an der die letzten Spuren der warmen Guineaströmung sich noch geltend machen (6). Die Verdunstung über dem warmen Wasser ist eine recht intensive. Auf die feuchten Luftmassen wirkt nun das ganze Jahr hindurch das stark erhitze Innere der Sahara- und Sudanzone anziehend; als wasserdampfreiche SW-Monsune gelangen sie an die Küste, an der sie, zum Aufsteigen gezwungen, ihre Feuchtigkeit abgeben. So erhält das ganze Küstengebiet von Senegambien bis über Kamerun hinaus, etwa bis zur Mündung des Ogowe (2°S), sehr reiche Niederschläge. Von der Gambiamündung mit 1000 mm an wächst die Niederschlagsmenge rasch. Die SW-Ecke der Küste von 12°N 16°W bis 6°N 2°W , wie auch die Küste Kameruns, die beide von den Monsunen senkrecht getroffen werden, haben durchschnittlich 3800—4200 mm; das Maximum empfängt der Kamerunberg mit mehr als 10 000 mm. Nur an einer Stelle erfährt das Gebiet des großen Regenreichtums eine Unterbrechung. Von der Goldküste zum Volta und dem westlichen Süd-Nigerien findet sich, jedenfalls infolge kalten Auftriebwassers in den Sommermonaten (7), eine kleine Zone mit geringen Niederschlägen (700—800 mm). Nach LOEWE sind hier mehrere Stationen, die eine 3—4 monatliche Trockenzeit haben. Dies erklärt das Versiegen mancher Seitenbäche des unteren Volta (8), die je-

doch unter 50 km Länge haben und daher auf der Karte nicht besonders hervorgehoben werden können. Die größeren Flüsse, die alle im feuchten Urwaldgebiet entspringen und von dort gespeist werden, vermögen sich ständig durchzusetzen. Die Niederschläge sind an und nahe der Küste am stärksten und nehmen landeinwärts ab.

Die Abgrenzung des Gebietes mit dauernd fließenden Gewässern gegen dasjenige mit periodischen war für mich in dieser Zone eine einfache. NIEHOFF's exakte Arbeit über den Niger und seine Nachbargebiete (9) bringt auf einer Nebenkarte (10) die Verhältnisse klar zur Darstellung. So weit ich die dieses Gebiet betreffende Literatur und Karten durcharbeitete, konnte ich nichts Abweichendes finden. So legte ich meiner Karte für dieses Gebiet die genannte Karte zugrunde. Der Verlauf der Grenze zeigt eine auffallende Übereinstimmung mit der 1000 mm Isohyete. Zwar reichen die Steigungsregen, die den dauernden Abfluß ermöglichen, nicht so weit landeinwärts, als das Gebiet dauernder Flüsse gezeichnet ist. Allein die von den ergiebigen Regen mit Wasser gefüllten Sumpfgebiete auf der flachen Wasserscheide zwischen den Küstenflüssen und den der sanften Innenabdachung folgenden Plateauflächen speisen die letzteren, und so verschiebt sich der Bereich dauernder Flüsse etwas weiter nordwärts. Weniger auf klimatische Faktoren, als auf die Permeabilität des Sandsteinbodens ist in dem noch 1200—1500 mm Niederschlag empfangenden Gebiet um 11° N 10° W das Versiegen kleiner Gewässer zurückzuführen; NIEHOFF fand den Yrobach und den oberen Bakoy im März 1909 völlig ausgetrocknet. In dieser Gegend vollzieht sich allerdings bereits der allmähliche Übergang von der tropisch feuchten Küstenregion und deren Hinterland zu dem nur zur Zeit des Zenitstandes der Sonne regenreichen Sudan. Daß die Küstenflüsse Rio Nuñez und Rio Grande, in Gebieten, in denen die trockene Zeit bereits die feuchte an Dauer übertrifft (11), noch in das Gebiet der Dauerflüsse gehören, verdanken sie den erwähnten Sumpfgebieten und dem Umstand, daß auch in den Trockenmonaten nicht selten Gewitterregen niedergehen.

Soweit die SW-Monsune die Küste senkrecht treffen, reicht die Zone reicher Niederschläge und dauernder Flüsse weit ins Innere und zieht sich von 14° N bis 12° N, die riesigen Einzugsgebiete von Senegal und Niger umschließend, von der Westküste bis 2° W. Hier (12° N 2° W) weicht die Grenze scharf nach SO bis 9° N 0° . Als Grund dafür möchte ich das regenarme Gebiet der Goldküste

annehmen und das Vordringen des trockenen NO-Passates bis zur Küste in den Monaten Januar und Februar (12). Von hier an (9° , 0°) hält sich die Grenze südlich des 10. Breitengrades. Der Benue, der mächtigste Nebenfluß des Niger, mit seinen gewaltigen Wassermassen aus dem Urwaldgebiet und Kamerun, bildet die Grenze zwischen den Gebieten dauernder und periodischer Gewässer. Seine großen Nebenflüsse von links sind zur Regenzeit von flachgehenden Dampfern befahrbar, zur Trockenzeit sind sie durchwatbar (13). Dies mag zunächst überraschen, denn diese Flüsse kommen bereits aus dem im Wind- und Regenschatten des Kamerungebirges gelegenen wasserärmeren Hochland, das überwiegend Grasland ist. Doch fallen während der Trockenzeit beinahe täglich starke Gewitterregen (14). Von rechts empfängt der Benue nur spärliche Zuflüsse, und nur die vom Bauchiplateau kommenden Gurara und Gongola erreichen als allochthone Flüsse mit wenig Wasser zur Trockenzeit den Benue gerade noch; ein großer Teil der rechten Nebenflüsse versiegt in dem Sandsteinboden der Benuesenke bald nach dem Aufhören der Regen. Das Bauchiplateau, das noch größeren Niederschlag (1000—1500 mm) hat und mit großer Wahrscheinlichkeit einen dauernden Abfluß der auf ihm entspringenden Flüsse sichert, tritt somit als „Insel“ aus dem sonst nur mehr periodisch bewässerten Gebiet heraus.

Hätte ich mich nicht veranlaßt gesehen, Bäche, bzw. Flüsse unter 50 km Länge in der Darstellung nicht zu berücksichtigen, so wären im Gebiet dauernd fließender Flüsse einige kleine Inseln mit periodischen Gewässern einzuzichnen gewesen. So seien sie wenigstens textlich erwähnt. Das Kamerungebirge ist uns als sehr niederschlags- und wasserreich bekannt. Allein das trifft nur für die atlantische Seite zu, und auch hier nur für die unteren und mittleren Regionen. Die Gipfel des Kamerungebirges empfangen keine beträchtlichen Niederschläge mehr. Auf der NO-Abdachung (15) sind größere und kleinere Trockenschluchten von den unteren Hängen hoch ins Gebirge hinaufreichend häufig; Wasser ist oberhalb 1900 m nirgends zu finden. Wohl infolge des porösen vulkanischen Bodens ist auf der noch regenärmeren Ostabdachung Wasser erst in 300 m Höhe wieder anzutreffen (16). Die unteren Regionen sind dafür um so feuchter und mit dichtem Urwald bestanden. Hier führen alle größeren Flüsse jahraus jahrein Wasser; aber die kleineren sind selbst in diesen Regionen vor dem Versiegen zur Trockenzeit nicht geschützt. Dies ist auch in dem im allgemeinen sehr wasserreichen Manenguba-

Hochland der Fall. In dem weitverzweigten Netz von Wasseradern, die die ausgedehnte, flache Ebene durchschneiden, finden sich nicht selten zur Trockenzeit wasserlose Flußbetten; Flüsse mittlerer Größe, wie der Mbo und Nkam, fließen träge und mit wenig Wasser dahin (17). Die grüne Vegetation und die Galeriewälder verraten jedoch, daß Wasser sich nahe der Oberfläche findet und unterirdisch zu den größeren Flüssen, die auch zur Trockenzeit noch stattlich sind, gelangt. Riesige Hängebrücken in beträchtlichen Höhen zeugen für die ungeheuere Wasserfülle zur Regenzeit, in der die verschiedenen Stromsysteme des Sannaga (Kongo), Benue (Niger) und Logone-Schari mehr oder weniger miteinander in Verbindung stehen und ein ausgezeichnetes Netz von Wasserstraßen bilden (18).

Vom Benue nach Osten wurde die Grenzbestimmung schwieriger. Wir kommen hier in die verhältnismäßig noch wenig bekannten Gebiete des inneren Sudan. Fast regenlose Wintermonate sind hier die Regel (19), verbunden mit hohen Temperaturen; die doppelte Regenzeit ist nördlich von 5—6° N kaum mehr ausgeprägt. Der Urwald, der nördlich des Ubangi seine Grenze findet (20), ist ein ausgezeichnetes Reservoir für die vielen Quellflüsse des das ganze Jahr Wasser führenden Schari und Logone (21).

Über Wasserführung von Seitenflüssen der beiden Flüsse oder über die der rechten Nebenflüsse des Ubangi konnte ich in der Literatur keine Angaben finden. So zog ich die Grenze wenig nördlich der Urwaldgrenze, und es stellte sich heraus, daß ich damit genau auf die Grenzlinie des Gebietes von Bahr-el-Ghasal kam, und daß sie sich nahezu mit der 1000 mm Isohyete deckt.

Nach vielen, sehr verschieden lautenden Berichten über die Wasserführung der zahlreichen Flüsse zwischen Bahr-el-Djebel und Bahr-el-Arab, worüber im nächsten Kapitel ausführlicher gesprochen wird, dürfte mit ziemlicher Sicherheit das Gebiet nicht mehr in die Zone dauernd fließender Gewässer gehören. Nur der Oberlauf der Flüsse hat auch zur Trockenzeit noch einen zusammenhängenden Wasserfaden. Daher liegt auf meiner Karte die Grenze wohl parallel der mit Wald bedeckten Nil-Kongo-Wasserscheide, doch weiter nordöstlich und nicht auf ihr, wie es nach der sonst sehr sorgfältig gearbeiteten Karte von Sprigade und Moisel (22) der Fall ist, die in begrüßenswerter Weise durch verschiedene Signatur die Verhältnisse der Wasserführung zum Ausdruck bringt.

Östlich des Bahr-el-Djebel treffen wir in gleichen geographi-

schen Breiten ganz andere Verhältnisse an. Die mannigfaltige Oberflächengestaltung, die komplizierten Luftdruck- und Windverhältnisse und damit der Niederschläge bedingen in ganz Ostafrika ein wechselvolles Bild der Hydrographie. Vom tropischen Regenreichtum des Kongobeckens ist östlich der großen Bruchzone selbst in Äquaturnähe fast nichts wahrzunehmen. Im großen ganzen ist die Zone des Tanganika-Grabens die Grenze zwischen dem Gebiet dauernder und periodischer Flüsse. Unter den in Ostafrika vorherrschenden O-, bzw. NO- und SO-Winden, die je nach den Jahreszeiten teils als trockene Winde ins Land kommen, teils ihre Feuchtigkeit an die Berglandschaften abgegeben haben, sind die Ostseiten der großen Seen sehr trocken. Nach E. DE MARTONNE's orohydrographischen Karte der oberen Nilgebiete (23) und nach seinem Berichte (24) versiegen die südöstlichen und östlichen Zuflüsse des Victoriasees während mehrerer Monate; nur von Zeit zu Zeit sammelt sich in kleinen Tümpeln etwas Wasser. Das gleiche gilt von dem Gebiete östlich einer Linie vom SW des Victoria bis zum N des Tanganikasees. Dieser Bericht wird bestätigt von allen anderen Autoren, die ich für Ostafrika benützte. Vom Tanganika- über den Rukwa- und Nyassasee sind im ganzen Gebiet nur der Songwe und der Momba dauernd wasserführende Flüsse (25). Bei der großen Trockenperiode versiegen alle übrigen Nebenflüsse, so daß die Grenzlinie vom S-Ufer des Tanganika zum N-Ufer des Nyassasees gezogen wurde. Wenn LOEWE in seiner Arbeit darauf hinweist, daß der Einfluß der Seen, speziell des Victoriasees, auf die Regenmengen vielfach überschätzt werde, so läßt sich doch eine wesentlich größere Feuchtigkeit der NW und W-Gestade bei sämtlichen ostafrikanischen Seen nicht leugnen. Die das ganze Jahr herrschenden östlichen Winde geben den über den weiten Seeflächen aufgenommenen Wasserdampf beim Aufsteigen an den hohen ostwärts gerichteten Wänden des Grabens ab und ermöglichen dadurch den kurzen Küstenflüssen der W-Ufer dauernde Wasserführung. Sehr weit ins Innere des Hinterlandes reichen diese Regen nicht. Da aber die niederschlagsreiche Zone des Kongobeckens diese Randgebiete noch umfaßt, so entsteht keine Unterbrechung des dauernd feuchten Gebietes zwischen Kongo und dem Seenplateau. Nicht nur die aus den Seen gespeisten Kongo-quell- und -zuflüsse: Lualaba, Luapula, Lufira, Lukuga u. a. führen stets reichlich Wasser, sondern auch deren kleinere Nebenflüsse haben immer einen ununterbrochenen Wasserlauf. Starke Schwankungen

in der Wassermenge werden natürlich bei all diesen Flüssen beobachtet. Zu und nach der Regenzeit sind die allermeisten, sofern nicht das zu starke Gefälle ein Hindernis ist, schiffbar. Auch hier stehen — wie bei Kongo — Ubangi — Niger — die Flüsse dann vielfach untereinander in Verbindung.

Die Grenze gegen die Zone periodischer Flüsse reicht auf der Südhalbkugel viel weiter nach S als auf der Nordhalbkugel nach N. Das ganze südliche Hochland mit der Kongo-Sambesi-Wasserscheide ist außerordentlich gut bewässert. Trotz einer stellenweise oft 30 bis 40 m mächtigen Sanddecke, die über Sandstein und Kalktuffen nördlich des Sambesi lagert und vielleicht bis zur Wasserscheide reicht, sind sämtliche Zuflüsse des Sambesi das ganze Jahr wasserreich. Den ebenen Boden des sumpfigen Quellgebietes deckt zur Regenzeit ein einziger großer See, aber auch in der 3—4 monatlichen Trockenzeit ist der Sandboden noch derart mit Wasser gefüllt, daß jeder Fußtritt sich eindrückt und sofort mit Wasser füllt (29). Diese Wasserfülle fehlt den westlichen Landschaften zwischen oberem Sambesi — Kafue — Luangwa, doch sind auch sie von zahlreichen perennierenden Flüssen durchzogen. Nur zwischen dem feuchten Westufer des Nyassasees und dem Luangwatal (30) haben wir einen schmalen Landstreifen, in dem die östlichen, dem Luangwa zuströmenden Flüsse zur Trockenzeit nur auf wenige Meilen ihres Oberlaufes noch Wasser führen, während es im Mittel- und Unterlauf fehlt. Dieser Streifen empfängt nach der LOEWE'schen Karte auch nur ca. 750 mm Niederschlag gegenüber den reicher benetzten Nachbargebieten. GUILLEMAIN berichtet, daß von den 39 Zoll = 975 mm Niederschlag 37 Zoll (905 mm) in den Monaten November bis März fallen und daß die SO-Winde sehr trocken über dieses Land wehen. Nach GUILLEMAIN sind auch in Katanga schon im zweiten Drittel der mehrmonatlichen Trockenzeit die kleineren und mittleren Wasserläufe ausgetrocknet (30a). Ob es berechtigt ist, diese Gebiete als nur periodisch bewässerte auf der Karte besonders hervorzuheben, kann ich nicht entscheiden. SCHWETZ erwähnt in seinem Reisebericht über Katanga (31) nichts von versiegenden Flüssen. Es ist jedoch möglich, daß südlich des 12. Breitengrades schon kleinere Inseln periodischer Bewässerung sich finden, wenigstens in regenarmen Jahren. Im allgemeinen aber versiegen erst südlich des 15. Grades s. Br., wo die Trockenzeit intensiver und die Temperatur während derselben höher wird (37°—40° im Schatten), die nicht im wasserreichen Gebiet entspringenden Flüsse.

