

Thornton, D., and Romce, N. V.: Ukara Island and the Agricultural Practices of the Wakara. Dares Salaam 1936.

Troll, C.: Berichte über eine Forschungsreise durch das östliche Afrika. „Koloniale Rundschau“ 26, 1935, 273 ff. —, Koloniale Raumplanung in Afrika. „Zeitschr. d. Ges. f. Erdk.“ 1941, 1—41.

Widenmann, A.: Die Kilimandscharo-Bevölkerung. „Petermanns Mitteilungen“ Ergänzungsheft 29, 1899.

Wiedemann, A.: Das alte Ägypten. Heidelberg 1920.

Wolff, G.: Im Herzen der Großen Kabylei. „Beiträge zur Kolonialforschung“ 4, Berlin 1943, 39—68.

Wylde, A. B.: Modern Abyssinia. London 1900.

C: Asien.

Anger, H.: Jakutien und die Jakuten. Ost-Europa 4. 1929, 829—836.

Bakker, S.: Cattle Breeding in the Netherlands Indies. Bull. of the col. Inst. Amsterdam 1940.

Buck, J. L.: Land Utilization in China. 3 Bde. Shanghai 1937.

Carrapiett, W. J. S.: The Kachin Tribes of Burma. Rangoon 1929.

Chodzido, Th.: Die Familie bei den Jakuten. Diss. Freiburg (Schweiz) 1946.

Credner, W.: Siam. Das Land der Tai. Stuttgart 1935.

Cressey, G. B.: China's Geographic Foundation. A Survey of the Land and its People. New York, London 1934.

Dilock, Prinz v. Siam: Die Landwirtschaft in Siam. Leipzig 1908.

Donner: Bei den Samojuden in Sibirien. Stuttgart 1926.

Eberhard, W.: Kultur und Siedlung der Randvölker Chinas. „T'oung Pao.“ Leiden 1942.

Findeisen, H.: Aus Wirtschaft und Kultur der Jenissejer. „Koloniale Rundschau“ 32, 1941.

Giesecke, F.: Landwirtschaftliches aus dem inneranatolischen Steppengebiet. „Fortschritte der Landwirtschaft“ 1931.

Gouron, P.: Les paysans du delta Tonkinois. Paris 1936.

Gurdon, P. R. T.: The Khasis. London 1907.

Heimann, H.: Konya. Diss. Berlin 1935.

Heine-Geldern, R. Freiherr v.: Südostasien. Buschan: Illustrierte Völkerkunde 2. Bd. 1923.

Herrmann, R.: Anatolische Landwirtschaft. Leipzig 1900.

Hutton, J. H.: The Angami-Nagas. London 1921.

Kauffmann, H. E.: Landwirtschaft bei den Bergvölkern in Assam und Nord Burma. „Zeitschr. f. Ethnologie“ LXVI, 1934.

Kempski: Die Viehzucht Niederländisch-Indiens. Berlin 1924.

Kiendl, H.: Ruanda und die Nilgiris. Diss. Hamburg 1935.

Kraemer, H.: Das Vieh von Süd-Indien. „Mitt. d. landwirtschaftl. Gesellschaft“ 1910.

Lautensach, H.: Korea. Leipzig 1945.

Louis, H.: Probleme der Kulturlandschaftsentwicklung in Inneranatolien. „Erdkunde.“ Bonn 1948.

Morizon, R.: Monographie du Cambodge. Hanoi 1931.

Pritchard, B. E. A.: A Journey from Myitkyina to Sadiya via the N'mai Hka and Hkamti Long. „Geogr. Zeitschr.“ 1914.

Riza, K.: Die türkische Landwirtschaft und ihre wichtigsten Betriebszweige. „Yüksek Ziraat Enstitüsü Ankara.“ 1940, Heft 62.

Schakir-zade, T.: Grundzüge der Nomadenwirtschaft. Heidelberg 1931.

Slawkowsky, W.: Kleinasien, die Wiege der Haustierzüchtung. „Zeitschr. f. Tierzüchtung u. Züchtungsbiologie“ 27, 1933, 287—292.

Stenz: Der Bauer in Shantung. „Anthropos“ 1906, 435—453, 839—857.

Stibbe, D. G.: Encyclopaedie van Nederlandsch-Indie. Leiden 1921.

Tob, M. R.: Die Landwirtschaft, insbesondere der Reisbau in Siam. Diss. Heidelberg 1900.

Tonguç, i. Hakkı: Köy de Egitim. Istanbul 1938.

Ulrich, L.: Birmesische Bauernwirtschaft. „Weltwirtschaftl. Archiv“ 1918.

Vink, G. J.: De Grondslagen van het indonesische Landbouwbedrijf. Wageningen o. J. wohl um 1940.

Wagner, W.: Die chinesische Landwirtschaft. Berlin 1926.

Wegener, G.: Im innersten China. Berlin 1926.

Wehrli: Wirtschaftsgeogr. von Oberburma. „Jahresber. d. Geogr. Ethn. Ges. Zürich“ 1906.

Wenzel, H.: Ländliche Siedlungsformen in Inneranatolien, in: Klute: Die ländl. Siedlungen in verschiedenen Klimazonen. Breslau 1933.

Wittfogel, K. A.: Wirtschaft und Gesellschaft Chinas. Leipzig 1931.

Yarkin, I. A.: Rinderzucht in Mittelanatolien. „Zeitschr. f. Tierzüchtung u. Züchtungsbiologie“ 45, 1940, 1—70.

Zelenin, D.: Russische Volkskunde. Leipzig 1927.

WASSERHAUSHALT UND PROBLEME DER WASSERNUTZUNG IN DER SAHARA

H. Schiffers

Mit 1 Kartenbeilage und 2 Abbildungen

Das „Sahara-Meer“ — ein „vulgärer Irrtum“ *)

Als man in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts südlich des östlichen Atlas und westlich der Gabes-Schwelle auf Gebiete stieß, die bis zu 30 Meter unter die Meeresoberfläche reichten, tauchte die Vorstellung von einem heute ausgetrockneten „Sahara-Meer“ auf, in das man nur Wasser hineinlaufen zu lassen brauchte,

um aus dieser Gegend wieder etwas Brauchbares zu machen. 1) Schon bald aber mußte diese Hypothese fallen gelassen werden durch die Feststellung, daß die Sahara eine Hochfläche von durchschnittlich 200 bis 300 Meter darstellt, daß in ihr Gebirge mit Höhen um 3000 Meter aufragen und daß die Depressionen räumlich sehr beschränkte

*) Formulierung G. Nachtigals aus dem Jahre 1879!

1) Einer der ersten Vertreter der „Meer“-Hypothese dürfte freilich schon Eratosthenes gewesen sein. (Lit. Nr. 33, S. 30.)

Eintiefungen sind (insgesamt ca. 100 000 qkm), die von Salzsümpfen, den Schotts, eingenommen werden. (33) Man erkannte weiterhin, daß es sich vorwiegend um geschlossene Becken handelt, in die die Ströme (der Pluvialzeit) hineinfließen, ihre Wassermassen in großen End-Seen ausbreiteten und daß mit der hereinbrechenden „Verwüstung“ die fluviatilen Lockermassen das Material für die Dünengebiete lieferten, welche in einem breiten Bande auf ca. 5 000 km den Kontinent von Westen nach Osten durchziehen. Seitdem hat man sich nicht nur um die Frage nach der Entstehung des Oberflächenbildes und der Gestaltung und Zusammensetzung des Untergrundes bemüht, sondern auch das Problem der Trockenheit in diesem mit ca. 7 Mill. qkm erdteilgroßen Raum zu lösen versucht.

