

Die Wasserhältnisse Aegyptens verglichen mit denen Anatoliens

Wilhelm Salomon-Calvi

Anatolien habe ich auf ausgedehnten Reisen in den Jahren 1934-38 kennen gelernt und dabei schon aus dienstlichen Gründen die Wasserverhältnisse eingehend studiert. Einige Angaben darüber habe ich in meinen Arbeiten «Die Wasserverhältnisse von Ankara», «Junge Hebungen am Taurusrande bei Mersin» und «die Entstehung der Anatolischen Ova» veröffentlicht. (Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Heft 20, 27 und 30, Ankara 1936). Nün hatte ich in den Monaten Februar bis April 1938 Gelegenheit auch die Wasserhältnisse Egyptens zum Vergleiche zu studieren. Ich habe das Land von Port Said und Alexandria bis Assuan kennen gelernt. Aber natürlich ware es mir selbst bei wesentlich längerem Aufenthalt nicht möglich gewesen ein Bild von den Wasserverhältnissen zu machen, wenn nicht Seine Excellenz, der aegyptische Arbeitsminister, Hüssein Sirry, die Güte gehabt hätte, mich an die zuständigen beamten zu empfehlen. So habe ich eine Menge wichtiger Auskünfte erhalten und bin besonders den folgenden Herren zu besonderem Danke für Rat-schläge, Angaben und Empfehlungen verpflichtet:

Hasan Bey Sadık, Director of the Survey,

İbrahim Riski Bey, Inspector of Basin conversion work,

Dr. Little, Director of the Geological Survey,

Prof. Dr. Hume, Director of the Geological Museum, Cairo,

L. J. Sutton, Director of the meteorological service,

A. Fathy Bey, Director of the Assuan Barrage, İbrahim Raksky Bey, Irrigation Engineer Luxor.

Besonders nützlich waren mir die von Sutton im Auftrage des Physical Department of the Ministry of Public works herausgegebenen «Climatological Normals for Egypt and the Sudan, Cyprus and Palestine», die übersichtliche Darstellung von Blankenhorn «Egypten» im Handbuch der regionalen Geologie, Bd. VII, 9 und die Schilderung der natürlichen Verhältnisse Egyptens durch Henry Lyons in der Einleitung zum Baedeker 1928.

Die folgenden Ausführungen dürften zeigen, wie grundsätzlich verschieden sich die Wasserwirtschaft in Egypten und in der Türkei gestalten muss.

Die Niederschläge Egyptens

Die normalen Niederschläge Egyptens sind sehr gering. Zwar fällt an der Küste des Mitteländischen Meeres bei Alexandrien eine nicht ganz unerhebliche Menge, im Mittel jährlich etwas mehr als 200 mm. Aber schon in den meisten anderen Orten des Deltas sinkt diese Zahl stark herab, und in Cairo fallen nur etwa 30 mm. im Jahre. Geht man noch weiter nach Süden, so haben viele Orte des Niltales oft viele Jahre lang überhaupt keinen Regen. Die östlich gelegene Wüste hat sehr wenig und unregelmässig Regen. Die westliche libysche Wüste hat sehr viele Jahre lang überhaupt keinen Regen, wohl aber dann ganz ausnahmsweise einmal

einen gewaltigen Gewitterregen, der auf engem Raum grosse Wassermengen ausschüttet. — Mehr Regen hat der über 2000 m. aufragende Sinai. Dort gibt es denn auch einige Quellen.

Besser als alle Beschreibungen veranschaulicht das die folgende Tabelle, deren Zahlen dem Suttonschen Werke entnommen sind.

Hier ist auch die Verdunstung abnorm wie die letzte Spalte der Tabelle zeigt. Soweit also die Niederschläge nicht sofort in den Boden einsickern, verdunsten sie rasch. Immerhin sah ich in der arabischen Wüste 50 km östlich von Meadi und ebenso in der libyschen Wüste hinter den Pyramiden von Giza im Frühjahr 1938 einer lockeren Pflanzen-

Ort	Lage	Jahresmittel	Maxim.	Minim.	Tägl. verdunstet Korr.
Rosetta 31°24'	Mittelmeer	185mm	319mm	75mm	2,14mm
Port Said	»	83	165	44	2,15
Alexandrien	»	188(1)	551	23	2,02
Sakha 31°7'	Delta	92	178	36	1,9
Mansura 31°3'	»	54	131	24	2,47
Damanhur 31°2'	»	108	180	45	1,92
Qurashiya 30°51'	»	61	119	25	2,21
Tanta 30°47'	»	42	86	10	2,55
Zagazig 30°35'	»	30	71	9	1,72
Benha 30°28'	»	25	69	4	2,67
Heliopolis 30°6'	bei Gairo	16	31	4	3,51
Abbasiya 30°5'	in Gairo	34	72	9	?
Ezbekiya 30°3'	in Gairo	29	61	5	2,26
Giza 30°2'	bei Gairo	28	81	7	3,37
Helvan 29°52'	südl. Gairo (nicht mehr Delta)	31	94	3	5,46
Faiyum 29°18'	westl. in Wüste, wird durch Nilkanal bewässert	12	37	2	3,80
Siwa. Oase in lib. Wüste 29°12'		8	38	0	4,63
Asyut 27°11'	Oberaegypten	5	14	0	4,42
Qara. Oberaegypten 26°10'	Von 1913-1934 keine Niederschläge				3,57
Oase Dakhla. Lib. Wüste 25°29'	In 15 Jahren keine Niederschläge				5,29
Oase Kharga. Lib. Wüste 25°26'	Von 1926-34 prakt. Null 1 mm				6,03
Esna. Oberaegypten. 25°18'	Von 1907-16 keine Niederschlg.				3,37
Aswan 21°2' An der Südgrenze	Von 1901-34 keine Niederschläge				7,37