Westlich des Sambesi bis zum Knie des Kunene (17° , 15°) verläuft die Grenze in annähernd 17° S. Dieses Ausbiegen nach S mag zunächst überraschen, da man noch weiter gegen das Innere des Kontinents eher eine Abnahme von Niederschlag und Feuchtigkeit erwarten sollte. Doch fand ich in der Literatur, namentlich bei MARQUARDSSEN (32) und NITSCHKE (33), ausdrücklich erwähnt, daß die vom Hochland von Angola kommenden Gewässer und Nebenflüsse des Kubango-Okavango, wie auch des Kuito und Kuando bis etwa 17° S dauernd Wasser führen. In dieser Weise stellt auch die GROLL'sche Karte (34) die Verhältnisse dar. Zwischen Kubango und Kuito sind Dauerflüsse bis zu 17° S; der zur Etoschapfanne fließende Cuvelai, der von rechts auf seinem ganzen Weg nur periodische Flüsse, sog. Mulolas, aufnimmt, löst sich von dieser Breite an in eine Reihe von Tümpeln und kleinen Teichen auf. Er bildet mit seinen periodischen Seitenflüssen die Süd- und Westgrenze des dauernd entwässerten Gebietes. Der einzige perennierende Fluß jenseits dieser Grenze ist der Kunene, der sein Quellgebiet mit vielen kleinen Armen im wasserreichen Hochland von Bihé hat. Dieses Hochland empfängt 1200—1600, in seinem höchsten Teil sogar 1800 mm Niederschlag; außerdem herrschen in diesem Gebiet kristalline Gesteine vor. Die Niederschlagsverteilung ist bei der nur einmaligen Regenzeit keine gleichmäßige, doch fehlen völlig regenlose Monate (35). Regenbringer für dieses Gebiet sind ausschließlich die SO-Winde; vom nahen atlantischen Ozean empfangen diese Landschaften keinerlei Regen. Was die SO-Winde vom indischen Ozean an Wasserdampf mitbringen, geben sie bereits an das östliche Gebiet von Natal und Transvaal, Matabele- und Maschonaland ab. Als trockene Winde wehen sie über die Kalahari. Erst aus den großen Flüssen und Sümpfen nördlich derselben können sie von neuem Feuchtigkeit aufnehmen, die sich beim Aufsteigen an dem sanften Ostabhang des Angola-Hochlandes zu ziemlich ergiebigem Regen kondensiert. Diese außerhalb der Regenzeit niedergehenden Regen sind wahrscheinlich ziemlich gleichmäßig über das Jahr verteilt, treffen aber die atlantische Abdachung nicht mehr. Die Nebenflüsse des Kunene, der dieser Abdachung folgt, auch der große Kakulovar, wie überhaupt die Küstenflüsse SW-Angolas, sind sämtliche nur „Saisonflüsse“ (36), die zwar in der Tiefe von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ m auch in den trockenen Monaten noch Wasser führen.

Erst nördlich von Benguella (12° S) treffen wir auf atlantischer Seite wieder ständig fließende Flüsse (37). Der schmale Küsten-

streifen selbst ist zwar in dieser Breite noch niederschlagsarm, aber die aus dem gut beregneten Hochland von Angola gespeisten Flüsse vermögen ihn zu durchsetzen. Längs ihres Laufes finden sich blühende Oasen im dürren Lande. Ursache der Regenarmut der ganzen südwestafrikanischen Küste vom Kapland bis Benguella ist die kalte Benguellaströmung. Die westlichen, vom atlantischen Ozean kommenden Winde werden durch sie abgekühlt und können über dem wärmeren Land keine Feuchtigkeit abgeben. Der Einfluß der niederschlagsbegünstigenden Guineaströmung reicht nicht wesentlich über den Äquator nach Süden. Mayumba in 3° S hat noch 1300 mm Niederschlag, und an der Kongomündung (Banana) fallen kaum mehr 750 mm; Loanda in etwa $8\frac{1}{2}^{\circ}$ S empfängt sogar nur 270 mm. Doch macht sich für diese Gebiete der reiche Niederschlag des Hinterlandes bemerkbar und verhütet das Versiegen der Flüsse. Damit ist der Bereich dauernder Gewässer des äquatorialen Afrika auch hier wieder etwas erweitert gegenüber der Zone reichen Niederschlags.

II. Kapitel.

Das Gebiet periodisch fließender Gewässer der Tropen.

a) Ostafrika.

Schon bei der Besprechung der Ostgrenze des dauernd bewässerten Äquatorialgebietes habe ich auf die verwickelten und vom Kongobecken völlig verschiedenen orographischen und klimatischen Verhältnisse Ostafrikas hingewiesen.

Auf die Luftdruck- und Windverhältnisse von Ostafrika (38) üben die Landmassen des asiatischen Kontinentes einen bedeutenden Einfluß aus. Das große Tiefdruckgebiet Vorderasiens während des Nordsommers zieht den SO-Passat der Südhalbkugel weit auf die Nordhalbkugel herüber, wodurch der SO-Wind allmählich, teils schon südlich des Äquators, SW-Richtung erhält. Umgekehrt erfolgt die Luftströmung im Südsommer. Bei der geringeren O-W-Ausdehnung des südafrikanischen Landes sind jedoch die Luftdruckunterschiede kleiner. Der NO-Monsun kann auf der Südhalbkugel den SO-Passat nicht weit, etwa bis zum 5. bis 10. Breitengrad, zurückdrängen und reicht auch nicht weit ins

Innere. Vom indischen Ozean her bringt er zwar Feuchtigkeit mit, doch weht er nördlich des Äquators von kälteren in wärmere Gegenden, trifft die Küste teils unter spitzem Winkel, teils weht er ihr parallel und ist da, wo er nicht zum Aufsteigen gezwungen ist, niederschlagsfeindlich. Südlich des 15. Grades S ist der SO-Passat für die Küste und das Innere der herrschende Wind und Regenbringer. Im allgemeinen sind die Regenzeiten nicht streng an die Zenitstände der Sonne geknüpft, sondern vielmehr an die Zeiten, in denen die beiden Luftströmungen sich ablösen. Es handelt sich bei den verwickelten Niederschlagsverhältnissen mancher Distrikte nicht, wie HANN annimmt, um 2 verspätete Zenitalregenzeiten, sondern nach LOEWE's Ansicht um 3 Regenperioden verschiedener Intensität. Diese Verhältnisse näher zu betrachten, würde zu weit führen. Für meine Untersuchung genügt die Feststellung, daß es sich im ganzen Gebiet um verhältnismäßig geringe Niederschlagsmengen bei sehr ungleichmäßiger Verteilung handelt. Weite Räume haben nur 500 – 750 mm, andere 750—1000 mm. Nur die Osthänge der Gebirge und Vulkane, sowie die N- und NW-Ufer der Seen weisen bessere Benetzung auf. Unter solchen Umständen ist es erklärlich, daß wir auf der Ostseite Mittelafrikas in der Hauptsache Gebiete periodischer Gewässer haben. Die regenreichen Gebirge speisen eine große Anzahl dauernd fließender Flüsse. Die beträchtliche Zahl derselben in manchen Landschaften machte die Entscheidung, ob das Gebiet besser zu der dauernd- oder der periodisch-bewässerten Zone zu rechnen sei, manchmal schwer. In solchen Fällen ließ ich mich nicht allein von der Wasserführung der Hauptflüsse und ihrer großen Seitenflüsse bestimmen, sondern suchte tunlichst den gesamten Klima- und Vegetationstypus des Gebietes zu berücksichtigen.

Auf Grund derartiger Überlegungen zeichnete ich das nördliche Mozambique trotz seiner mächtigen dauernden Wasseradern: der Lurio, Mukubiri, Messalu, Lujenda und Rowuma (39), auf meiner Karte als periodisch bewässertes Gebiet. Diese Dauerflüsse haben ihren Ursprung in den reichlich Niederschlag empfangenden Gebirgen, erreichen in den Trockenmonaten das Meer nicht immer (40). Ein großer Teil der Gewässer versiegt jedoch vollständig in durchlässigen Lateriten (41); weite Flächen sind in den Wintermonaten Juli, August und September ganz wasserlos. Die Landschaft hat dann das Gepräge einer dünnen, öden Gegend, die Vegetation ist verkümmert und arm (42). Südlich der Gebirgskette zwischen

Nyassa- und Chilwasee und im Bergland von Blantyre ist der Boden feuchter und wasserreicher (43); ob der mehrere Monate trockenwehende SO-Wind die kleinen Gewässer durch Verdunstung aufzehrt, konnte ich nicht feststellen.

Ähnlichen Charakter, aber noch trockeneren wie Nordmosambique haben auch die anderen Landschaften Ostafrikas. Sie sind zu sehr trockene Savannen und Steppen, als daß man sie einzelner Dauerflüsse wegen zur Zone derselben rechnen könnte. Die östlichen Hänge des Livingstone- und Uhehegebirges, die Hochländer von Iraku, der Kilimandjaro und Kenia u. a. mit ihren reichen Niederschlägen sind Inseln dauernder Gewässer und Wasserlieferanten für die nieversiegenden Wasseradern, die gleichsam als Fremdlinge Deutsch- und Britisch-Ostafrika durchziehen. Die überwiegende Mehrzahl der Gewässer versiegt zur Trockenzeit und das Land dürrt nach Wasser. Aus den Literaturberichten, die gerade über diese Gebiete guten Aufschluß geben, und denen vielfach sorgfältige Karten beigegeben sind, geht das einheitlich hervor.

Im folgenden will ich die größeren Distrikte näher besprechen.

Der Südosten von Deutsch-Ostafrika hat wie das nördliche Mosambique eine sehr scharf ausgeprägte Trockenzeit. Mit Ausnahme einiger Gebirgshänge empfängt dieses Gebiet von Mai bis Ende Oktober keinen Regen oder höchstens 10 mm im Monat (44). Da ist das Fehlen von Dauerflüssen verständlich. Wasserreich dagegen ist der Bezirk von Ungoni und das Livingstonegebirge, wo zahlreiche Bäche und Flüsse auch zur Trockenzeit wasserhaltig sind (45). Hier wurzeln der allzeit kräftige Rowuma und die riesigen Zweige des Rufudji mit dem Ruaha. Als Quellgebiet genannter Flüsse könnte dieses Gebirge und Hochland noch mit zu der äquatorialen Zone dauerndfließender Gewässer gerechnet werden und es hängt mit dieser durch den schmalen dauernd bewässerten NW-Rand des Nyassasees zusammen. Die angrenzenden Landschaften nach S, O und gegen den Tanganikasee sind in den Trockenmonaten sehr wasserarm. Dem Tanganika kommen außer dem Mlagarasi von der Ostseite nur zur Regenzeit wasserführende Flüsse zu (46). Ein großer Teil seiner Nebenflüsse sind vermutlich in der Trockenzeit ohne Wasser (47). Vom Wala (16° ; 32°) wenigstens berichtet JUNKER (48), daß er zur Trockenzeit nur aus einzelnen Tümpeln besteht. JUNKER schildert das gesamte Gebiet südlich des Victoria bis Tabora als sehr trockenes Land, dessen Vegetation intensive Trockenheit verrät und wo permanentfließende Wasser gänzlich

fehlen. Diese Angaben fand ich für dieses Gebiet und für das ganze Innere Deutsch-Ostafrikas bestätigt bei MEYER, OBST u. a. Eine Karte (49), auf der alle einzelnen Wasserstellen und -löcher angegeben sind, ist ein Zeichen für die äußerst ungünstigen Wasser- verhältnisse des Bezirkes. Selbst manche Wasserlöcher trocknen bei der völligen Regenlosigkeit (von Mai bis Oktober) aus. Wer in dieser Zeit durch ostafrikanisches Gebiet reist, der ist enttäuscht, wenn er statt der nach den Karten von großen Strömen durch- gezogenen Landschaften fast durchweg wasserarme Gegenden findet. In den Hochländern von Iramba, Turu, Irangi u. a. sucht man in den tiefen Erosionstälern zur Trockenzeit vergebens nach dem Element, das sie geschaffen hat. Weder der auf der Karte so statt- lich aussehende Wembere-Sibiti, der in den Nyassasee mündet, noch der Bubu in seinem Mittel- und Unterlauf (50) und die kürzeren Zuflüsse der verschiedenen abflußlosen Becken — OBST nennt deren 29 — haben in den Wintermonaten einen dauernden Wasserlauf. Durch ihre Periodizität von großer Wasserfülle zur Regenzeit und restlosem Versiegen in den Trockenmonaten sind sie als Steppen- flüsse charakterisiert. Nur in ihrem Oberlauf haben sie aus dem regenreicheren Hochland dauernde Wasserzufuhr; auf dem langen Lauf durch ausgetrocknetes Steppenland wird das Wasser durch Verdunstung aufgezehrt. Vor solcher Aufzehrung längs ihres Laufes bleiben ganz kurze, vom Hochland gespeiste Wasseradern bewahrt, denn für die knapp 25 km Länge genügt die Speisung zu dauern- der Wasserführung, wie sie z. B. der Beschened (Zufluß des Ba- langdasees $4\frac{1}{2}^{\circ}$; $35\frac{1}{2}^{\circ}$) und der ca. 30—35 km lange Tungobesch ($4\frac{1}{2}^{\circ}$, 35°) (51), sowie die Bäche des Jeida-Beckens und des Manjara- sees haben (52). Es ist jedoch auch möglich, daß die Beobachtungen JÄGER's bald nach der Regenzeit oder in besonders regenreichem Jahre gemacht wurden, denn bei ihm ist auch der Wembere ein zur Trockenzeit noch „ansehnliches Fließchen“ genannt, das in dürren Jahren austrocknet. Der Tarangire-Mkujumi aus den west- lichen Randgebieten der Massai steppe führt nur nach starken Regen- güssen gelegentlich Wasser zum Manjarasee, da aber oft gewaltige Massen. Seine Wasserführung ist also schon mehr eine episodische, wie bei der Mehrzahl der Flüsse innerhalb der Massai (53). Ein ödes, fast wüstenhaftes Gebiet zur Trockenzeit tritt uns in ihr ent- gegen. Unregelmäßige Regen gehen zur Regenzeit nieder, ihre Summe beträgt im Jahre kaum 400—500 mm. Was der NO-Wind an Feuchtigkeit mitbringt, gibt er an den vorgelagerten Gebirgen