Die Niederschläge

Das Bild der Oberfläche, welche sich uns in manchen Teilen der Sahara darbietet, macht es ohne weiteres verständlich, wenn in vielen Quellen behauptet wird, weite Gebiete empfangen 5, 7; ja, 10 Jahre lang überhaupt keinen Regen. Andererseits wird gesagt, daß es keine Stelle in der Wüste gäbe, die nicht wenigstens ab und zu einmal Niederschläge erhalte. Die große Zahl einschlägiger Berichte aller Art, in welchen den hier niedergehenden, oft gewaltigen Wassermengen ebensolche Aufmerksamkeit gewidmet wird, wie einigen wenigen Tropfen, beweist zunächst nur, welche Bedeutung diese Regenfälle jeweils für den Beobachtenden hatten und daß sie in diesem Raum etwas ganz Besonderes darstellen. Derartige Schilderungen gibt es aus den verschiedensten Gegenden, auch aus solchen, die weit ab von Karawanenwegen oder Weideplätzen liegen. An Landschaften, aus denen mir bisher kein einziger Bericht über einen Regenfall bekannt geworden ist, weiß ich nur die westsaharische Niederung von Taudeni (mit reichen Salzvorkommen) und die Tümmo-Wasserstelle im gleichnamigen Plateau der sog. „Mittelsaharischen Schwelle“ zu nennen.

Auf die in diesem Zusammenhang nicht unwichtige Frage, wie die Sahara zu begrenzen sei, kann hier nicht näher eingegangen werden. Wie indessen schon die Karte (Abb. 1) lehrt, liegt der größte Teil dieses Raumes in einem Gebiet, das im Durchschnitt weniger als 20 mm Niederschlag jährlich empfängt. Lange Zeit hat man — auf der Suche nach einer Erklärung für dieses „Phänomen“ — die Sahara als eine ausgesprochene Pasat-Wüste bezeichnet, in deren Nordteil der die Trockenheit bringende Nordostwind fast das ganze Jahr über vorherrsche, während der im

Sommer bis etwa 22° N vordringende, mit Feuchtigkeit beladene Südwest-Monsun dem Südteil für diese Zeit den Charakter einer Wüste nehme.

Der Nordteil kenne, so sagte *Perret* 1935 eigentlich nur eine Jahreszeit, nämlich eine mehr oder weniger temperierte Trockenzeit. (22) (Hier auch liegen alle vorher erwähnten Gebiete mit längeren Dürreperioden). Die Niederschläge, meist kurz dauernd, heftig und scharf lokalisiert,²⁾ nähmen fast den Charakter von „Singularitäten“ an.

In der Tat bestätigt die Mehrzahl der Berichte von Reisenden vieler Jahrzehnte diesen Charakter der Niederschläge; und was den saharischen Nordostpassat betrifft, so lehrt ein Blick auf die (notwendigerweise stark generalisierende) Karte, welche u. a. eine Darstellung der Hauptdünenrichtungen bringt, daß Teile des Nordens, vor allem aber auch der Süden, weitgehend die Richtung dieses Windes widerspiegeln. Weiter nach dem Norden zu beobachten wir westlich und östlich von 10° O eine charakteristische Drehung über S—N nach SO—NW.

Nun sind auf Grund von Beobachtungen während des letzten Jahrzehnts, besonders während des 2. Weltkrieges, französische Forscher zu dem Schluß gekommen, daß die Annahme von einer Vorherrschaft des Nordostpassats über den größten Teil der Sahara und während des ganzen Jahres nicht länger aufrechterhalten werden könne. (23) Es gäbe auch aus früheren Zeiten Berichte von Reisenden über ausgesprochene, oft langandauernde Westwetterlagen genug; nur müsse ihnen eine größere Aufmerksamkeit als bisher geschenkt werden.

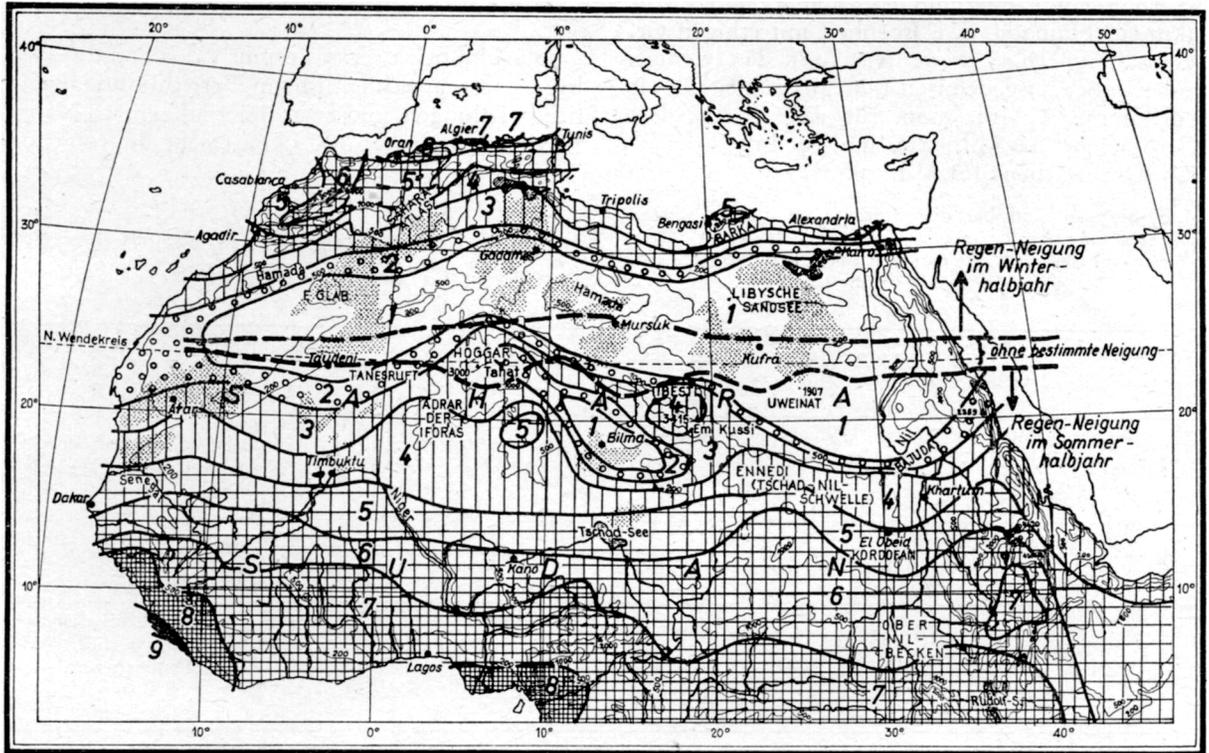
Weit über das hinausgehend, was *Perret* 1935 als eine Zusammenfassung der bisherigen Kenntnis dargelegt hatte, versuchte *Queney* 1945 eine „classification aérologique des types de temps du Sahara Français“ (gesperrt v. Vf.). Er gibt sechs Gruppen von Wetterlagen, die in relativ regelmäßigem Ablauf das neue Klimabild der Sahara gestalten. Schon 1943 hatte *Dubief* ausgeführt, daß die Regen keineswegs als „besonders gewittrig oder unregelmäßig“ betrachtet werden dürften. Es gäbe auch hier — wie anderswo — „systèmes pluvieux“ und regelrechte „saisons pluvieuses“. Er selbst durchflog 1942 eine Regenzone, die sich über 1000 km von S nach N über die

²⁾ So ist M. O. Williams bei seinem „Oasis-Hopping in the Sahara“ (1949, Nr. 2, *The Nat. Geogr. Mag.*, Washington) am meisten betroffen von der amtl. Ankündigung: „Nachtlager nicht in Talungen aufschlagen! Sturzfluten töten mehr Menschen als der Durst!“ Damit sind die scharfe Begrenzung der Niederschläge, wie auch der explosionsartige Abfluß durch die „Trocken“-talungen auf weiteste Entfernung, eindeutig charakterisiert.

West Sahara erstreckte, und führt 1947 andere Beispiele von sehr ausgedehnten Schlechtwetterbereichen an, darunter eine im Januar. („Schlecht“-Wetter bedeutet in der Sahara „Gut“-Wetter). Während Huberts Berichte aus den Jahren 1934 bis 38 erkennen ließen, wie weit wir noch von einigermaßen zuverlässigen Wettervorhersagen für die saharischen Gebiete entfernt sein mußten, ist heute nicht mehr daran zu zweifeln, daß uns die

Die Hauptwasservorkommen

Vergleichen wir nun Abb. 1 mit der Karte, so werden wir feststellen, daß sich innerhalb des äußerst regenarmen Raumes, der von der „Grenzzone der saharischen Wüste“ (Zone 4) umschlossen wird, doch recht zahlreiche Wasserstellen vorfinden. Charakteristisch ist ihre ungleiche Verteilung. Es heben sich mehrere Gebiete heraus, in denen sich die Wasservorkommen oft in „Oasen-



Entw. Dr. H. Schiffers, nach Perret, Chipp, u.a.