{ } im Durchschnitt über 200 mm.

wuchs, der sein Gedeihen den in dem vorhergehenden Winter ungewöhnlich reichlichen Niederschlägen verdankte. Dagegen sah ich bei der Fahrt von Ei Kara nach Maharik (vor der Oase Ei Kharga) 24 km. hinter El Kara nur einmal an einer besonders tiefen Stelle des Uadi einige grüne Pflanzenbüschel, sonst auf etwa 170 km. nichts als Sand, Steine und Felsen [1]. Daher fehlt es in Egypten fast ganz an Quellen. Doch hat man in Haluan warme Schwefel- und Kochsalzquellen. Ich selbst erfuhr in Assuan von Fathy Bey, dem Direktör der Barrage, dass kleine Wassermengen des Stausees sich stellenweise auf Gesteinsspältchen des Granits durchdrücken und als scheinbare Quellen manchmal in ziemlich grosser Entfernung austreten. Das sind also keine wirklichen Quellen. Aber im Garten des Hotels Assuan Camp in Assuan steigt eine Quelle bis in die Nahe der Erdoberfläche empor und wird dann gepumpt. Der Besitzer behauptet, dass die Quelle schon vor der Erbauung der Barrage vorhanden gewesen, also eine echte Quelle sei. Ich selbst wanderte östlich von Assuan am Fusse des Gebirges entlang und fand dort 2 kleine Quelltrichter, deren Wasser dauernd abfloss und zur Felderbewässerung benützt wurde. In dem einen waren grössere Fische enthalten. Er kann also nicht ganz ausstroknien. Das war im März, und die Mengen waren geringfügig. Berücksichtigt man aber, dass es in Assuan oft viele Jahre lang nicht regnet, so ist das doch sehr interessant, umso mehr als die Entfernung von dem Stausee etwa 7 km. beträgt, so dass man nicht annehmen kann, dass es sich um scheinbare Quellen von Stauseewasser handelt. Nun gibt es einige Nachrichten aus der alten ägyptischen Geschichte, die ebenfalls zeigen, dass es Quellen gab, dass also die östliche Wüste doch mehr Niederschläge haben muss, als man gewöhnlich annimmt. Ich führe die betreffenden Nachrichten nach Erman-Ranke «Egypten» (Verlag Mohr, Tübingen 1923) an. Von Koptos im Niltal führt eine uralte Karawanenstrasse zum Roten Meer. Drei Tagereisen vom Niltal,

C¹) Die Fahrt reicht aus um zu verstehen, dass die Uadis-Täler eines alten 'hydragraphischen Systems und durch den Wind nur verändert sind. Bei km. 40 und 151 liegen grobe Flusskiese auf der Höhe, die nur durch fließendes Wasser transportiert sein können.

also schon mitten in der arabischen Wüste, im heutigen Uadi Hammamât, dem alten Tal Rehenu, entdeckten die Leute des Königs Mentuhotpe (11 Dynastie) also etwa 2000 Jahre v. Chr. eine Quelle. Es heisst bei Erman-Ranke S. 554 wörtlich: «Es ward ein Brunnen mitten im Gebirgstal entdeckt, je 10 Ellen breit an jeder seiner Seiten und bis zum Rande voll von Wasser. Er war rein und klar erhalten vor den Gazellen, und den Bewohnern der Wüste verborgen. Neben ihm waren die Soldaten der Vorzeit und die früheren Könige hinauf- und herabgezogen; kein Auge hatte ihn gesehen und keines Menschen Blick war auf ihn gefallen. . . Es gelang so dieses Gebirge zu einer Flut zu machen».

Auf der Westseite der Sinaihalbinsel lagen Kupfergruben im Uadi Mağara. «Eine Quelle befand sich unweit der Gruben, und die Zisternen auf dem Festungsberge erhielten aus den alljährlich hier niedergehenden Regen genügende Speisung.»

Bei den von Sethos, dem ersten, ausgebeuteten Goldbergwerken östlich von Hammamât war ein Brunnen mit einem Wasserteich. (S. 557). Über seine Herstellung berichtet Erman-Ranke auf S. 555: «Als Seine Majestät diese Worte gesprochen hatte, durchwanderte er das Gebirge und suchte eine Stelle, um einen Brunnen zu machen. . . Da ward dieser Ort erbaut auf den grossen Namen des Königs Sethos, und das Wasser überflutete ihn so sehr, als kame er aus der Höhle der bei den Quellächer von Elephantine.» Angeblich wurde dort sogar eine Stadt und ein Tempel erbaut.