von Usambara und Pare ab. Vollständig abgerechnet trifft er, ins Innere dringend, mit dem ebenso trockenen SW-Wind zusammen. Das Zusammentreffen dieser Winde hat natürlich stärkste Austrocknung des Landes zur Folge und erklärt das nur zeitweilige Fließen der Bäche und Flüsse der Massai. Die nördlichen Gebiete haben dank der Gebirge bessere Wasserverhältnisse. Hier finden sich periodisch fließende Gewässer, so der Bubu und Kwou, die in ihrem Oberlauf sogar dauernd sind. Über diese Gebiete liegen amtliche Aufnahmen der Wasserführung, bzw. Wasserstellen vor. Auf einer derartigen Karte der Massai (54) ist ausdrücklich angegeben, daß nur der Pangani und die Wasserläufe am Südhang des Kilimandjaro dauernd Wasser haben; in den übrigen Flußbetten sind die Wasserlöcher eingezeichnet, bei manchem mit dem Vermerk „zeitweise klares Bitterwasser“. Der Pangani würde ohne die Zuflüsse aus dem Usambaragebirge das Meer wohl kaum erreichen. Die Küstenflüsse, selbst die bedeutenderen Mligasi und Msamgassi, vermögen die Trockenzeit nicht zu überdauern (55). Dies ist südlich des Pangani nur dem Wami möglich, der stets kräftigen Wasserader der Landschaft Useguha und dem Gebirgsland von Usagara; seine Tiefe soll sogar in regenarmen Jahren noch 1 m betragen bei einer Breite von 3—4 m (56). Ganz trocken sind die Küstenflüsse in der Breite von Sansibar nie; vereinzelte Pfützen finden sich immer wieder in ihren Betten (57), und ihre Ufer sind mit weniger xerophylen Pflanzen bestanden. Aus dem Regenwaldgebiet von Usambara kommen etliche dauernd fließende Gewässer; die vom weniger feuchten Paregebirge kommenden Sasseni, Mkomasi, Mkongo und zahlreiche Flußläufe des Hinterlandes fallen der Verdunstung zum Opfer (58). Als besonders regenreiches Gebiet muß neben Usambara das Upogorobergland (9° — 8° ; 36°), das dem Ulanga dauernde Gewässer zusendet, besonders hervorgehoben werden. In den vulkanischen Aschen der oberen Hänge des Kilimandjaro, des Ruwenzori und der übrigen ostafrikanischen Vulkanriesen mit ihren ewigen Eis- und Schneedecken in Äquatornähe versickern die Schmelzwasser rasch. Die oberen und mittleren Bergregionen sind trotz beträchtlichen Niederschlags (1800 bis 2500 mm) arm an Wasser. Doch da, wo Wasser wieder zutage tritt, zieht ein Urwaldgürtel um die Bergstöcke und bildet ein ausgezeichnetes Reservoir für die radial ausstrahlenden Bäche und Fließchen, die das ganze Jahr hindurch fließen.

Während Deutsch-Ostafrika mehrere solcher Reservoirs besitzt, hat Britisch-Ostafrika nur einige: das sind der Kenia, das

Aberdare-Gebirge und die Landschaft Mau mit ihren Regen-Hochgebirgswäldern. Üppiges Kulturland findet sich am Fuße dieser feuchten Gebiete; aber schon in einiger Entfernung grenzt kahle, steinige Steppe daran. So betrachtet, reicht der Einfluß dieser „Wasserinseln“ nicht weit. Doch vergrößert er sich, wenn man bedenkt, daß sie Ausgangspunkt bedeutender Dauerflüsse, namentlich des Tana und des Guaso Nyiro, sind. Letzterer hat allerdings am Ende der Trockenzeit in seinem Unterlauf nur noch stellenweise Wasser, seine Nebenflüsse versiegen und er selbst erreicht den Magad-(Natron-)See nur zur Regenzeit (60). Die Gegend der Soda-Lakes ist bei der großen Verdunstung und dem salzhaltigen Boden nahezu vegetationslos. Der Tana, der auf seinem großen Bogen nach NO erst alle südlichen und östlichen Abflüsse des Kenia aufnimmt und dann in fast meridionalen Lauf durch $2\frac{1}{2}$ Breitengrade ein zur Trockenzeit ödes Land durchzieht, hat nicht nur dauernde, sondern auch ziemlich gleichmäßige Wasserführung und ist schiffbar (61). Wie ein derartiger Strom in sonst wasserarmen Gebieten wirkt, läßt die Karte erkennen. Siedlung drängt sich an Siedlung längs des ganzen Flußstreifens bis zu seinem nördlichsten Punkt. Ähnlich sind die Verhältnisse am Juba weiter im N und in schwächerem Maße am Schebelli, die als einzige allochthone Flüsse sich durch trockenes Land durchzusetzen vermögen, dank ihrer dauernd wasserreichen Quell- und Zuflüsse: Daua, Web und Ganale aus SO-Abessinien (62). Der Schebelli, schon am Rande der Somaliwüste, löst sich in seinem Unterlaufe in einzelne Wassertümpel auf und verschwindet im Sande, ohne das Meer zu erreichen. Von rechts empfängt er noch episodische Nebenflüsse, von links münden nur noch Wadis (63). Er bildet daher die Grenze zwischen dem periodisch bewässerten Gebiet und der Wüste. Die Nebenflüsse des Juba und des Tana dagegen führen regelmäßig zur Regenzeit Wasser, ebenso die Küstenflüsse Scheri, Tiwa, Woi (64); ob der Sabaki dauernd ist, kann ich nicht bestimmt sagen, doch dürfte das nach HOLZAPFEL der Fall sein. Für all diese Gebiete, das Küstenland, Hinterland und die Binnenlandschaften sind periodisch fließende Gewässer mit einigen Ausnahmen die Regel. In den ungeheuren, oft buschbedeckten Ebenen, die zu Beginn der Regenzeit in ihrem frischen Grün ein freundliches Bild bieten, wird Wasser bald nach dem Aufhören der Regen eine Seltenheit. Vom Juba westlich bis zum Omo, einem Zufluß des Rudolfsees, fließt kein einziger perennierender Fluß (65). Nur der Sagan-Galana im N bringt dem Stefaniesee

das ganze Jahr hindurch Wasser, obwohl oft jahrelang keine ausgiebigen Regen fallen (66). Von weither treiben die Steppenbewohner ihr Vieh zur Trockenzeit aus den sommerdürren Gegenden des Tertale und der Boranberge an die Ufer des Omo, Galana und Daua, oder weiter südlich zum Guaso-Nyiro, der zum Loriansumpf fließt (67). Die trostlosen Gebiete erstrecken sich noch weiter westlich über den Rudolfsee hinaus. An seinem Westufer ist von der tropisch-üppigen Vegetation, die die Westufer der anderen Seen aufweisen, nichts wahrzunehmen. Selbst in den Flußbetten des Keibisch und Komagul kann man lange vergebens nach Wasser suchen. GWYNN schildert diese noch wenig bekannten Landschaften ($5-6^{\circ}$ N $34^{\circ}-36^{\circ}$) als weites Sumpfgebiet in der Regenzeit und als wasserlose, unbewohnte Wüste in den Trockenmonaten. Diese Beschreibung mag nach anderen Berichten (68) für die ganze wellige Ebene zwischen Bahr-el-Djebel und dem westlichen Abessinien gelten. Als Grenze des Bereichs periodischer Gewässer gegen die dauernden von Zentralafrika kann der Lauf des Assua angenommen werden, der am Ende der Trockenzeit noch eine schmale, langsam fließende Wasserrinne hat, aber dem Versiegen nahe ist (69). Im April und Mai sind die Mehrzahl der östlichen Nebenflüsse des Bahr-el-Djebel ganz ausgetrocknet (70).

b) Abessinien und die Sudanzone.

Als Quellgebiet mehrerer Dauerflüsse habe ich das Hochland von Abessinien schon einige Male genannt. So wie es orographisch als mächtiges Hochland inselartig aus seiner flachen Umgebung aufragt, so ragt es auch auf der Regenkarte und der potamologischen Karte als Insel aus der niederschlagsarmen, periodisch bewässerten Zone und aus Wüstengebieten hervor. Im südlichen Teil des Hochlandes macht sich eine doppelte Regenzeit noch deutlich bemerkbar; von $7-8^{\circ}$ N an fallen die Regenzeiten in eine einzige zusammen, und auch die Niederschlagsmengen nehmen von S nach N ab. Es mag noch dahingestellt bleiben, ob LOEWE's neuere Feststellung genügend stichhaltig ist, um zu beweisen, daß nicht, wie bisher und auch von HANN angenommen, die in Bodennähe wehenden SO-Monsune, sondern die in 2—4 km Höhe wehenden SW- bzw. S-Winde die Regenbringer sind. In wenigen Monaten gehen die im Durchschnitt 1200—1500 mm betragenden Regenmengen nieder; die übrigen Monate sind nahezu regenlos. Nichtsdestoweniger sind alle Flüsse Abessiniens dauernd, solange sie im Hochland selbst

fließen (71). Manche der abessinischen Flüsse, der Hawasch und Webi im O, der Omo im S, der Sobat mit dem Pibor und der Blaue Nil führen auf viele Kilometer durch Steppe und Wüstensand hindurch noch beträchtliche Wassermengen. Über die westlichen Abflüsse zum Nil liegen genaue Untersuchungen vor (72). Bei der absoluten Regenlosigkeit von 7 Monaten reduzieren sich die Abflußmengen beim Sobat auf etwa $\frac{1}{8}$ seiner Hochflutwasser, beim Blauen Nil auf 170 cbm/sec im April gegenüber 7580 cbm/sec in der Regenzeit (September). Der Atbara, der von Juli bis Oktober 1000—2250 cbm/sec dem Nil zuführt, hört nach der Regenzeit zu fließen auf (72). Desgleichen fließen auch Rahad und Dinder nur noch einige Wochen nach dem Regen; ihre Nebenflüsse führen nur mehr zeitweise Wasser; nur die am Rande des Hochlandes entspringenden fließen periodisch (73). Im ägyptischen Sudan überwiegen episodische Wasserläufe, zum Teil treten nördlich von 10^0 N sogar schon Wadis auf. Eine genauere Bestimmung der Grenzen zwischen episodisch fließenden Gewässern und Wadis war in dem Gebiet nicht möglich. Einige Anhaltspunkte gab mir die „42 Blattkarte des ägyptischen Sudan“ (74). Von der Vereinigung des Sobat mit dem Nil bis zur Mündung des Blauen Nil bei Chartum ist das Land östlich des Nil als „thickly wooded“ bezeichnet, die Flußbetten sind alle mit Wadisignatur eingetragen. Ich betrachte es als episodisch bewässert. Zwischen dem Blauen Nil, Rahad und Dinder findet sich in Kultur genommenes Land, das während der 4 monatlichen Regenzeit Abessiniens von zahlreichen fließenden Wasseradern durchzogen ist und daher als „periodisch“ in die Karte eingetragen wurde. Nördlich des Rahad erreichen außer dem Atbara und dem Mareb keine periodisch fließenden Gewässer den Nil. Soweit Kulturen möglich sind — laut Anmerkung der Karte — hängen sie von lokalem Regenfall ab, der jedoch sehr unbestimmt ist, und von Grundwasser, das in kleinen Senken ohne Schwierigkeit erbohrt werden kann. Wenn auch in diesen Gebieten infolge des Grundwasserreichtums der Wüstencharakter noch nicht in extremster Weise ausgeprägt ist, so mußte ich sie auf Grund völligen Mangels an fließendem Wasser doch zur Wüstenzone rechnen.

Westlich des Nil münden nur selten Wadis in den Strom, und jahrelang fließt in manchen derselben kein Tropfen Wasser. Hier tritt die nackte Wüste bis unmittelbar ans linke Ufer des Nil. Der Bahr-el-Arab empfängt von N her ebenfalls nur Wadis, die vielleicht aus Kordofan ab und zu Wasser erhalten dürften. Der

Bahr-el Arab kann noch als dauernd betrachtet werden, wennschon das Wasser zum Teil in Sümpfen stagniert, beträgt seine Zufuhr zum Nil bei Niedrigwasser noch 80—90 cbm/sec (75).

Im ersten Kapitel erwähnte ich bereits, daß zwischen Bahr-el-Ghasal und Bahr-el-Djebel in der Hauptsache periodisch fließende Gewässer sind, dauernd in ihrem Oberlauf bis nach dem Austritt aus den Wäldern der Nil-Kongo-Wasserscheide. In der offenen, grasbedeckten Ebene des Ghasalgebietes der Verdunstung ausgesetzt, versiegt die Mehrzahl der Gewässer in dem durchlässigen Boden. Nach DE MARTONNE's Karte sind zwar alle Wasserläufe als dauernd eingezeichnet. Die Ergebnisse der neueren Forschungen im Englisch-ägyptischen Sudan dürften diese Angaben zum Teil widerlegen. Wasserreich und dauernd fließend sind der Boro und seine Zuflüsse aus dem westlichen Walddistrikt (76), sowie der Wau und Jur. Auch beim Gotelo (9° , $25\frac{1}{2}^{\circ}$) ist festgestellt, daß er sogar in den schlechtesten Jahren fließendes Wasser hat (77). Vom Umbelasha, Rikki, Wonga, Sopo, Kuru-Chel heißt es in PERCIVAL's Bericht (78) „Contain water in pools“. Deren kleine Seitenbäche (größer als 50 km) sind völlig trocken und zeigen höchstens durch grüne Vegetation das Vorhandensein von Grundwasser an. Kaum über irgendein Gebiet lauten die Angaben über die Wasser- und Flußverhältnisse so widersprechend wie hier. Letztere sind zweifellos in den westlichen wie in den östlichen Landschaften sehr wechselnd in verschiedenen Jahren. So berichtet KELLY (79), daß Khor Vevino, ein Nebenfluß des Pibor, 1904 im September (Ende der Regenzeit) mit einem Dampfer befahren werden konnte, während PEARSON's Expedition ihn 1912 ganz ausgetrocknet angetroffen habe. Da nicht angegeben ist, in welcher Jahreszeit PEARSON reiste, kann diese Bemerkung allerdings nichts erklären. Aus SCHWEINFURTH's Schilderungen gewinnt man den Eindruck, als haben die meisten Flüsse auch zur Trockenzeit noch beträchtliche Wassermengen. Als allochthone Flüsse habe ich diejenigen hervorgehoben, deren dauernde Wasserführung einwandfrei festgestellt ist; aber das ganze Gebiet zur Zone der dauernd fließenden Gewässern zu rechnen, halte ich für unrichtig. Die Landschaft ist in den niederschlagslosen Monaten von Oktober bis Mai von zahllosen Trockenbetten durchzogen. Daher ist das Ghasalgebiet wie der ganze Sudan nur als periodisch bewässert aufzufassen; seine Regenmengen sind nach der Karte von LOEWE keine größeren (750 mm im Durchschnitt) als im westlichen und mittleren Sudan.