200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 Km

gez. G.J.

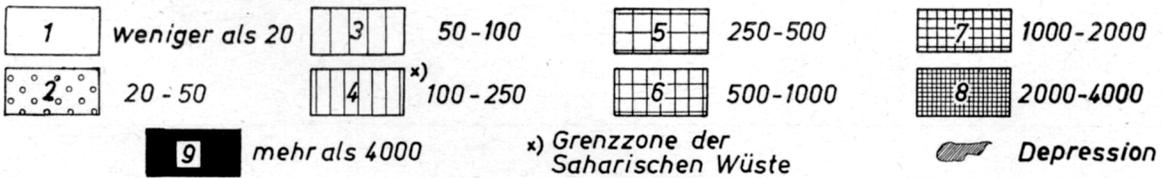


Abb. 1: Die Niederschläge in Nordafrika

Jahresdurchschnitt in mm. Angaben über Fläche und Niederschlagsmenge bei Zone 4 bis 1 nur annähernd, z. T. noch hypothetisch.

fortgeschrittenen Wetterbeobachtungsmittel und -methoden auch auf diesem Gebiete und selbst in einem solchen Raum wie die Sahara ein gutes Stück weitergebracht haben. Was aber die Menge der Niederschläge betrifft, so dürfte im großen und ganzen immer noch das Bild zutreffen, wie es auf Abb. 1 dargestellt worden ist.

Zonen“ zusammendrängen. Die Erfordernisse kartenmäßiger Verdeutlichung dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, wie geringfügig die Flächen sind, welche solche „Stützpunkte des Lebens“ im „Meer des Nichts“ einnehmen. Deshalb seien zunächst die folgenden allgemeinen Angaben vorausgeschickt.

Gliedern wir die Sahara nach Bewuchszonen, so ergibt sich für den Wüstenbereich (ohne Bergländer) 5,9 Mill. qkm, für die Halbwüste (am N- und S-Rand) 2,1 Mill. qkm und für die Zone der Bergvegetation 0,8 Mill. qkm (27, S. 132-3, Karte 7). In die letztere fallen die ausgedehnten Bergländer des Hoggar (mit der Tassili-Umrahmung), des Tibesti (ca. 100 000 qkm), ferner der Adrar der Iforas, das Aïr und Ennedi. Gliedern wir nun nach Bedeckungstypen, so erhalten wir innerhalb des Raumes der 5,9 Mill. qkm für Hamada, d. i. Ebenheit mit eckigen Gesteinstrümmern, wie sie auch auf den weniger hohen, aber ausgedehnten Plateaus zumeist des N vorkommt, 4 Mill. qkm, für Reg (Serir), d. i. Geröllebene, 0,6 Mill. qkm und für Erg (Edeïen), d. i. Dünengebiet, 1,3 Mill. qkm³⁾.

³⁾ Einbezogen sind bei dieser Schätzung die zahlreichen, oft ganz verschieden großen Zwischengebiete. A. Desio kommt auf den m. E. zu geringen Betrag von 965 000 qkm (Le vie della sete, Mailand, 1950, S. 16).

In den größeren Gebirgen (Hoggar usw.) finden sich meist nur zeitweilig gefüllte natürliche Auffangstellen sowie Talungen, in denen für Tage bis Monate ein Fließen zu beobachten ist, ferner einige Quellen und Brunnen. In der Hamada sind Wasserstellen durchgehends sehr selten. Das gleiche gilt für die Geröllebene. Die Dünengebiete dagegen sind durchaus nicht alle so wasserarm, wie man annehmen sollte. In einigen gibt es nicht nur zahlreiche Brunnen, sondern auch Seen.

Die Hauptwasservorkommen der Sahara aber liegen fast ausschließlich im Bereich pluvialzeitlicher Talungen, und zwar innerhalb einer „Nährfläche“ von nur ca. 300 qkm. (Siehe die folgende Tabelle.)

Eine Zusammenstellung der sieben bedeutendsten dieser Gebiete ergibt folgendes Bild:

Nr.	Gebiet	Nährfläche i. qkm ¹⁾	Bewohner i. Taus. ²⁾	Dattelpalmen i. Mill.	Wasserbedarf tgl. i. Taus. cbm ³⁾	Herkunft der Wasservorkommen und Art der Gewinnung des Wassers
1	Talung des Wadi Saura, aus Wadi Gir und Susfana gebildet (ohne Figig)	12	14	0,3 (?)	ca. 61	zumeist unterirdisch aus dem Atlas abfließend; — Brunnen
2	Randniederungen des Tadmait-Plateaus: Gurara, Tuat, Tidikelt	66	54	1,65	334	Herkunft teils wie vor, teils Tiefenwasser; — vorwiegend Foggaras
3	Ziban, Schott-Zone, Rir	180	250	4,5	920	Herkunft teils aus dem Atlas, teils aus südl. Richtung u. Tiefenwasser; — wenig tiefe Brunnen, artes. Brunnen, Quellen
4	Fessan	40	30	1,0	202	Tiefenwasser; — teils zutage liegend, teils Brunnen u. Quellen
5	Kauar	10	4	0,25	50	Tiefenwasser, Regenwasser spend. Gebirge in 400 km Entfernung; — teils zutage liegend, teils wenig tiefe Brunnen und Quellen
6	Kufra	2,8	4	0,07	14	Tiefenwasser, Nil in 900 km, Syrte in 600 km, Tibesti in 600 km Entfernung; — teils zutage liegend, teils Brunnen
7	Ägyptische Oasen-Senken	16,0	30	0,4 (?)	ca. 82	Tiefenwasser, Nil 300 km; — teils artes. Br., teils Qu.
		326,8 also ca. 300 qkm auf 5,9 Mill qkm Wüste (ohne die großen Bergländer)	386 auf 1,2 Mill. der gesamten Sah.	8,17 auf ca. 9 Mill. Gesamtbestand ⁴⁾	1746 also ca. 1,7 Mill. cbm täglich	

¹⁾ Maßzahl: Anzahl der Dattelpalmen mal 40 qm

²⁾ Zahlen enthalten teilweise auch Nomaden

³⁾ Die Dattelpalme braucht nach *Trabut* täglich 200 l (in 10, S. 122); der Mensch benötigt ca. 3 l; auf je 1 Bewohner sind 3 Tiere mit einem Bedarf von je 20 l geschätzt.

⁴⁾ S. die Karte am Schluß!

Selbst wenn man die Fehlerquellen berücksichtigt, mit der jede „saharische“ Statistik belastet ist, und den Angaben nur Annäherungswert zu mißt, ergibt sich die erstaunliche Tatsache, daß einem Gebiet von ca. 5,9 Mill. qkm mit Vollwüstenklima, einem durchschn. jährlichen Niederschlag zwischen 20 und 70 mm, täglich etwa 1,7 Mill. cbm innerhalb einer Fläche von ca. 300 qkm entnommen werden können. — Einige kleinere Oasengruppen und die Brunnen (außerhalb der vorerwähnten Bergländer), die im „Bled“, „draußen in der freien Wüste“, liegen, wurden unberücksichtigt gelassen. — Angaben über die Herkunft des Wassers bringt die letzte Spalte der Tabelle. — Die Entfernungsangaben zeigen klar, wie groß die „Isolierung“ mancher Oasengruppen, beispielsweise bei Kufra und dem Fessan, ist. — Unterirdische Wanderungen selbst über mehrere hundert Kilometer erfolgen aber doch. Ein klassisches Beispiel hat uns *Gautier* aus dem Einzugsgebiet des Wadi Saura beschrieben. (12)