Die gesamte Sudanzone von der Westküste bis an den Rand des abessinischen Hochlandes hat klimatologisch einen ziemlich einheitlichen Charakter. Die streng periodischen Regen sind nicht reine Zenitalregen. Ihre Bildung hängt vielmehr mit der Verdrängung des NO-Windes durch den SW-Monsun zusammen und beruht auf der vom atlantischen Ozean durch die SW-Winde mitgebrachten Feuchtigkeit (80). Daß die Ausdehnung dieser Monsunregen so weit nach O reicht, ist eine Folge des asiatischen Tiefdruckgebietes im Nordsommer. Ähnlich wie in Abessinien findet auch in der Sudanzone eine Zusammendrängung der Regenzeit auf wenige Monate statt, desgleichen eine Abnahme der Regenmengen. Im südlichen Teil noch 1000—1200 mm empfangend, macht sich nach N eine kontinuierliche Abnahme auf 900, 750 und 500 mm auf der gesamten W-O-Erstreckung bemerkbar. Das sind Jahressummen, die in unseren heimatlichen Gebieten bei annähernd gleichmäßiger Verteilung und mäßigen Temperaturen zu dauernder Speisung der Flüsse genügen, im heiß-tropischen Afrika bei 7—8-monatlicher Trockenzeit dafür nie ausreichend sein können, und wo wir daher nur periodisch fließende Gewässer zu erwarten haben. Die Abgrenzung gegen die äquatoriale Zone wurde schon im 1. Kapitel besprochen; es erübrigt hier die Grenze gegen die Wüste festzustellen. Der Übergang von periodisch bewässertem Gebiet zu völlig aridem Wüstenland vollzieht sich allmählich. Die Grenze zwischen beiden ist in bezug auf Wasserführung der Flußbetten so wenig eine scharfe wie in bezug auf Klima und Vegetation. Die Übergangszone, episodisch bewässertes Gebiet, dürfte im wesentlichen der Zone mit 250—400 mm Niederschlag entsprechen. Beim Nil tritt wie erwähnt, die Wüste schon von 10° N an stellenweise ans linke Ufer, und dem Bahr-el-Arab kommen von N Wadis zu. Erst die in SO-Richtung laufenden Wadis aus Darfur: W. Kok, W. Gendy, W. Bulbul führen ab und zu im Jahre nach Gewitterregen Wasser; in besonders regenreichen Jahren erreichen sie nach NACHTIGALL's Annahme (81) den Bahr-el-Arab. In der Landschaft Kordofan sind einmal wegen der günstigen Grundwasserverhältnisse Kulturen im Oasengebiet möglich; ferner scheint nach WERNER's Bericht (81a) die Feuchtigkeit zur Regenzeit eine ziemlich große zu sein und fließendes Wasser in einzelnen Flußbetten nicht ganz zu fehlen. Zu dieser Zeit wird der vorher stark rissige Boden vom Wasser aufgeweicht, zum Teil versumpft und gestattet nachher Anbau. Aus diesem Grunde zeichnete ich das Gebiet von Kordofan

als episodisch in die Karte ein. Westlich von Darfur im Distrikt Wadai finden sich zur Regenzeit schnellfließende und tiefe Wadis (82). Darfur und Wadai empfangen gegenüber den niederschlagsarmen Nachbarlandschaften ca. 750 mm Niederschlag. Nördlich dieser Landschaften fehlen zeitweise fließende Gewässer. Die Grenze verläuft von 14° N längs des Wed Batha, der für 6—12 Wochen mit zusammenhängendem Wasserlauf fließt (83). Das Gebiet der Wasserscheide zwischen Nil und Schari wurde in seinem nördlichen Teil neuerdings von Kommandant AUDOIN bereist; nach seinem Berichte (84) sind hier periodisch fließende Flüsse. Der Bahr Salamat hat nur selten einen zusammenhängenden Wasserlauf, wenigstens ist sein Oberlauf nur episodisch (85). Für den weiteren Verlauf der Grenze vom Schari, Tsadsee nach W diente mir wieder NIEHOFF's Karte. Auf ihr ist allerdings nicht unterschieden zwischen periodischen und episodischen Gewässern. Doch geht aus NIEHOFF's und MARQUARDSEN's Arbeit hervor, daß die Flußbetten südlich des 14. Grades zur Regenzeit regelmäßig und reichlich während 3—4 Monaten Wasser führen.

In dem ganzen Gürtel der periodisch feuchten Sudanzone sind außer Senegal und Niger der Schari und Logone die einzigen perennierenden Flüsse. NIEHOFF zeichnet zwar den Komadugu-Yobe auch als solchen; MARQUARDSEN jedoch gibt an (86), daß sich von Februar bis Juli nur unzusammenhängende Lachen in seinem Bette finden. Ein Dauerfluß der nur mit einem kurzen Quellast vom Rande des Bauchiplateaus kommt, wäre in einem Gebiet, in dem die Trockenzeit die Regenzeit an Dauer um das 3fache übertrifft und aus dem ihm nur periodische Gewässer zugehen, unerklärlich. Selbst der Jasseram, der im 1250 mm Regen empfangenden Mandaragebirge entspringt und bis $11\frac{1}{2}^{\circ}$ N dauernd Wasser hält, versiegt für mehrere Monate in der sonndurchglühten Firki-Ebene (87), zur Regenzeit überschwemmt er weite Flächen derselben. Eine kleine Wüsteninsel zwischen Komadugu-Yobe und dem Jasseram bringt den zur Regenzeit 60 m breiten und mehrere Meter tiefen Ngadda rasch zum Verschwinden (88). Mit geringen Abweichungen verläuft die Grenze vom Tsadsee nach W ungefähr parallel dem 14. Breitengrad zum Niger. Auf seinem SO gerichteten Laufe münden nördlich des 14. Grades nur Wüstenströme von gewaltiger Länge in diesen Strom. Die spärlichen Regenmengen fallen meist sofort der Verdunstung anheim oder versickern in den mächtigen Schichten Wüstensandes und laterisierten Bodens. In der einstigen Pluvialzeit

mögen sie dem Strome viel Wasser zugeführt haben, heute liefern diese Betten gelegentlich einen Beitrag an Grundwasser (89). Vollständig trocken sind auch die Flußbetten in dem von Niger und Senegal umflossenen Gebiet fossiler Dünen. Je nach der Ausgiebigkeit der Gewitterregen im nördlichen Bogen führen die Seitenbäche beider Flüsse gelegentlich Wasser; nach dem Aufhören der Regenzeit bzw. bei einsetzender Hochflut füllen sie sich mit Wasser aus dem Strom. Ein Streifen periodisch bewässerten Gebietes umsäumt somit den nördlichen Niger- und Senegalbogen. Es entsteht die Frage: Steht dieser Streifen noch im Zusammenhang mit der Sudanzone, oder ist er nicht vielmehr eine Folge des siegreichen Vordringens der allochthonen Ströme gegen die Wüste? Letztere Annahme scheint berechtigter zu sein, denn in ihrem nördlichen Laufe reichen beide Flüsse in die Zone mit nur 250 mm Niederschlag. Ihr Vordringen gegen die Wüste, das Umfließen der fossilen Dünen, ist nicht infolge endemischer Wasserzufuhr, sondern solcher aus dem niederschlagsreichen Quellgebiet möglich. Immerhin führen die Flußbetten, teils kleine Seitenflüsse, teils Nebenarme bald durch Regen, bald durch Hochwasser des Hauptstromes mehrere Monate Wasser, so daß die Grenze nördlich des Niger und Senegal gezogen wurde. Dadurch erscheinen die Versickerungsgebiete als Wüsteninseln innerhalb des Sudan. Würden sie ein Sammeln und einen oberirdischen Abfluß der Regenwasser nicht verhindern, dann hätten wir hier jedenfalls noch episodisch fließende Gewässer. Zwischen den beiden Strömen treten fossile Dünen erst nördlich des 16. Breitengrades auf (90). Auf den Sandstein- und Tonböden der westsudatischen Tafel speichern weite Sumpfgebiete im S die Wasser der Regenzeit auf, die diesen Gebieten ca. 1000 mm Niederschlag bringt. Aus ihnen werden die Zuflüsse der beiden Hauptströme Westafrikas längere Zeit nach dem Aufhören der Regen, die ausschließlich durch Gewitter und Tornados verursacht sind, gespeist. Es erstreckt sich die Zone periodisch fließender Gewässer somit vom Niger nach ungefähr 16° N 5° W dann nach 17° N 10° W und längs des Senegal zur Küste. Der Verlauf der Nordgrenze dieser Zone — mit Einschluß der Wüsteninseln — zeigt eine ziemlich gute Übereinstimmung mit der 250 mm Isohyete; betrachtet man dagegen den periodisch bewässerten Streifen des Niger- und Senegalbogens als allochthon, dann deckt sich die 500 mm Isohyete nahezu mit der Grenzlinie, die südlich der Wüsteninseln zu ziehen wäre. Vom Tsadsee nach O sind die Abweichungen beträchtlicher. Zunächst

entspricht die Grenze vom Tsadsee bis Darfur der 500 mm Isohyete, nördlich des Bahr-el-Arab, wo meine Karte nur mehr episodisch bewässertes Gebiet erkennen läßt, zeigt die Niederschlagskarte noch Regenmengen von 500—750 mm. Eine Erklärung für diese Erscheinung konnte ich bis jetzt nicht finden; vermutlich müßten, da oberirdischer Abfluß sehr selten ist, die Grundwasserverhältnisse wesentlich bessere sein. Dies müßte sich aus der topographischen Karte durch dichtere Besiedlung erkennen lassen; in dem Gebiete selbst ist eine solche jedoch nicht vorhanden, erst im nördlichen Kordofan.

c) Südafrika.

Zu jeder Zone auf der Nordhälfte des afrikanischen Kontinentes finden wir auf der Südhälfte das Analogon. Bei der wesentlich geringeren OW-Ausdehnung der letzteren und bei dem Einfluß des indischen Ozeans erleidet die Ausdehnung der Zone periodischer Gewässer aber eine gewisse Einschränkung und Abweichung.

Von der Erstreckung der Zone mit dauerndem Abfluß bis 15° und 17° S war bereits die Rede. Auf der nördlichen Halbkugel herrscht in diesen Breiten schon die Wüste; auf der südlichen beginnt hier erst der Bereich periodisch fließender Gewässer. Als ungleich breiter Gürtel zieht sich diese Zone über Mossamedes und Ovamboland im Westen nach dem Okavango- und Sambesigebiet nach Osten, erreicht aber die Ostküste nicht. Was von SW-Angola über Klima, Vegetation und Bewässerung bei der Besprechung der Grenze der äquatorialen Zone dauernder Gewässer gesagt wurde, das gilt in gleicher Weise auch für das südliche Gebiet, für Ovamboland und das Land beiderseits des Sambesi. Der ganze Streifen zwischen 15° und 17° bis 20° S gehört dem tropischen Grenztypus an. Von östlichen Winden empfängt er ca. 600—750 mm Niederschlag in den Sommermonaten, während der Winter von Mai bis einschl. September fast regenlos ist (92). Die Flüsse werden durch die Regen im N stark geschwellt und treten über ihre Ufer. Die flachen, meist in Lehm oder Sand eingegrabenen Wasserrinnen, von den Eingeborenen Omuramben genannt, füllen sich rasch und setzen die Flußsysteme des Kunene, Okavango, Cuando und Sambesi miteinander in Verbindung. Im Unterlauf der Flüsse und in den Becken macht sich die Flut erst lange nach dem Aufhören der Regen bemerkbar, wenn die Sümpfe das Wasser abgeben. Beim Okavango mit seinen drei Mündungsarmen Tauche, Tso und Sselinda

tritt der höchste Wasserstand erst im August und September, also gegen Ende der Trockenzeit, ein (93). Aus diesem Grunde vermögen die obengenannten Flüsse die Trockenzeit zu überstehen; ihre Nebenflüsse aber liegen für einige Monate trocken. Südlich des 17. Breitengrades kommt weder dem Okavango noch dem Cuando und Sambesi ein Dauerfluß zu, den beiden ersten sogar kaum Trockenflüsse (94). Oberhalb der Sambesifälle nimmt der Sambesi von NO mehrere Zuflüsse auf, den Lui, Kakendji, Lumbi und Nyoko: da keiner von ihnen im regenreichen Hochland entspringt, sind sie nur temporäre Flüsse. Als ein Netzwerk felsiger Schluchten schildert LAMPLUGH das Land unterhalb der Victoriafälle (95). Die Schluchten und Täler sind im Winter ausgetrocknet und verlassen, zur Regenzeit aber von tosenden Fluten erfüllt. Doch nicht nur die Schluchten, auch die kleinen und mittleren Nebenflüsse beiderseits des Flusses versiegen in den 5—7 Monaten der Regenlosigkeit, ausgenommen der Lukunguli (96), der noch schwach fließt, der aus dem Matabelehochland kommende Gwai mit dem Schangani und Luessi. Die nördlich des 17. Breitengrades dominierende Buschsavanne ist verschwunden und die Grassteppe an ihre Stelle getreten, die südlich des 20. Grades im Innern Südafrikas der Kalaharisteppe weicht, östlich an die feuchte Zone der Ostküste grenzt.

Fasse ich den Begriff „episodisch“ nur als Unterbegriff von „periodisch“ auf, dann gehören außer dem soeben besprochenen Gürtel noch weitere Gebiete Südafrikas zu dieser Zone. Zum Teil reichen diese meist regenarmen Gebiete schon in die subtropische Zone hinein, auch wenn man die Tropen nicht durch den Wendekreis, sondern nach SUPAN's Einteilung der Klimagürtel zweckmäßiger durch die 20° Isotherme (Jahresisotherme) begrenzt. Diese verläuft auf der Südhalbkugel nicht nahezu parallel den Breitenkreisen wie auf der Nordhalbkugel. Der Verlauf der Isotherme längs der kühlen Westküste stimmt bis etwa 32° S gut überein mit der Grenzlinie der Gebiete von Sommer- und Winterregen. Fast ganz Südafrika steht unter der Herrschaft des SO-Passates, der dem Lande im Sommer vom indischen Ozean her Regen bringt; nur an der Westküste und im Kapland findet sich ein Streifen spärlicher Winterregen. In Swakopmund ist von den Winterregen noch nichts wahrzunehmen, Walfischbai hat keine ausgesprochene Regenzeit. Erst in Lüderitzbucht und Lüderitzland, sowie weiter südlich gegen den Oranje und Kapland überwiegen auf einem kaum 200 km

breiten Streifen längs der Küste deutlich die Winterregen (97); südlich des Oranje gewinnt das Gebiet an Ausdehnung, bleibt aber auf Südkapland beschränkt. Die Region der Winterregen an der W-Küste sollte wie Kapland und Natal zur subtropischen Zone gerechnet werden. In bezug auf die Vegetation zeigt dieser westliche Küstenstreifen durchaus keine Ähnlichkeit mit subtropischen Gebieten, dagegen große Ähnlichkeit mit dem westlichen Oranjegebiet und dem Innern von Deutsch-SW-Afrika. Deshalb glaube ich mit Recht, einerseits diese trockenen Landschaften von SW-Afrika, andererseits die dauernd bewässerte und feuchte SO-Küste im Zusammenhang betrachten zu dürfen.

An den Küstengebirgen abgerechnet, wehen die fast das ganze Jahr herrschenden SO-Winde trocken über das Innere bis zur Küste des atlantischen Ozeans. Zwar wehen von diesem Meere Winde südwestlicher Richtung in das Land, doch durch die Benguellaströmung und kalte Auftriebwasser längs der Küste dermaßen abgekühlt, daß sie dem während des größten Teiles des Jahres wärmeren Land keinen Regen bringen. So ist der Küstenstreifen an der W-Küste die trockenste Region von S-Afrika, zum Teil wüstenhaftes Gebiet (das Kaokofeld), zum Teil reine Wüste (die Namib). Die recht spärliche Vegetation ist nur möglich durch die häufige Nebelbildung, die den Sandboden mehr durchfeuchtet, als die wenigen Millimeter Niederschlag, die gelegentlich bei Gewittern niedergehen. Nach dem Innern zu, im Hochland, bessern sich die Verhältnisse ein wenig, aber dürftig, unter 250 mm, bleiben die Niederschläge im ganzen Gebiet, die Kalahari eingeschlossen. Unter solchen Verhältnissen kann kein endemischer Fluß auch nur periodisch fließen, höchstens episodisch. Überraschend groß ist die Zahl der Trockenbetten, bei denen wir zwischen Omuramben und Rivièren zu unterscheiden haben, d. h. zwischen Flußbetten, deren Sohle mit Vegetation bedeckt ist und solchen, die bei stärkerem Gefälle vegetationsfrei sind und einen Abfluß leichter ermöglichen (98). Doch deckt sich der Begriff Rivière und Omuramba nicht mit periodischem und episodischem Fluß; die Wasserführung beider ist eine episodische. Der seltene Regenfall ist immer von kurzer Dauer, aber von großer Heftigkeit; daher kann das lediglich durch ihn bedingte Fließen auch nur vorübergehend sein. Ein Bild über das „Abkommen“ der Flüsse gibt uns JÄGER (99): „Die Stirn des Wasserstromes gleicht einer Gletscherstirn, sie schreitet wie eine wandelnde Mauer voran, viel Schlamm und Pflanzen mit sich führend und ist

von oft verheerender Wirkung.“ Das Abkommen kann je nach der Regenmenge schon nach einer halben Stunde vorüber sein, kann aber auch einige Stunden und Tage dauern und wiederholt sich mehrmals im Jahre bzw. in den Sommermonaten. Nur wenige der zahlreichen Flußbetten führen während mehrerer Wochen Wasser. Aus vielen Nebenflüssen erhält z. B. der Swakop in guten Regenjahren so viel Wasser, daß er für einige Zeit ohne Unterbrechung durch die Namibwüste hindurch zum Meere fließt. Im Jahre 1892/93 soll er sogar mehrere Monate sehr wasserreich gewesen sein; im regenarmen Jahre 1918/19 dagegen kam er nicht einmal ab (100). Ähnlich verhält sich der Abfluß in den Flußbetten von Benguella bis zum Oranje, beim Ugab, Eiseb, Kuiseb und Tschouchab (101). Je weiter wir nach S gehen, desto geringer werden die Niederschläge. Die südliche Namib und das Lüderitzland sind geradezu wasserlos; bis zu 60 m tiefe Bohrlöcher mußten gegraben werden, um Wasser zu erhalten (102). Wadis enden nach 20—50 km langem Lauf im Sand der Wüste; zeitweilig sammelt sich in ihnen sog. „Bankwasser“¹⁾, aber nie kommt es zum Fließen in denselben. Die von Tau und Nebel benetzte Huibhochfläche trägt dürrtiges Weideland; von ihr aus ziehen Wadis und Rivièren nach dem Oranje (103). Zum Teil liegt in den Rivièren Wasser offen oder kann durch Graben leicht erreicht werden (104). Von der Südseite erhält der Oranje Nebenflüsse, die ihm einigemal im Jahre Wasser zuführen, das sind vor allem der Große Brak River, der Hartebeest und der Olifants-Vlei, der Fisch River und der Zak River. Eine genaue Abgrenzung gegen die Kalahari war mir hier nicht möglich.

III. Kapitel.

Die Wüstengebiete.

a) Die Kalahari.

Für ganz Südafrika macht sich der Einfluß des indischen Ozeans und der warmen Mozambiqueströmung auf günstige Weise geltend. Dadurch ist es vor völliger Verödung geschützt, und ihm ist es zu verdanken, daß hier der auf allen Kontinenten an den

¹⁾ Hier nicht im seemännischen Sinne zu verstehen, sondern nur als Bezeichnung für lokal vorkommendes stehendes Wasser (teils in kleinen „Pfannen“).

Grenzen der Tropenzone sich ausdehnende Wüstengürtel eine bedeutende Einschränkung erfährt. Ohne ihn hätten wir innerhalb des 20.—30. Grades von der Ost- bis zur Westküste Wüste zu erwarten, wie es im nordhemisphärischen Teil der Fall ist.

Die ungeheuer verschiedene Ausdehnung und auch der Unterschied im Gesamthabitus von Sahara und Kalahari lassen eine Betrachtung letzterer als Seitenstück zur Sahara schwer zu. Nur die Lagebedingungen im Bereich der trockenen Passate und der Mangel an fließendem Wasser ist beiden gemeinsam. Die Kalahari aber ist keines jener trostlosen Wüstengebiete, sondern Wüstensteppe. In den randlichen Partien des Westens fließen der Epukiro-Rooibock, der Okwa und der Grooto Laagte, in dem südlichen Randgebiet, in Britisch-Betschuanaland und Westgrikwaland der Molopo und Kuruman nach Gewitterregen im Sommer einigemale. Der Molopo ist in seinem Oberlauf bis Mafeking (26°, 25°) ein Bach mit periodischer Wasserführung (105). Von hier an westwärts versickert das Wasser im sandigen Bette; nur selten erreicht es bei gelegentlich starkem Abkommen den Oranje. Der Oberlauf des Molopo kann als Grenze zwischen der Wüste und dem östlichen periodisch bewässerten Gebiet angenommen werden. Periodisch fließen im östlichen Randgebiet die dem Vaal und Limpopo zukommenden Seitenflüsse, so daß ein schmales Band periodischer Bewässerung sich zwischen der Wüste und dem Bereich der Dauerflüsse im Osten hinzieht, bis zum Maclautsi und dem Oberlauf des Schaschi, die nach PASSARGE dauernd sind und nach der geologischen Karte bereits im kristallinen Gestein fließen (106). Im Norden findet die aride, auch an Grundwasser arme Kalahari ihre Abgrenzung im Makarrikarribecken und in dem Becken des heute ausgetrockneten Ngamisees. In den dem See benachbarten Kwebbergen kann es wohl infolge des zerklüfteten Kalkbodens zu keinem zeitweisen oberirdischen Abfluß kommen (107), während nördlich davon der Botletle, die Fortsetzung des Ngamiflusses nach der Einmündung des Tamalakane, beträchtliche Wassermengen zur Regenzeit führt. In harten Sandstein eingeschnitten, ist seine Wasserführung nach dem Eintreffen der von N kommenden Hochwasser eine so beträchtliche, daß PASSARGE ihn mit einem Boote befahren konnte. An den Ufern des Botletle und Tamalakane tritt nördlich der trockenen Steppe dichte Vegetation auf (108). Diese beiden periodischen Flüsse bilden eine deutliche Grenze zwischen der Wüste im S und dem Bereich periodischer Gewässer im N. Die periodisch

überschwemmten Sumpfgebiete des Okawangobeckens begrenzen im NW die trockenen Kalaharisteppen. Nach PASSARGE's physiogeographischer Betrachtung nimmt die Kalahari einen größeren Raum ein als bei meiner Untersuchung, bei der nur die Flächen, in denen fließendes Wasser fehlt, als Wüste gerechnet wurden. Und selbst diesem kleineren Wüstenraum — wahrscheinlich nur edaphische Wüste — fehlt jene erschreckende Öde und Leblosigkeit, die sonst den Wüsten zu eigen ist.

b) Die Sahara.

Als „das Land der geographischen Paradoxe“ bezeichnet WALTHER die Wüste, mit „Stürmen ohne Regen, regnenden Wolken, die nicht naß machen, Quellen ohne Bäche, wasserlosen Talrinnen und Tälern, die labyrinthisch verzweigt, bald bergab, bald wieder bergauf leiten“ (109).

Von solchem Land ist der größere Teil des nordafrikanischen Kontinentes eingenommen. Nur vom Niltal und dem abessinischen Hochland unterbrochen, herrscht die Wüste vom Atlantischen Ozean bis zum Roten Meere, die Somalihalbinsel mitumfassend. Die gleichen Ursachen, kalte Meeresströmung und Auftriebwasser, die in SW-Afrika das Auftreten von Wüste an der Küste bewirken, verhindern auch längs der westafrikanischen Küste von etwa Kap Juby bis nahe zur Senegalmündung einerseits und an der Küste von Somaliland andererseits fast jeden Niederschlag. Die spärlichen Regen an der Küste des Roten Meeres werden vom Sande absorbiert und sind nicht ausreichend für einen zeitweiligen Abfluß. So reicht im Osten und im Westen die Wüste bis unmittelbar ans Meer. Das ist auch der Fall an der mittelmeerischen Küste von Port Said bis zur kleinen Syrte. Eine Ausnahme bildet das Hochland von Barka, das nach der Regenkarte von LOEWE mehr als 250 mm Niederschläge erhält, und wo infolge der ziemlich ergiebigen Winterregen ab und zu wasserführende Flüsse anzutreffen sind (110) und periodische Überschwemmungen vorkommen (111). Hier fließt der periodische Karstfluß Latoon¹⁾ manchmal so stattlich, daß er von ROHLFS auf kurze Strecke befahren werden konnte. Die westliche Hälfte der nordafrikanischen Küste, das Atlasgebiet, ist durch ergiebige Regen im Winter und Frühling ausgezeichnet.

¹⁾ LEITER übernahm diesen Namen wohl der alten Topographie, der neuzeitliche Name ist mir nicht bekannt.

Daher zieht die Nordgrenze der Sahara von der kleinen Syrte dem Südfuß des Atlasgebirges entlang zur Küste. Die nördlichen Randgebirge der Wüste empfangen durch Ausläufer der Winterregen gelegentlich noch Niederschlag; die Summe beträgt hier noch 100—250 mm. Dadurch schiebt sich ein schmaler Gürtel episodischer Gewässer zwischen Atlas und Sahara. Innerhalb der Grenzen dieses gewaltigen Raumes ist die Verdunstung bei der hohen Lufttemperatur von 30—40° bei Tag und der noch höheren Bodentemperatur eine außerordentlich starke; sie ist in Oberägypten auf 2—3 m geschätzt worden und soll an anderen Orten noch mehr betragen (112). Die Niederschläge dagegen bleiben meist unter 100 mm. Nur in den gebirgigen Landschaften von Tibesti, im Adrar Igarhar, Ahaggar und im Adrar der Iforas sind sie reichlicher, übersteigen aber nirgends 250 mm (113). Diese Landschaften gehören klimatisch noch zum Sudan. In ihnen treten regelmäßig Regen in den Monaten Juni, Juli und August auf, und zwar, wie in den Tropen, erzeugt durch Gewitter in den Nachmittagstunden (114). Von diesen „topographischen Inseln“ ziehen zahlreiche Rivières nach allen Richtungen. In den vom Air ausgehenden Flußbetten fließt jedes Jahr 3—4 mal Wasser (115); sie zeichnen sich gegenüber den anderen Wadis der Nachbargebiete durch schärfere Formen aus und tragen zum Teil an ihren Ufern buschwaldähnliche Vegetation. Gewaltige Wassermengen fließen einige Male im Jahr mit großer Heftigkeit aus dem Igarhar¹⁾, so im Bett des Tamaurasset, Takouiat, Zagir und im Tafassasset (116). Solange die Flußbetten in das Bergmassiv eingeschnitten sind, ist das Wasser vor dem Einsickern bewahrt. Je nach der Ergiebigkeit der Regengüsse führen die Betten das Wasser noch eine Strecke durch die flache Wüste²⁾. Die abenteuerliche Zergliederung des auf Sandsteinsockel ruhenden vulkanischen Gebirges von Tibesti ist zum guten Teil auf die nach Gewitterregen katastrophale Entwässerung zurückzuführen (117). Nach TILHO's neueren Forschungen sind auch im Bergland Ennedi zeitweise wasserführende Wadis; Borku dagegen hat wohl periodische Wasserstellen, aber kein fließendes Wasser (118). Ob außer den genannten Gebieten noch andere Inseln episodisch fließender Wadis in der Sahara vorkommen, kann ich nicht bestimmt sagen; NIEHOFF zeichnet eine solche im

¹⁾ Auch Igharghar geschrieben.

²⁾ Auf der Karte sind die Inseln epis. Gewässer etwa dem Umfang der Massive entsprechend eingetragen.

westlichen Gebiet von Adrar Tmarr, von der CHUDEAU nichts erwähnt. Die weitaus größten Teile der Sahara sind zwar nicht ganz niederschlagslos, aber die Regen sind sehr unregelmäßig. Strichweise schüttet ein Wolkenbruch Wasser über ausgetrocknetes Wüstenland, aber Jahre, oft 8—12, können vergehen, bis dieselbe Gegend wieder einmal Regen empfängt (119). Das gilt von den westlichen wie von den zentralen und östlichen Landschaften. Mächtige Tuffablagerungen in heute völlig wasserlosen Tälern der Lybischen Wüste zeugen von einstigem Wasserreichtum jenes Gebietes, das jetzt, wenn überhaupt jährlich, nur einige Millimeter Regen erhält (120). Kein einziges Wadi führt dem Nil auf seinem ganzen Laufe von Chartum bis zur Mündung auch nur einmal im Jahre Wasser zu. Auf über 2000 km Länge trägt der Nil seine Wasserfluten durch Halbwüsten bis Chartum und von da durch arides Gebiet bis zu seiner Mündung. Und das trotz starker Verdunstung, Versickerung und Entnahme von Wasser zu künstlicher Bewässerung. Das ist nur möglich dank seiner konstanten und enormen Speisung aus dem pluvialen äquatorialen Seengebiet und besonders infolge der Zufuhr der abessinischen Gewässer (120 a). Eine derartige Durchquerung ist nur Flüssen aus pluvialen Gebieten möglich. Allochthon, aber das Meer nicht erreichend, sind die aus dem humiden Klima des abessinischen Hochlandes nach Osten fließenden Gewässer, der Hawasch, Golima und Eretri. Die beiden letzteren versiegen bald nach dem Austritt aus dem Ostrand; als einzige dauernde Wasserader durchzieht der Hawasch die Somali-halbinsel. In seinem Mittellauf noch recht bedeutend, verliert er auf seinem weiteren Lauf in der steinigen Ebene immer mehr Wasser und endet in dem abflußlosen Becken von Abhe-badd. Außer dem Hawasch findet sich kaum fließendes Wasser in der Somaliwüste ¹⁾ (121).