Bei Timimun, dem Hauptort der Landschaft Gurara, am Südrand des Großen Westlichen Erg, liegt eine Salztongpfanne (Sebka). Meist ist es eine öde, ausgedörrte, rötlich-braune Ebene. Eines Tages aber bedeckt sie sich mit weißen Flecken, mit Salz. Die im Untergrund plötzlich auftauchende Feuchtigkeit hat es zum Aufsteigen gezwungen. Das Wasser stammt von den 4000ern des Atlas. Über das Wadi Gir und Susfana, die sich zur Saura vereinigen, wandert es 500 bis 600 km, „früher“ weithin oberirdisch, heute zumeist unterirdisch nach SO. Für diesen Weg benötigt es ungefähr eine Woche. Wahrscheinlich fand das Wadi in der großen, südöstl. v. Aulef liegenden Sebka sein Ende. Auf der westlichen Seite des südlichen Abschnittes grenzt der Erg Schoch an. Was er etwa vom alten Abflußnetz verbirgt, wissen wir nicht (Sched ar. = Schleier). *Gautier* vermutet, daß das Wasser unter dem SW-Teil des Gr. Westl. Erg hinweg seinen Lauf zur Sebka von Timimun findet. Bei Hochwasser dagegen folgt der Ablauf dem Westrand des hier vom NO-Wind weit nach W vorgetriebenen Sandgebietes. Während der Wind die Niederung von Timimun von Sand leergefegt hat, wandert der Erg bergauf nach W (genauer nach SW) und „treibt dabei das Wadi Saura vor sich her“ (Timimun im S. 293 m, W-Rand des Erg rd. 500 m).

Zusammenhänge ohne die „Leitlinie“ eines pluvialzeitlichen Wadis wurden beobachtet: zwischen den Brunnen von Arauan (westl. S.) und dem Niger zur Zeit der Schwelle, den Wasserstellen des Schitati (Landschaft nordöstlich vom Tschad) und diesem See, gleichfalls zur Zeit seiner Schwelle, und ferner zwischen den Brunnen von Bilma und den sommerlichen Tornados in Tibesti (mittl. S.) (7).

Kemal el Dine berichtet von einem solchen Tornado (des Herbstes 1927) im Gebiet des Uweinat-Gebirges in der Ost-Sahara. Dessen Wasser überschwemmte die Ebene westl. davon 25 km weit, stellenweise bis zu 2 m hoch, auf ca. 70 qkm. Zu fragen ist, wo diese beträchtlichen Mengen bleiben, ob sie durch den weithin porösen Sandstein ihren Weg bis zu den 400 km nordw. lie-

genden Brunnen von Kufra finden. „In den Annalen der Sahara für alle Zeiten berühmt“, nennt Kemal diesen Regenfall. Sicher sind viele ähnliche in den vergangenen Jahrzehnten niedergegangen, ohne daß wir so relativ genaue Beschreibungen von ihnen erhielten. Während durch den Rückgang des Nomadismus und die Verödung der Karawanenwege die Zahl der mündlichen Berichte über Regenfälle zurückgeht, ermöglicht das Flugzeug eine exaktere und auch häufigere Kontrolle selbst entlegenster Gegenden. Welche Einwirkungen beispielsweise die 30 bis 150 000 qkm großen Dünengebiete, deren Sand sich zeitweise bis zu 70° oder 80° C erhitzt, auf den Ablauf der Witterung haben, ist noch heute — mangels Stationen in ihrem engeren Bereich — eine durchaus offene Frage.

Sowohl im großen Dünengebiet der Tiniri (mittl. Sahara) als auch in der sog. Lybischen „Sandsee“ finden sich stellenweise ausgedehnte Grasschleier. Weithin isolierte, halb im Sand vergrabene Bäume in diesen Sandregionen haben seit Jahrhunderten eine fast sagenhafte Berühmtheit⁴⁾. Die Dünen speichern die Feuchtigkeit lange und geben sie langsam wieder ab. Was an der Oberfläche verdampft, fällt nachts zum Teil als Tau wieder aus. Die Zeltwände des Dünenlagers sind morgens ausgebeult von angesammeltem Wasser. Die Lauftiere der Wüste (Gazellen z. B.) leben jahrelang von diesem Tau.

Am S- und SO-Rand des nördlichen Sandgebietes des Fessan (Edeien von Ubari), das selbst neun Seen und viele Brunnen aufweist, befinden sich im Zuge des Wadi (Trockental) el Adjal auf ca. 200 km 588 Brunnen!

Es gibt also stellenweise sehr zahlreiche „Ansatzpunkte“, aber auch die verschiedensten Arten, das Wasser in der Sahara zu gewinnen:

1. aus zeitweise fließenden Gewässern oder
2. aus Auffangstellen, sei es am Rand oder im Innern der Bergländer, 3. durch Nutzung aus Seen (deren Randzonen Süßwasser aufweisen, auch wenn zur Mitte hin der Salzgehalt zunimmt),
4. aus Quellen, 5. aus Brunnen, deren Wasser an vielen Stellen unter Druck aufsteigt (artesisches Wasser). Für die Tiere gibt es außerdem die Möglichkeit, das aus dem Tauniederschlag zusammenrinnende Naß zu nutzen.

Das „Oasensterben“ und seine Ursachen

So groß aber auch in einem fast regenlosen Gebiet die Mengen sein mögen, die, wie unsere Tabelle aufweist, gewonnen werden, so zahlreich ferner die Wege sind, das lebenspendende Naß zu erreichen, so muß doch der Wüstenbewohner gut

⁴⁾ Über den „Baum der Tiniri“ siehe bei 27, S. 139.

die Hälfte seines Lebens auf seine Gewinnung verwenden. Das erscheint zunächst erstaunlich, wenn man nur schon bedenkt, wie groß die Mengen Wasser sein müssen, die jahraus, jahrein in der Wüste ungenutzt verdampfen! (Sowohl Merga wie auch Selima in der Ostsahara weisen Seen auf, sind aber, wie zahlreiche andere Oasen, verlassen.) Seit hundert Jahren jedoch wollen die Klagen über ein Absinken des Grundwasserspiegels und einen Rückgang der Wasservorräte nicht verstummen, und geradezu verzweifelte Mittel haben manche Bevölkerungsgruppen aufwenden müssen, um dieses Wasser zu gewinnen. Im fast vegetationslosen Kalkplateau des Msab haben die Bewohner 3000 bis zu 70 m tiefe Brunnen angelegt und können doch nur eine kümmerliche Grundwasserschicht nutzen. Im Tuat (aber auch an anderen Stellen) haben die Menschen ein hier weit über 1000 km sich erstreckendes Netz von mehr oder weniger geneigten mannshohen Stollen („Foggara“) in die Berge getrieben, um aufsteigendes Tiefenwasser zu nutzen. Im Küstengebiet der Syrte reden gar Hunderte von verfallenen Bewässerungsanlagen der Römerzeit und zahlreiche Siedlungsreste eine eindrucksvolle Sprache. Das „Oasensterben“ ist ein seit langem beobachtetes Krankheitssymptom in der Sahara. (10, 6)

Die Ursachen hierfür liegen nur zum Teil in der Natur des Raumes; sie liegen zu einem großen Teil in dem Verhalten der Menschen. Wohl trägt schon das bloße Fortbestehen der heutigen klimatischen Verhältnisse nicht dazu bei, den Wasserhaushalt der Sahara zu verbessern. Das Mißverhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung bleibt riesengroß. Es erhöht sich aber noch, wenn den sprengenden, abblasenden und aufhäufenden Kräften von Sonne und Wind auf irgendeine Weise Vorschub geleistet wird. Wie schwierig es ist, ein durch Nachlässigkeit und Böswilligkeit verkommenes Oasengebiet, wie das ehemals ziemlich bedeutende Tafilalet, wieder in Ordnung zu bringen und höher zu entwickeln, das hat *Gaucher* 1948 gezeigt. (Jahrelange Kleinkriege und die dadurch entstandene Lähmung des Arbeitswillens der Oasenbauern waren die Ursachen.) (11)

Wie langwierig und kostspielig die Festlegung von Dünen und die Aufbringung von Baumwuchs ist, haben wir in Libyen beobachten können. Nachdem aber in den Nachfolgewirren des 2. Weltkrieges hier viele Bäume niedergeschlagen worden sind und der komplizierte Bewässerungsapparat tiefgreifend gestört wurde, erreichte die ungezähmte Wüste alsbald wieder die Küste. Ähnliche Vorgänge haben sich im Mittelalter beim Einbruch der Araber längs der ganzen Osthälfte der afrikanischen Nordküste vollzogen. Seit eh

und je wandert die Wüstenfrau zehn Kilometer und weiter in den Umkreis ihres Zeltlagers hinaus, um das notwendige Brennholz zu finden. Millionen von Ziegen und Schafen werden am Südrand der Sahara, in Südtunesien und in den kümmerlichen Waldrestbeständen Südwestmarokkos mit dem saftigen jungen Grün der Bäume und Sträucher gefüttert. Die entstehenden Narben vergrößern sich unter der Einwirkung von Wind und Sonne ungestüm, der Grundwasserspiegel sinkt. Die „man-made-desert“ entsteht und — die Regenzeit nimmt ab (13. 19,30).

In vielen Oasen müssen die Bewohner hart um die Erhaltung ihrer Bewuchsflächen gegen den andringenden Sand kämpfen, indem sie ihn mit Körben über die Kämme der Dünen schaffen und diese selbst mit Palmblatthecken (Djerid) befestigen.

Sind aber irgendwo Erdbewegungen durchzuführen (Besserung oder Neuanlage von Autowegen, Flugplätzen, Herrichten von Bauten), so verläßt ein Teil der Bewohner die Oase und gibt sie damit dem Untergang preis. Liegt sie allein in 10 000 qkm Umkreis, so fehlt, zum mindesten für den Karawanenverkehr der Eingeborenen, die lebensnotwendige Station (Oase, altägypt. = „Raststelle am Wasser“). So ist gerade in der heutigen Zeit, mit ihren neuen Verkehrsmitteln, die Bekämpfung der „Oasenflucht“ eine Hauptsorge der Verwaltung.

Möglichkeiten der Regenerierung und der Neuschaffung von Wasserstellen

Soweit es die Mittel gestatten, sind allenthalben bedeutende Verbesserungen in der Wasserversorgung geschaffen worden. Denn technisch ist es längst keine Frage mehr, für die Bedürfnisse der an Zahl so geringen Bevölkerung aller Oasen die entsprechenden Anlagen zu erstellen. Gewiß haben wir über das Vorhandensein, die Ausdehnung und die Ergiebigkeit der Grundwasserhorizonte bisher noch nur bruchstückhafte Kenntnisse. Aber ebenso gewiß sind solche an vielen Orten vorhanden, oft in mehreren Stockwerken übereinander. Schon die Senussi haben in der Vollwüste östlich von Tibesti planmäßig in Richtung Kufra Tiefbrunnen angelegt. Im Rir-Gebiet wurde die Förderung von artesischem Wasser von 52 000 l/Min. auf 300 000 l (1856—1939) erhöht. (5).

Heute handelt es sich ausschließlich um die Bereitstellung der erforderlichen, recht beträchtlichen Mittel, um Fragen der Rentabilität. Zwar bezeichnet *Bernard* die Oasenzone des Rir als eines der mit den größten Mengen artesischen Wassers versehenen Gebiete der Welt. (5) Die Dattelpalmenbestände, die 1856 nur 339 000 Stämme aufwiesen, erreichten hier schon 1921 1,7 Millionen,

während die Zahl im gesamten südalgerischen Gebiet sich 1943 nach *Eydoux* auf 7 Millionen belief. (10) Aber es ist immer noch sehr die Frage, ob selbst ein so reich mit Grundwasser versehenes Gebiet auch so rel. schnell und so glänzend entwickelt worden wäre, wenn es 1500 km südwestlich oder südöstlich vom Rir, und damit vom europäisierten Norden ab gelegen hätte. Was ist z. B. bis heute aus einem so entwicklungs-trächtigen Gebiet wie das Tschad-Umland geworden? (32) „Der Tschad ist ein toter Punkt, ein negativer Pol! Das Tschadgebiet, im Herzen Afrikas, ist abgeriegelt von der übrigen Welt!“ (*Bernard* 1939, in 5)

Seit der Pazifizierung ist das militante Verhältnis zwischen den umherschweifenden Nomaden und den mehr oder weniger unterdrückten sesshaften Oasenbauern in ein unblutiges, friedliches verwandelt. Die Anstrengungen der Verwaltungen gehen nun nach zwei Seiten: Einmal den im Gefolge der zivilisatorischen Einflüsse dennoch weiterschreitenden Niedergang der Oasen hintanzuhalten, zum andern innerhalb des Riesenraumes nach neuen Möglichkeiten der Aufwärtsentwicklung zu suchen. Im Vordergrund stehen, da die Gewinnung von Bodenschätzen — von Ausnahmen abgesehen — z. Z. noch entfällt⁵⁾, die Ansiedlung einer größeren Anzahl von Menschen, sowohl um ihnen überhaupt Lebensmöglichkeiten zu schaffen, als auch um Exportwaren (bisher nur Datteln) zu erzeugen. Die Voraussetzung dafür ist eine wesentliche Besserung des Wasserhaushaltes.

Damit aber gewinnt die Wasserfrage ein ganz anderes Gesicht als zu der Zeit, da man lediglich den Oasen ihre Brunnen sichern und neue Stützpunkte für den Durchgangsverkehr schaffen mußte.

Könnte man nur schon die Wassermenge auffangen, die während einer Reihe von Jahren im Gesamttraum selbst einer Sahara niedergehen, so gäbe das allein eine nicht unbeträchtliche Reserve. *Chudeau* berichtet, daß am 20. 2. 1909 in Adrar, 500 km südlich des Sahara-Atlas, in einer Stunde 93 mm beobachtet wurden! Und ein so genauer Kenner saharischer Verhältnisse wie *Tilho* ist der Ansicht, daß, trotz der Unregelmäßigkeit, mit der oft dicht beieinanderliegende Enneris (Wasserläufe) im Tibesti-Bergland abkommen, es sich doch lohnen würde, hier eine große Anzahl mit

Auffangananlagen zu versehen. (17) Man braucht nur zu beobachten, wie rasch und gründlich sich das Bild der Wüste verändert, wenn irgendwo Regen niedergeht oder Wasser gestaut bleibt, und wie lange sich eine in ganz kurzer Zeit entstandene „Oase“ hält! (29) Kleine Staumauern haben die Eingeborenen schon in früheren Zeiten gebaut. Sie entstehen heute an den verschiedensten Stellen, z. B. bei Abadla, südwestlich von Colomb Bechar, wo 20 000 ha Getreide bewässert werden.

Die Projekte, entsalztes Meerwasser in die Depressionen zu leiten, sind nirgends verwirklicht worden. (2) Statt dessen tritt die Frage der Gewinnung von Tiefenwasser in den Vordergrund. (5, 12 a, 24, 25)

Das Tiefenwasser

Der Schauplatz ist vornehmlich wiederum das Rir-Land. (5) Aber einbezogen wurden die Gebiete westlich davon bis zum Wadi Saura, die Randniederungen des Tademait-Plateaus im SW und die Tintert-Hochfläche im S. Im O zieht sich die Grenze vom Aurès-Massiv südsüdöstlich nach Gadames. Innerhalb des so umgrenzten Raumes füllen mächtige kontinentale Ablagerungen (seit dem Miozän) eine weite Synklinale, die annähernd nord-südlich gerichtet ist, etwa bei War gla auf 0 m Mh liegt und bis dicht südlich des Aurès in einem rel. eng begrenzten „Graben“ auf — 1500 m absinkt. Die hier angetroffene, in reichlicher Menge artesisches Wasser liefernde Schicht sinkt nach N ab und liegt nördlich von Tuggurt bei — 189 m. Mehr als 300 000 l/Min. scheint sie indessen im gesamten nicht herzugeben.