Kurz erwähnt, obwohl nicht eng im Rahmen meiner Aufgabe, seien die Grundwasserverhältnisse. Den Wüstenbewohnern und Wüstenreisenden ist seit alters her bekannt, daß in den Trockenbetten und in Niederungen das Graben und Bohren auf Wasser am erfolgreichsten ist. Die im Sand rasch einsickernden oder von porösen Kalkmassen aufgenommenen Wasser sind für den Wüstenbewohner nicht verloren, sondern gerettet; denn nur dadurch sind

¹⁾ Nur das Gebiet von Berbera ($9-10\frac{3}{4}^{\circ}$ N, $44-45^{\circ}$ O) ist von kleinen Gewässern zur Regenzeit durchzogen. Peterm. Mitt. 1886, 67, Tafel 5, 1885, 449, 1891, 43.

sie vor der Aufzehrung durch Verdunstung geschützt. Unterirdisch sammeln sie sich zu mächtigen Grundwasserströmen oder lokalen Grundwasserschichten. Ihre Entfernung von der Oberfläche variiert stark und ist — was geologisch bedingt ist — an den einzelnen Stellen auch Schwankungen unterworfen. So schwankt sie bei den algerischen Brunnen zwischen 14 und 210 m (122); an anderen Stellen genügt ein Bohrloch von 20—50 m Tiefe, um eine Oase dauernd mit Wasser zu versorgen; vielfach liegt der Grundwasserspiegel wesentlich tiefer. Am Fuß von Gebirgen, in Felshöhlen und in Niederungen tritt ab und zu klares Grundwasser zutage und hält sich zum Teil dauernd, auch wenn jahrelang kein Niederschlag erfolgt. Die Zirkulation und der Vorrat juvenilen Wassers muß ganz bedeutend sein. Nur so läßt sich erklären, daß in den Oasen-gebieten, z. B. in Kufra, nach 8 Jahren völliger Regenlosigkeit und bei Tagestemperaturen von 35, 40 und 45° sich in den Wadis schon in 3 m Tiefe fast an allen Stellen reichlich Wasser findet. Oberirdisches Wasser und Quellen dagegen sind auf tagelangen Märschen nicht anzutreffen (123). Die wissenschaftliche Erforschung der Grundwasserströme, namentlich seitens der Franzosen in Algerien, hat wertvolle Ergebnisse geliefert; vor allem ist nachgewiesen, daß die Westsahara an Grundwasser reicher ist, als die östliche; doch sind die Ergebnisse noch nicht zahlreich genug, um engere Zusammenhänge von hydrographischen Systemen erkennen zu lassen.

IV. Kapitel.

Die subtropischen Gebiete.

a) Die Atlasländer mit Algerien und Tunesien.

Auf der östlichen Hälfte Nordafrikas reicht das Öd- und Wüstenland, wie wir gesehen haben, bis an die Küsten des Mittelmeeres. Der NW von Afrika mit seinen hohen Gebirgsketten ist orographisch — und dadurch auch klimatisch — vom flachen Osten des afrikanischen Mittelmeergebietes verschieden. Will man auch in Nordafrika die 20° Jahresisotherme als Grenze zwischen Tropen- und Subtropenzone annehmen, so fallen das Innere der Atlasländer, die Küsten Tripolitaniens und Ägyptens noch in die Tropenzone (124), während diese Gebiete klimatisch den Charakter der Subtropen haben. Eine bessere Abgrenzung als die Kurve der auf den Meeres-

spiegel reduzierten Temperaturen mag diejenige der Gebiete mit vorwiegend tropischen Regen, d. h. Sommerregen, von solchen mit subtropischen, d. h. Winterregen sein. Danach fallen das Innere der Atlasländer, der an sie angrenzende Nordrand der Sahara, der Küstenstreifen von Tripolitanien und Ägypten, sowie die des Roten Meeres, in der Hauptsache also die afrikanischen Gebiete der Etesien, der subtropischen Zone zu. Da die östliche Hälfte dieser Gebiete an der Küste wie im Hinterland Wüste ist, bedarf sie hier keiner weiteren Besprechung mehr.

Die Atlasländer zeichnen sich durch Regen- und Wasserreichtum aus. Einheitlich in der Periodizität — ausgesprochen winterliche Regen wie im ganzen Etesiengebiet — weisen die Niederschlagsmengen je nach der Exposition der Landschaften zum Meere große Verschiedenheiten auf (300—1000 mm). Nach dem Innern macht sich eine Abnahme auf 300—400 mm, sowie eine Verspätung des Beginns der Regenzeit bemerkbar (125); die größte Regenmenge fällt hier erst im Frühjahr. Auf atlantischer Seite, in SW-Marokko, sind die Regen infolge kühlen Auftriebwassers an der Küste gering und an Winde aus südwestlicher und westlicher Richtung zur Zeit des niedrigsten Sonnenstandes geknüpft (126 u. 126 a).

Periodisch wie die Niederschläge, sind im allgemeinen die Gewässer dieses subtropischen Gebietes. Doch werden aus dem niederschlagsreichen Atlasgebirge, dessen schneebedeckte Gipfel durch Schmelzwasser nach der Regenzeit die Wasservorräte vermehren, zahlreiche dauernd fließende Flüsse gespeist. Das sind vor allem der Tensift, der Um-er-Rebia mit dem Tasaut und der Sebu auf atlantischer Seite (127). Das Wad Sus führt nach Regengüssen noch Wasser, doch so ungenügend, daß an seinem Ufer Vegetation fehlt, wie in der trockenen Sahara (128). Wad Draa, dessen Oberlauf bis zum Austritt aus dem Gebirge dauernd ist, und das in feuchten Jahren bis zum Meere fließen soll, bildet die Grenze zwischen dem periodisch bewässerten Land und der Wüste von Rio de Oro. Die nicht im Gebirge entspringenden Seitenflüsse und Bäche der genannten Dauerflüsse versiegen größtenteils in der sommerlichen Trockenzeit. Die Plateaus und Ebenen sind alsdann trocken und mit dürrer Steppenvegetation bedeckt; die Täler der Dauerflüsse und die Gebiete künstlicher Bewässerung gleichen Oasen. Am Fuße des Gebirges prangen Palmen und Olivenhaine; doch in kurzer Entfernung grenzt, wo Berieselung fehlt, Steppe an reiches Kulturland (129). Die zahlreichen kleinen Wasserläufe von

50—100 km Länge im Küstenstreifen, zur Regenzeit stattlich fließend, liegen im Sommer trocken; von 21 derartigen Weds zwischen Casablanca und Rabat hat FISCHER schon im Mai 7 völlig ausgetrocknet, die anderen mit wenig Wasser angetroffen (130). Die Weds in der Ecke von Gibraltar, Wed Aïscha, Ratmii und die östlichen Küstenflüßchen von mehr als 50 km Länge enthalten zur Trockenzeit in ihren Betten nur vereinzelt Wassertümpel (131). Hohe Brücken verraten, daß zur Regenzeit in ihnen wie in den uns von Italien bekannten Fiumaren gewaltige Fluten wildbach-ähnlich dahinbrausen. Die großen Flüsse auf der Nordseite des Atlas sind nicht weniger wasserreich als die der Westseite und nur wegen des ungleichen Gefälles wenig schiffbar. Sie empfangen aus den bis in die Sommermonate mit Schnee bedeckten Atlasbergen viel Wasser, so daß der Habra, Chelif, Mina, Maeta und Muluia, kurz alle größeren Gewässer des algerischen Tellgebiets trotz hoher Temperatur und Verdunstung, träge fließenden Unterlaufs und Abzweigungen für künstliche Bewässerung noch dauernd, wenn auch schwach fließen¹⁾ (132). Die mittleren und kleineren Gewässer Algeriens und Tunesiens dagegen sind alle nur periodischer Natur, wenn schon O-Algerien, W-Tunesien, namentlich Krumerien, zur Regenzeit viel Wasser haben. Der Medjerda im Osten allein erreicht mit geringen Wassermengen zur Trockenzeit das Meer. Die Niederschlagsmengen und die Luftfeuchtigkeit dieser Länder ist gegenüber Marokko ziemlich stark gesunken. Nur im späten Winter und im Anfang des Frühjahrs sind die Flüsse wasserführend; in den übrigen Jahreszeiten trägt das Land da, wo künstliche Bewässerung nicht vorhanden ist, den Charakter einer wasserarmen Steppenlandschaft (134) wie z. B. in den Sfax-Gabes. Wo die Niederschläge geringer als 200 mm sind, etwas südlich des 35. Breitengrades, da hört im allgemeinen auch die Steppe auf. Fast wüstenhaft sind somit die Gebiete der Schotts, die tunesischen sowohl, als auch die zwischen Tellatlas und Saharischem Atlas gelegenen, die nur noch episodische Zuflüsse empfangen. Die Südgrenze des periodisch bewässerten subtropischen Gebietes von NW-Afrika folgt nicht unmittelbar dem Südfuß des Gebirges; die aus den südlichen, im Regenschatten gelegenen Abhängen kommenden Gewässer verschwinden in der angrenzenden Wüste. Doch

¹⁾ Der Chelif führt am Ende der Trockenzeit noch 1,5 cbm/sec gegenüber 14000 cbm/sec bei Hochflut, der Mina noch 0,6 cbm gegenüber 1000 cbm/sec bei Hochflut (133).

nach starken Regengüssen führen auch sie auf einige Kilometer in ihrem Bett Wasser in die Randgebiete der Wüste. Bleibt auch die subtropische Zone periodischer Gewässer und zahlreicher Dauerflüsse im Westen und Norden im großen und ganzen auf die Ausdehnung des Gebirgslandes beschränkt, so finden sich doch einige „Ausleger“ nach der südlichen Wüste. An erster Stelle ist hier das Wadi Saoura zu nennen, das noch 350 km nach dem Austritt aus dem Atlas regelmäßig, jedes Jahr Wasser führt (134 a); auch die anderen Wadis aus dem Gr. Atlas kommen nach Gewitterregen ab und werden manchmal den Karawannen gefährlich. So schiebt sich auch hier ein schmaler Gürtel episodischer Gewässer zwischen Atlas und Sahara ein. Die Niederschläge im Hochplateau der Schotts und im Saharischen Atlas (200—400 mm) genügen knapp für periodischen Abfluß, sind aber niemals ausreichend, um einen Dauerfluß nach ariden Gebieten entsenden zu können.

b) Kapland, Natal und die Ostküste von Südafrika.

Im II. Kapitel habe ich die Gründe für eine etwas andere Zusammenfassung der subtropischen Gebiete Südafrikas genannt und dort auch bereits die maßgebenden klimatischen Verhältnisse besprochen. Es erübrigt also nur noch die Besprechung der Ausdehnung der Zone mit Dauerflüssen.

Im äußersten Südwesten Afrikas empfängt der Küstenstreifen ca. 600 mm, die gebirgigen Landschaften der Kaphalbinsel bis zu 1000 mm Niederschlag. Der Olifants- und der große Berg-River, wie auch die kleineren Rinnsale — noch begünstigt durch das undurchlässige Gestein — führen das ganze Jahr Wasser, zur Trockenzeit fließt allerdings nur noch ein dünner Wasserfaden in den Flußbetten (135). Im südlichen Kapland reichen die Steigungsregen nicht weit ins Innere. Nur die Randketten des Faltengebirges werden reichlich benetzt und speisen die Flüsse. Diese haben ihren Ursprung merkwürdigerweise in der regenarmen Karoo. Dort fließen sie, je nach der Dauer und Ausgiebigkeit der Regen, teils episodisch, teils periodisch. Dennoch haben sie sich durch die Gebirgsketten Durchbruchstäler geschaffen, und erst nach dem südlichsten Durchbruch sind sie perennierend (136), so der Gouritz River, Gamtoos River, Groote River und Sunday River. Der Große Fischfluß, östlich des 24. Längengrades, ist von seinem Ursprung an dauernd. An der SO- und O-Küste tragen die Passate die Feuchtigkeit weiter ins Land hinein und bringen für Natal und

Osttransvaal durchschnittlich 850—900 mm Regen. Für Matabele- und Maschonaland schwankt die Niederschlagsmenge zwischen 600 bis 800 mm (137). Von 24 Grad O an verbreitert sich damit die Zone der Dauerflüsse und umfaßt einen großen Teil der Oranje-hochfläche, deren größere Flüsse Caledon, Modder R., Riet R., Vet R. u. a. in der Trockenzeit zwar wenig, aber doch dauernd Wasser führen (138). Das südöstliche und östliche Natal und Basutoland können einwandfrei zu dieser Zone gerechnet werden. Daß hier alle, auch die kleinen Gewässer nicht versiegen, zeigt die sehr reiche Vegetation. In den Landschaften des westlichen Oranjefrei-staates, auf dem Loaleplateau und westlich des Limpopo-Oberlaufes herrscht in der Trockenzeit große Wasserarmut. Diese Gebiete stehen in großem Gegensatz zu den östlichen wasserreichen; nach Reiseberichten von PHILIPPI (139) und nach englischen Aufsätzen über diese Gegenden glaube ich annehmen zu dürfen, daß hier richtiger nur periodische Gewässer sind. Vermutlich faßt PASSARGE den Begriff „dauernd“ weniger streng; seine kleine Skizze über die Wasserführung der Flüsse Südafrikas (140) zeichnet die Grenze weiter westlich als ich sie auf der potamologischen Karte gezogen habe. Es ist möglich, daß für den Verlauf der Grenze in diesen Gebieten kleine Berichtigungen nötig sind. Die östliche Hälfte von Matabele- und Maschonaland ist von zahlreichen Dauerflüssen stark zerschnitten (141). Das aus Granit und Gneis aufgebaute Hochland wirkt für den Abfluß regulierend und entsendet auch nach Westen einige Dauerflüsse (s. S. 24—25, Kap. II) in die Zone periodischer Gewässer südlich des Sambesi. Etwa der Wasserscheide des Hochlandes folgend, zieht die Grenze bis 34° O an den Sambesi. Die Landschaft im Unterlauf dieses Flusses und sein Mündungsgebiet empfangen eine Benetzung von mehr als 1000 mm. Diese Regen-mengen entfallen auch noch auf das südöstliche Schireland und die Mlandji-Berge und ermöglichen noch Dauerflüsse. Kleinere Gewässer trocknen hier zum Teil schon aus, was im angrenzenden nördlichen Mozambique immer der Fall ist.

Als einziges regenarmes Gebiet der Ostküste Südafrikas muß das Gasaland erwähnt werden. Dieses heiße Flachland zeigt, daß selbst feuchte Seewinde, wenn sie nicht zum Aufsteigen gezwungen werden, wenig Niederschläge bringen. Die weiten Savannen und Sandfelder des Innern sind im Winter wasserlos, zur Regenzeit, versumpft, und die Flüsse, die in dieser Zeit Wasser führen, verlieren sich in den Sumpfgebieten der Küstenniederung.

c) Madagaskar.

Die der Ostküste vorgelagerten kleinen Inseln, die ebenfalls im Bereich der Passate liegen, haben zwar im Winter und Frühjahr eine längere Trockenzeit, sind aber auch bei dem rein ozeanischen Klima nicht niederschlagslos.

Deutlicher und schärfer ist die winterliche Trockenzeit im Innern und im westlichen Madagaskar. Die Steigungsregen längs der ganzen O-Küste und der NW-Küste dagegen sind ziemlich gleichmäßig über das Jahr verteilt und betragen zwischen 2000 bis 4000 mm (142). Aus diesen niederschlagsreichen Gebieten gehen nach Osten und Westen zahlreiche kräftige Abflüsse. Die an Länge bedeutenderen verlieren viel von ihrer Wasserfülle auf dem Lauf durch die im Lee gelegenen Ebenen im Westen, namentlich im Südwesten der Insel. Hier wehen die Passate trocken, und auch die warmen Südwinde, die während einiger Monate herrschen (143), trocknen das Land aus und machen es zur Halbwüste. Wasserlose Flußbetten, die sich zur Regenzeit füllen, werden zwischen den größeren, vom Gebirge dauernd gespeisten Flüssen, häufig angetroffen (144). Von den allochthonen Flüssen sind der Nosy, Miandroka, Morondaro und der Manarivo die bedeutendsten. Die trockene Zone periodischer Gewässer bleibt jedoch auf den Südwesten und einen schmalen Küstenstreifen im Westen beschränkt.

V. Kapitel.

Zusammenfassung.