Schon seit längerer Zeit liefen daher die Versuche, in größerer Tiefe weitere wasserführende Schichten anzuzapfen. *J. Savornins* im Jahre 1947 veröffentlichtes Gutachten brachte Zahlen über beträchtliche vermutete Vorräte. (25) Sie machten anschaulich als „Savornins Meer“ firmiert, den Weg durch die Presse. „Le plus grand appareil hydraulique du Sahara“, lautete der Titel der wissenschaftlichen Untersuchung. *Savornin* arbeitete innerhalb des vorstehend umgrenzten, ca. 600 000 qkm großen Gebietes die unterirdische Topographie der als stark wasserführend bezeichneten Albien-Stufe des Kretazischen Untergrundes heraus. Beim Tintert-Plateau liegt sie in etwa 0 m Mh. Südlich des Aurès, im Bereich des oben erwähnten „Grabens“, ist sie bis auf — 5 000 m abgesunken.

Darüber legt sich in ca. 450 000 qkm Ausdehnung als undurchdringliche Deckschicht Cenoman. Die in der Tiefe das Wasser speichernden Schichten treten am Rande dieser „couverture imperméable“, aufnahmebereit für Nachschub in Form

⁵⁾ In der Gegend von Colomb-Bechar wird *Steinkohle*, in Taudeni *Steinsalz* im Tagebau gefördert. — Erst im letzten Jahrzehnt wurden erfolgreiche Bohrungen auf *Erdöl* durchgeführt, u. a. im Tafilalet, bei Sba u. In Salah, östl. des Nigerkniees, bei Gao und Sokoto. Siehe auch die diesbezügl. Hinweise von *de Burthe d'Annelet* (8, Teil II, 1939, S. 932 u. 951).

von Niederschlägen, zutage. Dieses ist besonders am Südrand des Atlas, zwischen Ain Sefra und Bu Saada, der Fall.

Von den errechneten Werten seien nur die folgenden mitgeteilt: Bei einer nutzbaren Dicke der wasserführenden Schicht von 100 m und einer mittleren Porosität von 20 % ergeben sich als möglicher Gesamthalt ca. 12 Milliarden cbm oder theoretisch 19 000 cbm pro Minute. Durch Sebkas u. a. verdunsten an kapillar aufsteigendem Wasser jährlich ca. 1/2 Milliarde cbm. Den Verlust auf dem Wege über die Foggaras des SW „per ascensum“ nimmt Savornin mit nur ca. 50 cbm/Min. an.

Dieses durch die Besonderheit der Untergrundsverhältnisse gespeicherte sog. strukturelle Wasser weise wohl nur im Westteil des gewaltigen „Reservoirs“ ein irgendwie gerichtetes unterirdisches Fließen auf; für die ganze östliche Hälfte könne man dagegen an „fossile“ Vorräte denken.

Ein zweites, vielleicht ebenso bedeutendes Reservoir darf man im Fessan vermuten, wo zwei ausgedehnte Dünenmeere (die Edeïen im Nord- und Süd-Fessan-Becken) durch die west-östlich gerichtete Hamada (Hochfläche) von Mursuk getrennt sind. Auf Desios Untersuchungen der geologischen und strukturellen Verhältnisse von 1937 sind die von Bellair und Capot-Rey (1944 ff.) gefolgt. (3, 4, 9, 15, 16, 18, 26) Besonders auffällig erscheint der Gegensatz zwischen der nördlichen Edeïen (von Ubari) mit Seen, Brunnen, Wadi-Stücken und der des Südens (von Mursuk), die selbst ohne jegliche Wasservorkommen ist, aber an ihren N- und O-Rand die erwähnten Wasserzonen aufweist. Den Niederschlag im Fessan (ca. 600 000 qkm) schätzte Desio auf ca. 3 1/2 cbkm jährlich. Die beträchtlichen, in fünf Randniederungen sich zeigenden Wasservorräte können daher nur zum geringsten Teil diesen ihren Ursprung verdanken. Auch hier dürfte es sich um strukturelles Wasser handeln. „In großer Tiefe gespeichert, legt es noch einen langen unterirdischen Weg zurück“ (18), ehe es am Rand der beiden Fessanbecken die Seen, Quellen und Brunnen speist.

Ähnliche Verhältnisse sind auch für die „Inseln“ des Oasenarchipels von Kufra anzunehmen, welche z. T. beträchtlich weit voneinander entfernt liegen. Daß irgendwelche nennenswerte Verbindungen zum Mittelmeer bestehen, ist nach Lage der Untergrundsverhältnisse bei allen drei Vorkommen nicht anzunehmen.

Tiefenwasser vermutet man ferner im Tafilalet unterhalb mehrerer Stockwerke des Grundwassers, im Ordovicium. (11) Selbst in der brunnenlosen Felswüste Tanesruft, die lange vor dem Be-

ginn der Auto-Zeit unpassierbar geworden war, wurde es erbohrt, und zwar im Bereich des Bidon V, der wichtigen „künstlichen Oase“ auf der Haupt-Transsahara-Auto- und Luftlinie westlich des Hoggar-Berglandes. (20, 21)

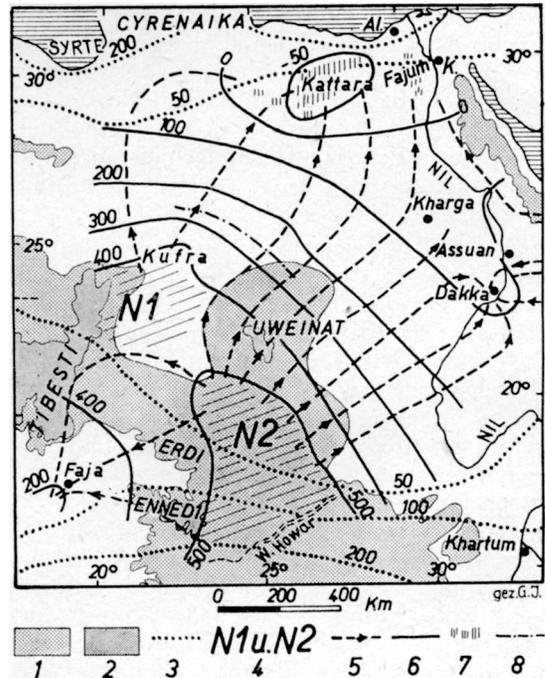


Abb. 2: Vermutete Bewegungsrichtungen des Tiefenwassers in der östlichen Sahara
n. Ball u. Hellström,
vereinf. u. mit Ergänzungen.

Zeichenerklärung:

1. Höhen über 500 m Mh.
2. Höhen über 1000 m Mh. (bis ca. 3000 m)
3. Jahresdurchschnitt d. Niederschläge in mm (annähernd)
4. vermutete „Nährgebiete“
5. vermutete Bewegungsrichtung des Tiefenwassers
6. Linien gleicher „Spiegel-Zonen“ des Tiefenwassers (piezometr. Niveau) Zahlen = m in Mh. (bis — 50)
7. Depressionen (Gebiete unter Mh.)
8. theoret. Meß-Linie für Berechnung der Abflußmenge (s. Text).

In der östlichen Sahara („Lybische Wüste“), die mit ca. 1,3 Mill. qkm mehr wie doppelt so groß ist wie der Bereich von „Savornins Meer“ in der südalgerischen Sahara (ca. 600 000 qkm), bewegt sich, wie in Abb. 2 dargestellt ist, das Grundwasser von den „Nährgebieten“ (N1 u. N2)⁶⁾ aus: 1. nach W und SW, in die Gegend von Faja, wo

⁶⁾ Nach Sandfords Schätzung sollen am Südrand von N 2, im 26 000 qkm gr. Einzugsgebiet des W. Howar, bei 200 mm jährl. Niederschlag, in den meisten Jahren ca. 1,5 Milliarden cbm (= 48 cbm/s) niedergehen! (12 a, S. 235.)