Ein Blick auf die potamologische Karte Afrikas, des „Tropenkontinents par excellence“, bei dem der Äquator Halbierungslinie ist, zeigt, daß die der Wanderung der Sonne entsprechenden analogen Zonen auf der Nord- und Südhemisphäre nicht einheitlich von Osten bis Westen ausgebildet sind. Von W—O durchgehende Zonen finden sich nur im nordhemisphärischen Teil, in der Sahara und im Gürtel des Sudan. Die übrigen Zonen weisen starke Gegensätze zwischen West- und Ostküste auf. Dem feuchten Westen der äquatorialen Zone mit dauernd fließenden Gewässern steht im Osten in gleichen geographischen Breiten das trockene ostafrikanische Gebiet mit vorwiegend periodischen Flüssen gegenüber. Umgekehrt ist das Bild in Südafrika, wo die kalte Benguellaströmung für die atlantische Seite Niederschlags- und Flußarmut verursacht, während

die Ostküste am indischen Ozean unter dem Einfluß der warmen Mozambiqueströmung gut befeuchtet ist und Dauerflüsse hat.

Auffallend ist sodann die ungleiche Ausdehnung der äquatorialen Zone der Dauerflüsse nach Norden und Süden. Die Ursache davon ist in der orographischen Verschiedenartigkeit der nord- und südhemisphären Kontinenthälften und in der ungleichen Ausdehnung der Landmassen zu suchen. Die ungeheuren, meist flachen Landmassen Nordafrikas mit extrem hohen Temperaturen bewirken, daß der Wärmeäquator immer, selbst im Winter, auf der Nordhalbkugel bleibt (145). Der südhemisphäre Teil mit überwiegend Hochland und bei wesentlich geringerer OW-Ausdehnung ozeanisch beeinflusst, weist im allgemeinen keine so hohen Temperaturen auf. So wenig sich in Südafrika der mildernde Einfluß des indischen Ozeans leugnen läßt, so wenig darf in Nordafrika der die Trockenheit des Klimas verschärfende Einfluß des großen asiatischen Kontinents unterschätzt werden, den WOEIKOF, wie es scheint, nicht genügend anerkennt (146). Die Ausdehnung der Sahara äquatorwärts weit über den 20. Breitengrad hinaus, ist doch wesentlich durch die aus dem asiatischen Hochdruckgebiet wehenden NO-Winde mitbedingt.

Ein Vergleich der potamologischen Karte mit der Niederschlagskarte zeigt im großen und ganzen eine recht gute Übereinstimmung. Wiederholt habe ich bei den Erläuterungen zu meiner Karte auf die Übereinstimmung der Zonengrenzen mit bestimmten Isohyeten hingewiesen und kurze Erklärung für Abweichungen zu geben versucht. Zusammenfassend seien die charakteristischen Züge nochmals hervorgehoben. Unmerklich fast ist die Abweichung der nördlichen Grenze der Zone dauernd fließender Gewässer von der 1000 mm Isohyete, etwas weiter nordwärts reichend im westlichen Nigergebiet, nach Süden zurückbleibend zwischen Benue und Bauchi-plateau. Der östliche Verlauf der Grenze deckt sich mit der genannten Isohyete. Auf der Südhalbkugel erstreckt sich die Zone der Dauerflüsse um 1—2 Breitengrade weiter nach Süden als die durch die 1000 mm Isohyete begrenzte Zone reicht; die Parallelität im Verlauf beider Linien läßt erkennen, daß die Erweiterung der Zone der perennierenden Gewässer eine Folge der Speisung aus dem regenreichen Gebiet der südäquatorialen Wasserscheide ist.

Ein zweites niederschlagsreiches Gebiet zeigt die Regenkarte an für das Hochland von Abessinien; meine Untersuchung ergab für dasselbe Dauerflüsse innerhalb des Hochlandes und einige

Flüsse, die auch nach dem Verlassen desselben noch lebenskräftig bleiben. Wo im trockenen Ostafrika einzelne Gebiete wenigstens 1000 mm Niederschlag erhalten, da haben wir die Wasser-Behälter und -Lieferanten für die allochthonen Dauerflüsse. Um für alle Gewässer dauernden Abfluß zu ermöglichen, ist also innerhalb der Tropen ein Minimum von 1000 mm Jahresniederschlag erforderlich, was mit SUPAN's Annahme von 1000 mm Niederschlag als untere Grenze des Regenreichtums in den Tropen (147) übereinstimmt.

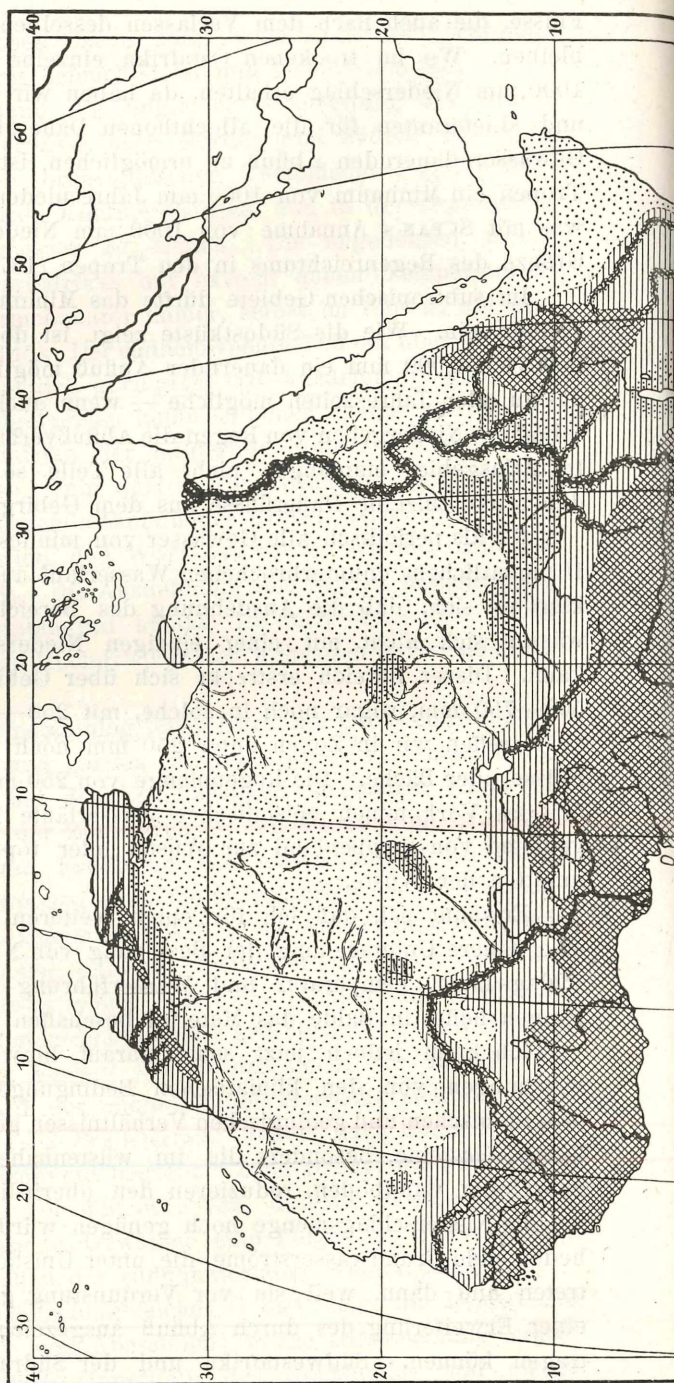
Im subtropischen Gebiete dürfte das Minimum nicht wesentlich kleiner sein. Wie die Südostküste zeigt, ist dort bei durchschnittlich 750—1000 mm ein dauernder Abfluß möglich, doch mag hier das zu allen Jahreszeiten mögliche — wenn auch in der Trockenzeit seltene — Niedergehen von Regen die Abflußverhältnisse begünstigen. Im Atlasgebiet empfangen nicht alle Teile so viel Niederschlag, daher nur einzelne Dauerflüsse aus dem Gebirge.

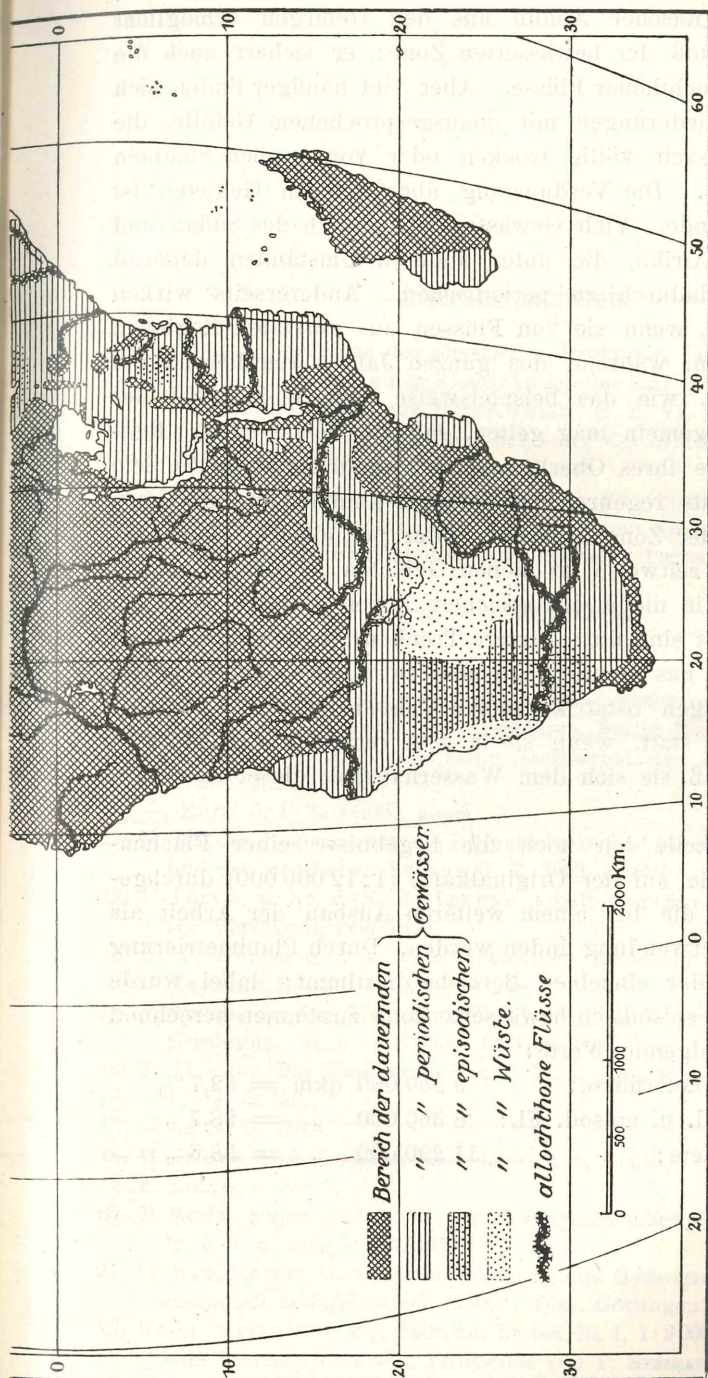
Da als periodisch alle Gewässer von mindestens 2 bis höchstens 10 monatlichem ununterbrochenen Wasserlauf aufgefaßt wurden, erklärt es sich, daß die Ausdehnung des Bereichs periodischer Gewässer sich nicht mit einer einzigen Niederschlagszone decken kann. Dieser Bereich erstreckt sich über Gebiete mit 750—1000, 500—750 mm, sogar noch in solche, mit 250—500 mm. Nirgends aber treffen wir in Zonen unter 250 mm noch periodisch fließende Flüsse oder Bäche. Die Regenmenge von 250 mm genügt höchstens für das Vorkommen episodischer Wasserläufe in den Übergangsbereichen von Steppenland zur Wüste, oder topographischen Inseln inmitten der Wüste.

Erwähnt sei, daß ich für einen weiteren Ausbau der Arbeit, eine nähere Untersuchung der Beziehung von Niederschlag, Niederschlagsdauer, Temperatur und Wasserführung an den Grenzübergängen hoffe, in Bälde das Material beschaffen zu können.

Ich kann jedoch jetzt schon darauf hinweisen, daß die Abweichungen von den klimatischen Bedingungen vielfach in den orographischen und geologischen Verhältnissen gegeben sind. Durchlässige Gesteine, besonders die im wüstennahen Gürtel sehr ausgebreiteten Sandböden, reduzieren den oberirdischen Abfluß, auch wo die Niederschlagsmenge noch genügen würde; sie speisen aber bedeutende Grundwasserströme, die unter Umständen wieder zutage treten und dann, weil sie vor Verdunstung geschützt waren, zu einer Erweiterung des durch Abfluß ausgezeichneten Gebietes beitragen können. Südwestafrika und der Südrand des Atlas sind

Potamologische Karte v. Afrika.





Beispiele dafür. Rascher Abfluß aus den Gebirgen ermöglicht überall einen Vorstoß der bewässerten Zone; er sichert auch die Existenz vieler allochthoner Flüsse. Aber viel häufiger finden sich in Afrika weite Niederungen mit unausgesprochenem Gefälle, die je nach der Jahreszeit völlig trocken oder von großen Sümpfen eingenommen sind. Die Verdunstung über solchen Gebieten ist eine recht bedeutende. Viele Gewässer, namentlich des Sudan und des südöstlichen Afrika, die unter anderen Umständen dauernd blieben, werden dadurch zu periodischen. Andererseits wirken solche Sumpfbzonen, wenn sie von Flüssen aus pluvialen Regionen durchzogen werden, während des ganzen Jahres regulierend auf die Wasserführung, wie das beispielsweise beim Weißen Nil der Fall ist. Ganz allgemein mag gelten, daß die Gewässer im allgemeinen das Regime ihres Oberlaufes noch in die unteren Gebiete vortragen. Die aus regenreichen Gebieten kommenden erweitern also den Bereich der Zone dauernder oder periodischer Gewässer, während die aus zeitweise trockenen Gebieten kommenden auch nach dem Eintritt in niederschlagreichere Zonen meist so schwach sind, daß sie selbst eine dort kürzere Trockenzeit nicht überstehen können, wie sich das deutlich an den nördlichen Zuflüssen des Tsadsees und einigen ostafrikanischen Flüssen zeigt. Eine Ausnahme findet dann statt, wenn sie in dem regenreichen Gebiet so kräftig werden, daß sie sich dem Wasserhaushalt dieser Zone anpassen.

Zum Schluß teile ich noch die Ergebnisse einer Flächenberechnung mit, die auf der Originalkarte (1:12 000 000) durchgeführt wurde, und die bei einem weiteren Ausbau der Arbeit als Vergleichswerte Verwendung finden werden. Durch Planimetrierung wurde das Areal der einzelnen Bereiche bestimmt; dabei wurde die periodisch und episodisch bewässerte Zone zusammen berechnet. Es ergaben sich folgende Werte:

Die Zone der Dauerflüsse:	9 550 000 qkm	= 32,7 %
die Zone period. u. episod. Fl.:	8 360 000	= 28,7
die Wüstengebiete:	11 290 000	= 38,6 „

Literaturnachweis.