reichliche Wasservorräte vermutet werden⁷⁾, 2. nach N—NNO, zur Depressionszone von Kattara, wo es in den Gesteinsporen emporsteigt und verdunstet (ca. 36 cbm/sec oder 3,1 Mill. cbm tägl.), 3. zum Nil, wo es bei Dakka vermutlich teilweise vom Fluß aufgenommen wird. (Erhöhung des Assuan-Dammes könnte günstige Rückwirkung auf den Nachschub artesischen Wassers in weiten Gebieten der Lybischen Wüste haben.) Der Wasserspiegel in Brunnen und Bohrlöchern sinkt von 500 m Mh im S bis auf ca. —50 m Mh in der Depressionszone. Der gesamte Abfluß (über die strich-punktierte Linie) wird mit 72 l/sec/km geschätzt. Voraussetzung für diese Wanderung des Wassers (über 1200 km nach Kattara!) ist, daß der als gut wasserführend bezeichnete Sandstein (paläoz., „Nubische Serien“ im Sinne *Sandfords*) überall vorhanden ist. Die Dicke schwankt vermutlich zwischen 375 und 3750 m; Porosität ca. 25 %; Geschwindigkeit des Abflusses ca. 15 m/Jahr. Das bedeutet, daß das Wasser aus jetzigen Niederschlägen erst nach 100 000 Jahren das Depressionsgebiet erreicht⁸⁾. (Im Großen Artesischen Becken Australiens bewegt sich das Wasser ca. 1,65 Fuß jährlich.) Änderungen des Niederschlagsvolumens in den Nährgebieten sollen sich jedoch relativ rasch im Schwanken der Brunnen-Spiegel bemerkbar machen und die einheitliche Herkunft beweisen⁹⁾. Eine Weiterbewegung des Grundwassers von Kattara zum Mittelmeer wird nicht angenommen. (12 a)

Zusammenfassung und Folgerung

Möglichkeiten zu einer beträchtlichen Verbesserung der Wasserbilanz im Gesamttraume sind also gegeben. Sie richten sich danach, wie rasch das Studium sowohl der Niederschlags- wie auch der Untergrundverhältnisse vorangetrieben wer-

den kann und wie die gerade für einen solchen Raum so prekäre Frage der Rentabilität gelöst wird — ganz gleich, welches Projekt sie betrifft. Kleinere Staueinrichtungen könnten in großer Zahl und an weit auseinanderliegenden Stellen in den Randzonen der Gebirge errichtet werden, sobald eine irgendwie geartete „Regenkontrolle“ im gesamten Raume möglich ist. An den durch Grund- und Tiefenwasser begünstigten Stellen dürfte der Ausbau der vorhandenen und die Anlage neuer, etwa „genormter“ Oasen relativ leicht möglich sein. Solche sehen ja auch die Mehrjahrespläne der französischen Regierung für Süd-Algerien vor.

Ein derartiges schrittweises Entwickeln an vielen Punkten aus und mit den Kräften des Raumes würde sich den jeweils tatsächlich vorhandenen Mitteln am besten anpassen können. Es dürfte auch bei Rückschlägen irgendwelcher Art, die zwar nicht vorherzusehen sind, aber mit einkalkuliert werden müssen, die beste Gewähr für ein Überstehen wenigstens von Teilen bieten.

Literatur:

1. *Abadie, M.*, La colonie du Niger, Paris, 1927.
2. *Ball, I.*, The Qattara Depression of the Libyan Desert ff., Geogr. Journal 82, 4, 1933, S. 289—314.
- 2a. *Beadnell*, Flowing wells and subsurface water in Kharga oasis, Geogr. Magaz., Febr. 1908.
3. *Bellair, P.*, Les eaux superficielles et les ressources probables en eau profondes du Fezzan (Sahara oriental), C. R. S. Ac. Sc., Bd. 219, S. 557—559, Sitzung vom 27. 11. 1944.
4. *Bellair, P.*, Contributions à l'étude de l'hydrogéologie de la cuvette fezzanaise (Miss. scient. du Fezzan, 1944 bis 1945), Algier, 1946.
5. *Bernard, Aug.*, Sahara, Afrique Occidentale. In: Géographie Universelle, Paris 1939, XI 2.
6. *Capot-Rey, R.*, Problèmes des oasis sahariennes (Public. du Centre Nat. d. l. Recherche Scient.), Algier, 1944.
7. *Chudeau, M. R.*, Rapport géologique et hydrologique. In: Mission du Transafricain, II, Paris, 1925, S. 31—122.
8. *de Burthe d'Annelet a)* Du Cameroun à Alger, I, Paris, 1932; — b) Du Sénégal au Cameroun, I u. II, 1939.
9. *Desio, A.*, Acque superficiali e sotterranee. In: Il Sahara Italiano, I, Rom 1937, S. 121—138.
10. *Eydoux, H.-P.*, L'homme et le Sahara, Paris, 1943.
11. *Gaucher, G.*, Irrigation et mise en valeur du Tafilalet, Travaux de l'Inst. d. Rech. Sah., V, Algier, 1948, S. 95—120.
12. *Gautier, E.-F.*, Le Sahara, Paris, 1928, S. 83—94.
- 12a. *Hellström, Bo*, The subterranean water in the Libyan Desert, Geogr. Analer, XXII, 3/4, Stockholm, 1940, S. 206—239.
13. *Heske, Fr.*, Einsatz zielbewußter Walderhaltung im Kampf gegen die Austrocknung Afrikas, Zschr. f. Weltforstwirtschaft, XI. Hamburg-Reinbeck, 1944, S. 3—20.
14. *Hubert, a)* Etudes comparatives des climats des col. fr., Ann. Phys. du Globe, 2, 3, 1934; — b) Les mouvements généraux de l'air atmosph. usw., ebd., Febr. 1935; — c) Les masses d'air de l'Ouest-Africain, ebd., April 1938.

⁷⁾ Über eine teilw. von starken Quellen genährte Seen-Reihe nordöstl. v. *Faja*, in d. Landschaft Unianga, im Gesamtumfang v. ca. 2400 ha u. in ca. 350 m Mh., siehe 8, Teil II, S. 944—957.

⁸⁾ In einem neuesten Beitrag von *G. Knetsch* zur Wasserfrage in der Libyschen Sahara (Geolog. Rundschau, Bd. 38, H. 1, 1950, S. 53) nimmt der Verfasser eine Wanderungsgeschwindigkeit von 1 m/Tag an und errechnet eine Zeit von 4000 Jahren bis zur Kattarasenke. — Sehr beachtlich, aber bei dem heutigen Stand unserer Kenntnis noch nicht zu überwinden, ist die Diskrepanz, die zwischen den Zeitangaben der drei angeführten Beispiele (*Gautier, Hellström, Knetsch*) besteht. Im ersten Falle wird d. außergewöhnl. Kürze der Zeit verständlich, wenn man der Annahme beipflichtet, daß ein von den Dünen des Erg verdecktes, pluvialzeitl. Talnetz die Wanderung des Wassers erleichtert.

⁹⁾ Der von den Senussi um 1900 in 18monatl. (!) Arbeit geschaffene Brunnen von *Sarra* (östl. v. *Tibesti*) führte damals Wasser bei 71,40 m; nach 10jähr. Niederschlagslosigkeit 1914 bei 72 m; 1926, n. 4jähr. Trockenheit, bei 58,30 m; 1934 wieder bei 64 m (8, II, S. 952; u. 27, S. 122).

15. *Il Fezzan*, Governo della Tripol., Ufficio Studi, Tripolis, 1932.
16. *Kanter, H.*, Der Fessan als Beispiel innersaharischer Becken, Sitz. Ber. Europ. Geogr. Würzburg 1942, 1943, S. 403—462.
17. *L'aménagement du Sahara*, in Ann. Ac. Sc. Col., IV, Paris, 1929, S. 48.
18. *La mission scientifique du Fessan*. In: Trav. d. L'Inst. d. Rech. Sah., III, Algier, 1945, S. 164 (Bellair).
19. *Lavauden, L.*, Les forêts coloniales de la France, Rev. bot. appl., 1941, bes. S. 671—752.
20. *Menchikoff, N.*, Observations géologiques d'André Meyendorff dans le Tanezrouft méridional, Trav. d. Rech. Sah., III, Algier 1945, S. 119—130.
21. *Menchikoff, N.*, Le problème de l'eau dans le Tanezrouft, C. R. Ac. Sc., Bd. 209, 1939.
22. *Perret, R.*, Le climat du Sahara, Ann. d. Géog., 44, 1935, S. 162—186.
23. *Queney, P.*, Classification aérologique des types de temps du Sahara Français, Algier, 1945, Trav. d. Rech. Sah., III, S. 13—26.
24. *Samsøen, M.*, Les eaux souterraines dans les Territoires du Sud, Bull. d. Serv. d. l. Carte géol. de l'Algérie, 3, S., Algier, 1941.
- 24a. *Sandford, K. S.*, Sources of water in the north-western Sudan, Geogr. Journ., IV, 1935.
25. *Savornin, J.*, Le plus grand appareil hydraulique du Sahara, Trav. d. Rech. Sah. IV, Algier, 1947, S. 25—66.
26. *Scarin, E.*, Le oasi del Fezzan, Bologna, 1934.
27. *Schiffers, H.*, Die Sahara und die Syrtenländer, Stuttgart, 1950 (weitere Quellen!).
28. *Schoeller, H.*, La question de l'eau fossile au Sahara, C. R. S. Soc. Géol. de Fr., 10, 1942, S. 81—83.
29. *Schoeller, H.*, Le Quaternaire de la Saoura et du Grand Erg Occidental, Trav. d. Rech. Sah., III, Algier, 1945, S. 57—71.
30. *Stebbing, E. P.*, The Man-Made Desert in Africa, London, 1938.
31. *Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes*, Algier, 1942—1948, 5 Bände.
32. *Vageler, P.*, Die landwirtsch. Vorbedingungen des Tschadbeckens u. d. Möglichkeiten ihrer Nutzung, Berlin, 1940.
33. *Zittel, K. A.*, Die Sahara, Kassel 1883, S. 31—42. (Ältere Quelle zur Diskussion über das „Sahara- Meer“.)