- 1) A. SUPAN, Grundzüge der physischen Erdkunde, Leipzig 1911, S. 161.
- 2) W. KÖPPEN, Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. G. Z. VI. 1900, S. 604.
- 3) F. LOEWE, Die geographische Verteilung der Niederschläge in Afrika. Berlin 1923 (noch nicht veröffentlicht).
- 4) I. HANN, Handbuch der Klimatologie, II. Bd. Stuttgart 1910, S. 16.
- 5) G. FRAUNBERGER, Studien über die jährlichen Niederschlagsmengen des afrikanischen Kontinentes (mit Karte). PETERMANN'S Mitteilungen 1906, S. 75.
- 5a) F. LOEWE, s. Nr. 3 beigegebene Regenkarte.
- 6) F. FRAUNBERGER, s. Nr. 5 S. 76.
- 7) nach KÖPPEN, zit. bei FRAUNBERGER S. 76.
- 8) H. GRUNER, Begleitworte zur Karte des Sechsherrenstocks (Amandeto) in Mitt. a. d. deutsch. Schutzgebieten, Berlin 1914, Bd. 25, S. 130.
- 9) K. NIEHOFF, Der Niger und seine Nachbargebiete. Berlin 1917, M. a. d. d. Sch. XXX, S. 130
- 10) —, Karte 5, 1:25000000, ebda.
- 11) R. MÜLLER, Regenverteilung, Pflanzendecke und Besiedelung Oberguineas und des westlichen Sudans G. Z. 1909, S. 626.
- 12) F. LOEWE, s. Nr. 3 (N. B.) LOEWE'S Arbeit war mir nur im Manuskript zur Verfügung gestellt.
- 13) G. F. WHITLOCK, The Yola-Grofs-River Boundary Commission. Geographical Journal 1910, II, S. 428.
- 14) F. THORBECKE, Das Manengubahochland. Ein Beitrag zur Landeskunde Kameruns. M. a. d. d. Sch. 1911, S. 297.
- 15) K. HASSERT, Das Kamerungebirge. M. a. d. d. Sch. 1911, S. 62 u. 75.
- 16) —, ebda. S. 130.
- 17) —, ebda. S. 288.
- 18) H. MEYER, Das Deutsche Kolonialreich I, S. 610.
- 19) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 20) M. MOISEL, Karte des zentral- und westafrikanischen Urwaldes 1:10000000. M. a. d. d. Sch. XXX, 1917.
- 21) H. MARQUARDSEN, Oberflächengestaltung und Hydrographie des saharisch-sudanisch abflusslosen Gebietes. Diss. Göttingen 1909, S. 38.
- 22) Karte: Mittelfrika, Östlicher Sudan, Bl. 1, 1:2000000, herausgegeben vom Reichskolonialamt, bearbeitet von P. SPRIGADE u. N. MOISEL.

- 23) E. DE MARTONNE, Die Hydrographie des oberen Nilbeckens, Tafel 8. 1:6000000 in Z. G. E. 1897.
- 24) —, Z. G. E. 1897, S. 325.
- 25) H. MEYER, s. Nr. 18, II. Bd., S. 350.
- 26) E. A. STEEL, Sambesi-Congo Watershed, G. J. 1917, S. 186.
- 27) A. DE GHELLINCK, Wasserstraßen und Eisenbahnen im freien Kongo-Staat. G. Z. 1908, S. 65 ff.
- 28) S. PASSARGE, Südafrika. Eine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde, Leipzig 1908, S. 135.
- 29) — — —.
- 30) C. GUILLEMAIN, Über Vegetationsformen in Katanga. G. Z. XX, 1914, S. 387.
- 30a) A. SHARPE, Between the Shire and Luangwa Rivers. G. J. 1890, S. 152 ff.
- 31) D. SCHWETZ, Rivers of Catanga. G. J. 1917, S. 353 ff.
- 32) H. MARQUARDSEN, Angola. Berlin 1920.
- 33) G. NITSCHKE, Ovamboland, Versuch einer landeskundlichen Darstellung. Diss. Kiel 1913, S. 40.
- 34) M. GROLL, Karte des deutsch-portug. Grenzgebietes in Südwestafrika. 1:500000, Bl. 4, 1913. M. a. d. d. Sch., XXVI.
- 35) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 36) P. VAGELER, Beobachtungen in SW-Angola und Amboland. Z. G. E. 1920, S. 185.
- 37) H. MARQUARDSEN, s. Nr. 32.
- 38) F. LOEWE, s. Nr. 3 (ferner G. FRAUNBERGER und I. HANN für die Darstellung der klimatischen Verhältnisse).
- 39) R. L. REID, Notes on Mozambique Exploration. G. J. 1913, II, S. 47.
- 40) A. HOLMES u. A. WRAY, Mozambique, A Geographical Study. G. J. 1913, II, S. 150.
- 41) O. DIETRICH, Der Norden von portugiesisch Ostafrika, ein Beitrag zur Kenntnis von Mosambik. P. M. 1919, S. 213.
- 42) I. STEVENSON HAMILTON, Notes on a Journey through Portug. East Africa from Ibo to Lake Nyasa. G. J. 1909, II, S. 519 ff.
- 43) —, ebda. und E. O'NEILL, G. J. 1885, S. 430 ff.
- 44) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 45) H. MEYER, s. Nr. 18, II, S. 153.
- 46) L. D. WALLACE, G. J. 1907, I, S. 370.
- 47) O. BAUMANN, Die Vierblatt-Originalkarte des Nördlichen Deutsch-Ostafrika, 1:600000 in P. M. 1894.
- 48) W. JUNKER, Vom Victoria-Nyansa über Tabora nach Bagamojo 1886, in P. M. 1891 mit Karte, Tafel 13.
- 49) PRITZWITZ u. GAFFRON, Skizze von Unjangwira (Bezirk Tabora) und der Nachbarlandschaften Karte 5 in M. a. d. d. Sch., XXIV, 1911.
- 50) E. OBST, Das abflusslose Rumpfschollenland im nordöstlichen Deutsch-Ostafrika, II. Teil, Hamburg 1923, S. 129.
- 51) F. JÄGER, Das Hochland der Riesenkrater und die umliegenden Hochländer in D. O.-Afrika. Ergh. 8 zu M. d. d. Sch., XXVI, 1913, S. 72.
- 52) —, ebda. S. 91 sowie bei OBST s. Nr. 50, S. 145.
- 53) —, Ebenda S. 10.

- 54) v. PRITTWITZ u. GAFFRON, Das Massai-Reservat südlich des Kilimandjaro. 1:200 000 M. a. d. d. Sch., XXIII, Karte 7.
- 55) H. MEYER, s. Nr. 18 II.
- 56) P. VAGELER, Die Mkataebene, Beiträge zur Kenntnis der ostafrikanischen Alluvialböden. Beiheft z. Tropenpflanzer, XV, 1911, S. 260.
- 57) P. HOLZAPFEL, Bodenbau und Bewässerung von Deutsch-Ostafrika. Diss-Halle 1889, S. 27.
- 58) H. MEYER, s. Nr. 18, II, S. 215/17.
- 59) F. JÄGER, s. Nr. 51.
- 60) C. UHLIG, Der sog. ostafrikanische Graben. G. Z. 1907, S. 485.
- 61) P. HOLZAPFEL, s. Nr. 57, S. 24.
- 62) GWYNN, A Journey in Southern Abyssinia. G. J. 1911, II. Bd., S. 117.
- 63) SIEVERS-HAHN, Afrika. Leipzig 1901, S. 272.
- 63a) WAKEFIELD-RAVENSTEIN, Somal- und Gallaland. G. J. 1884, S. 264.
- 64) F. R. CANA, Problems in Exploration: Afrika. G. J. 1911, II. Bd., S. 267.
- 65) L. AYLMER, The Country between the Juba River and Lake Rudolf. G. J. 1911, II. Bd., S. 292.
- 66) E. v. WICKENBURG, Vom Dschibuti bis Lamu. P. M. 1903, S. 195.
- 67) GWYNN, s. Nr. 62, S. 119/20.
- 68) F. R. CANA, s. Nr. 64, S. 466.
- 68a) ATHILL u. DARLEY, Through W. Abyssinia to the Nile. G. J. 1920.
- 69) H. HENZE, Der Nil, seine Hydrographie und wirtschaftliche Bedeutung. Halle 1903, S. 29.
- 70) W. GARSTIN, Fifty Years of Nile Exploration G. J. 1909, I, S. 140.
- 71) F. MAURETTE, Nos connaissances sur le NE Africain. Ann. de Géographie XIV, 1905, S. 356.
- 72) W. PIETSCH, Das Abflussgebiet des Nil. Z. G. E. 1911, S. 102—115.
- 72a) —, Ebenda, Tabelle I, S. 106/107.
- 73) H. G. LYONS, Some geographical Aspects of the Nile G. J. 1908, II, S. 454.
- 74) 42 Blatt 1:250 000: Egyptian Sudan. Reproduced at the Intelligence Division War Office, from a map supplied by the Director of Sudan. Surveys 1900.
- 75) H. HENZE, s. Nr. 69, S. 36.
- 76) D. COMYN, The Western Sources of the Nile. G. J. 1907, II, S. 525.
- 77) —, s. Nr. 76, S. 529.
- 78) PERCIVAL, Surveys in the Bahr-el Ghasal Province. G. J. 1907, II, S. 604/07.
- 79) H. KELLY, The Beir Country. G. J. 1912, II, S. 497.
- 80) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 81) zit. bei DE MARTONNE, s. Nr. 23, S. 336.
- 81a) F. WERNER, Quer durch das Nubaland. Urania Jahrg. VIII, 1915.
- 82) PH. BROCKLEHURST, Across Wadai. G. J. 1922, S. 235.
- 83) KLEINE MITTEILUNGEN, Z. G. E. 1914, S. 310.
- 84) AUDOIN, In La Géographie 1920, ref. v. KLUTZ in P. M. 1921.
- 85) H. MARQUARDSEN, s. Nr. 21, S. 42.
- 86) —, s. Nr. 21, S. 39.
- 87) —, s. Nr. 21, S. 40.
- 88) —, s. Nr. 21, S. 41.

- 89) K. NIEHOFF, s. Nr. 9, S. 346.
- 90) —, Geomorphologische Karte des Niger. Karte 5.
- 91) J. A. MILLOT, Les crues du Niger. Ann. de Géogr. 1913, S. 73.
- 92) G. NITSCHKE, s. Nr. 33, S. 49 und F. LOEWE.
- 93) S. PASSARGE, Die Kalahari. Berlin 1904, S. 488.
- 94) —, Die Kalahari. S. 567.
- 95) G. W. LAMPLUGH, The Gorges and Basin of the Zambesi below the Victoria-Falls. G. J. 1908, II, S. 139.
- 96) —, ebda. S. 299.
- 97) L. WAIBEL, Winterregen in Deutsch-Südwestafrika. Hamburg 1922, S. 50.
- 98) JÄGER u. WAIBEL, Beiträge zur Landeskunde von SW-Afrika. Ergh. 14 zu M. a. d. d. Sch. Berlin 1920.
- 99) F. JÄGER, — —.
- 100) —.
- 101) H. MARQUARDSEN, s. Nr. 32.
- 102) P. RANGE, Das Lüderitzland. M. a. d. d. Sch. 1911, S. 31.
- 103) —, Karte der Namib zwischen 27 s. Br. und dem Oranjeffuß 1:400 000. M. a. d. d. Sch. 1911.
- 103a) —, Lüderitzbucht und Schakalskuppe 1:200 000.
- 104) L. DREWS, Erkundung der Hunsberge. M. a. d. d. Sch. 1910, S. 161.
- 105) S. PASSARGE, s. Nr. 93, S. 559.
- 106) —, s. Nr. 93, Karte II.
- 107) —, s. Nr. 93, S. 123.
- 108) A. G. STIGAND, Notes on Ngamiland. G. J. 1912, I, S. 376.
- 109) I. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung. Leipzig 1912, S. 2.
- 110) H. LEITER, Die Frage der Klimaänderung während geschichtlicher Zeit in Nordafrika. Abhandlungen der K. K. Geogr. Gesellschaft in Wien 1909.
- 111) EXPEDITION BODRERO 1919. Ref. von N. KREBS. P. M. 1921, S. 132.
- 112) I. WALTHER, s. Nr. 109, S. 54.
- 113) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 114) R. CHUDEAU, Sahara Soudanais. Paris 1909, S. 132.
- 115) —, Sahara Soudanais. Paris 1909, S. 61.
- 116) —, " " " " S. 36.
- 117) L'AFRIQUE FRANÇAISE. Ref. von H. MARQUARDSEN. M. a. d. d. Sch. S. 916.
- 118) TILHO, The work of Com. Filho in Tibesti and Wadai. G. J. 1918, I, 240.
- 119) I. WALTHER, s. Nr. 109, S. 35.
- 120) K. LEUCHS, Eine Reise in die südliche lybische Wüste Gebel Garra, Oase Kurkur, Gebel Borga. P. M. 1913, I, S. 190/91.
- 120a) PARTSCH.
- 121) E. DE PONCINS, Voyage au Choa, explorations au Somal et chez les Danakils. Bull. de la Soc. de Géographie 1898, S. 435.
- 122) I. WALTHER, s. Nr. 109, S. 48.
- 123) R. FORBES, Across the Libyan Desert to Kufara. G. J. 1921 (Augustheft), S. 164.
- 124) F. LOEWE, s. Nr. 3.
- 125) I. HANN, s. Nr. 4, III. Bd., S. 59.
- 126) TH. FISCHER, Zur Klimatologie von Marokko. Z. G. E. 1900, S. 388.
- 126a) BERNARD, —.

- 127) TH. FISCHER, Reise im Atlasvorlande von Marokko. Ergh. P. M. 1901, Nr. 133, S. 46, 83, 97, 108 ff.
 - 128) I. HANN, s. Nr. 4, III. Bd., S. 61.
 - 129) I. v. PFEIL, Geographische Beobachtungen in Marokko. Mittl. d. G. Ges., Jena 1902, S. 49 ff.
 - 130) TH. FISCHER, s. Nr. 127, S. 127.
 - 131) —, s. Nr. 127, S. 74.
 - 132) K. KNOCH, Die Niederschlagsverhältnisse der Atlasländer, Diss. Marburg 1906, S. 60.
 - 133) —, Ebenda S. 62.
 - 134) TH. FISCHER, Marokko und seine wirtschaftliche Bedeutung. Z. G. E. 1905, S. 738.
 - 135) K. DOVE, Wirtschaftsgeographie von Afrika. Jena 1917, S. 208.
 - 136) S. PASSARGE, s. Nr. 93, S. 36 und K. DOVE, s. Nr. 135, S. 208.
 - 137) F. LOEWE, s. Nr. 3.
 - 138) SIEVERS-HAHN, Nr. 63, S. 142.
 - 139) PHILIPPI, Reiseskizzen von Südafrika. G. Z. 1905, S. 388 ff.
 - 140) S. PASSARGE, s. Nr. 28, S. 21.
 - 141) Ref. von G. FREY, Tektonisch-morphologische Untersuchungen in Portugiesisch Ostafrika. Z. G. E. 1915, S. 248.
 - 142) F. LOEWE, s. Nr. 3.
 - 143) —, s. Nr. 3.
 - 144) H. DOULIOT, Journal du Voyage, fait sur la Cote Ouest de Madagascar Bull. de la Soc. de Géographie 1893, S. 348.
 - 145) I. HANN, s. Nr. 4, II Bd., S. 8.
 - 146) WOEIKOF, Klimate der Erde. Jena 1887, S. 95 (II. Teil).
 - 147) A. SUPAN, s. Nr. 1, S. 161.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Dorner Thusnelde

Artikel/Article: [Eine potamologische Karte von Afrika 216-261](#)