Begleittext zur Karte (Taf. 1)

Lage und Ausdehnung der saharischen Oasen sind ausschl. abhängig vom Wasser. In jedem Fall ist künstliche Bewässerung nötig. Häufig bilden sich mehr oder weniger unterbrochene Reihen oder Gruppen. Typisierungen, wie „Grundwasser-Oasen“ (zutreffend für die Tripolit. Küsten-Oasen), „Brunnen“- oder „Quell-Oasen“, genügen meistens nicht. Sowohl in einer einzelnen Oase wie in der Gruppe gibt es oft verschiedene Arten der Wasserzuführung. Die auf der Karte ausgeschiedenen Oasen-Landschaften enthalten demnach vielerlei Kombinationen. Typisch für alle (mit Ausnahme des Sus) ist die Dattelpalme. — Es wurden nur die Hauptorte und nicht die Ausdehnung der Grünflächen gekennzeichnet.

Nachstehend werden Unterscheidungs- und Gruppierungsmerkmale vorwiegend nach der Art der Nutzung und Herkunft des Wassers gegeben:

1. *Berg-Fuß-Oasen*. Nutzung des unmittelbaren Abflusses im Gebirge, am Oberlauf des Wadis.

2. *Wadi-Tal-Oasen*. Wassergewinnung im Bereich des Wadis, nicht allzuweit vom spendenden Bergland entfernt, aus Vorkommen unmittelbar an der Oberfläche (Seen, Schöpfplätze), aus Quellen, wenig tiefen Brunnen, in lang gestreckten Reihen, manchmal über 100 km.

3. *Hangfluß-Oasen*. Nutzung des Grundwassers am Fuß eines Steilhangs, zumeist genährt aus Durchsickerung von Niederschlägen, in wasserführenden Schichten des zugehörigen Berglandes, zugleich oft Reststücke pluvialzeitlicher Wadis, langgestreckt.

4. *Senken-Oasen*. Nutzung des Grundwassers, teils gegenwärtigen, teils fossilen Ursprungs, an isolierten Stellen, meist in rundlichen Senken, aus wenig tiefen Brunnen oder Quellen.

5. *Foggara-Oasen*. Gewinnung des Wassers aus wasserführenden Schichten durch Tunnels (Foggara).

6. *Tiefbrunnen-Oasen*. Anzapfung von Grundwasser durch Tiefbrunnen, Msab-Typ.

7. *Springwasser-Oasen*. Anzapfung einer unter Druck stehenden, meist tief liegenden Wasserschicht, artesische Brunnen alter und neuer Form.

8. *Sebka-Randoasen*. Anzapfung des Grundwassers (auf verschiedene Weise) im Bereich einer Salztönniederung (Sebka oder Schott genannt; außer der Djerid-Gruppe könnte auch die Nefsaoua-Gruppe hierzu gerechnet werden).

9. *Zeit-Oasen*. Zeitlich und mengenmäßig beschränkte Gewinnung von Vorräten aus gelegentlichen Niederschlägen in Berg-Wadis. Gleiches auch bei zeitlich beschränkten Regenteichen der Ebene. Arrem-Typ des Hoggar.

AKKUMULATION UND EROSION NIEDERSÄCHSISCHER FLÜSSE SEIT DER RISSEISZEIT¹⁾

H. Mensching

Mit 5 Abbildungen.

Flußterrassen sind der morphologische Ausdruck bestimmter Klimaphasen, ausgenommen in solchen Gebieten, in denen die Tätigkeit eines Flusses durch irgendwelche Tektonik gestört und dadurch der Fluß zu einer Akkumulation oder Erosion gezwungen wird, die dann nicht mehr den Klimaablauf einer Zeitspanne widerspiegelt.

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Tagung der Deutschen Quartärvereinigung in München 1950.

Für das niedersächsische Gebiet mit seinen Flußsystemen können wir tektonische Einflüsse auf die Terrassenbildung ausschalten, doch gelten für den Bereich, in dem sich die pleistozänen und postglazialen Meeresspiegelschwankungen auf das Einschneiden und Aufschütten der Flüsse auswirkten, besondere Gesetze. Im allgemeinen stellen die Terrassen der niedersächsischen Flüsse also klimatisch bedingte, fluviatile Vorzeitformen dar.

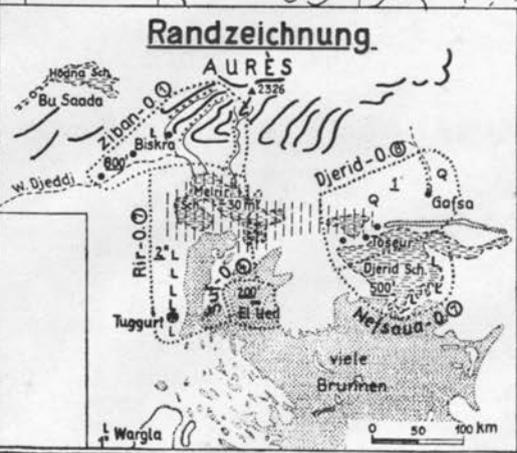
Die Wasserverhältnisse in der Sahara

Bearbeitet von Dr. H. Schiffers



0 500 km

gez. G. J.



Zeichenerklärung:

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Berglandschaften Kulminationspunkte Plateaus (Hamada) Depression (-unter Meeresspiegel) Stadt, Siedlung Dünengebiet (Erg, Edeien) mit Hauptrichtung der Dünenzüge einzelne Dünenzüge "tole", bewachsene Dünen, der südlichen Gebiete Südsaum der Sahara | <ul style="list-style-type: none"> Dauerfluß Trockental (Wadi) Überschwemmungsgebiet Salzpfanne (Sebkha, Sch. = Schott) Wasserstelle, meist Brunnen 0 - 20 m Tiefbrunnen unter 20 m Siedlung mit Tiefbrunnen (ohne Oase) See Staudämme u. Stauwehre an Niger u. Nil Jahresabfluß in cbkm | <ul style="list-style-type: none"> Flußtal-Oasen Oasen-Zone Oase mit Brunnen 0 - 20 m Oase mit Tiefbrunnen Oase mit Wasser an der Oberfläche Oase mit Foggara Oase mit artesischen Wasser = wesentlicher Anteil des Wassers der Oase stammt aus Quellen See in Oase unbewohnte Oase Seen | <ul style="list-style-type: none"> Oasengruppe Oasen-Typ vorherrschend, wie im Begleit-Text näher beschrieben 10' = 10 000 Dattelpalmen des zugehörigen Ortes 1' = 1 Million Dattelpalmen in der zugehörigen Oasengruppe |
|--|--|--|--|

Abkürzungen:

- Br. = Brunnen
- f. = fast
- Gw. = Grundwasser
- Sz. = Salzgewinnungsstätten
- B = Baumwollanbau-Gebiete