Dagegen hat man an anderen Stellen Zisternen erbaut, um die Winterregen zu sammeln. Denn Wasser brauchte man ja nicht nur zum Trinken, sondern auch zum Waschen des Goldes. So heisst es bei Erman Ranke auf S. 552. «Wer von der Südgrenze Egyptens nach Osten zu volle 17 Tagereisen in die wasserlose, glühende Bergwüste hineinreitet, der trifft an einer Stelle, die heute Eschuramib heisst, auf diese noch völlig erhaltene Anlage... Zwei Zisternen sammeln das Wasser der Winterregen, und schräge Steintische stehen an ihnen, wie sie zum Waschen des Goldstaubes dienen».

In dem Uadi Gerrani südlich von Tura, also südlich von Cairo, wurde in der arabischen Wüste

der «Alabaster» der alten *Egypter* gebrochen. «Ein gewaltiger aus Steinblöcken aufgetürmter und aussen mit Quadern bedeckter Wall sperrt an dieser Stelle das Tal und sollte offenbar dazu dienen, das Wasser der Winterregen aufzufangen. «Der Sperrdamm ist 10 m. hoch, etwa 70 m. lang und 45 m. stark».

Aile diese Angaben, die sich sicher noch vermehren liessen, zeigen, dass in der arabischen Wüste vom Sinai im Norden bis nach Nubien hinein die Winterniederschläge, mindestens im Altertum, nicht so gering waren. Sonst hätten sich keine Quellen bilden können und sonst würde man nicht die Winterregen systematisch aufgefangen haben. Selbst wenn man die höfische Übertreibung bei der Schilderung der Quellen oder Brunnen des Mentuhotpe und des Sethos abzieht, müssen doch tatsächlich grössere Wassermengen gefunden worden sein.

Zu der Tabelle auf Seite 38 habe ich noch folgendes zu bemerken. Die Unterschiede zwischen den Maxima und den Minima sind oft ganz abnorm gross. Das erklärt sich daraus, dass hier ebenso wie in der etesischen Zone nördlich des Mittelmeeres im Winter wie in den normal regenfreien Sommermonaten gelegentlich kolossale Gewitterregen auftreten und in wenigen Stunden riesige Wassermengen liefern. Ich erlebte einen solchen Regen in Heluan am 6/III/38, einen andern in Cordoba in Spanien im Sommer 1926, wiederholt in Ankara. Hier fielen

am 12.V.29	36,1 mm
» 5.VIII.30	47,3 »
» 11.IV.33	26,5 »
» 31.V.34	35,2 »
» 16.VII.38	27 »

Wir sehen also, dass in Ankara besonders im Frühjahr und Sommer nicht selten einmal mehr als ein Zehntel der Jahresmenge in wenigen Stunden fällt.

Aber auch im Winter kommt es, wenn auch seltener, zu solchen katastrophalen Niederschlägen. Berühmt ist der Weihnachtsregen von 1911 bei Kuşçular, südlich der grossen Çakıtschlucht in der Gegend von Adana, Dort fielen nach Frech (Geo-

logie Kleinasiens S. 100) in drei Tagen 870 mm., also fast das Dreifache der Jahresmenge von Ankara, mehr als das Dreifache der normalen Jahresmenge von Konya. Derartige Gewitterregen erzeugen in wenigen Stunden öder Tagen Erosions- und Akkumulationswirkungen von erschreckender Grösse, während die normalen Winterregen kaum merkbare Wirkungen haben. Dass auch im feuchten Klima sehr grosse Unterschiede zwischen Paroxysmen der Naturvorgänge und ruhigen Zeiten vorhanden sind, habe ich 1918 in einer Arbeit: «Tote Landschaften und der Gang der Erdgeschichte» betont (Sitz. Ber. Heidelberger Akademie. 1. Abhandlung). Ich schrieb damals (S. 9) : «Die Natur arbeitet beim Aufbau und bei der Zerstörung geologischer Gebilde meist nicht wie beim Wachstum eines Baumes, indem sie jahraus, jährein so ziemlich die gleiche Leistung vollbringt, sondern sie ruht lange aus und konzentriert dann ihre Anstrengungen auf relativ kurze Zeiträume». Aber so gewaltig wie diese Paroxysmen im ariden und semiariden Klima sind, werden sie im feuchten Klima nur sehr selten. Die Gewitterregen der ägyptischen Wüste transportieren in einem Tage mehr Material als in Jahren vorher und nachher bewegt wird. Bei der Beschaffenheit des Bodens dringen auch hier grosse Wassermengen in den Boden ein und ermöglichen es den an dies Klima angepassten Pflanzen zu blühen und sich auszusäen.

Sutton hebt hervor, dass die schon seit 1869 fortgesetzten Messungen in Alexandrien geringe, aber doch deutliche periodische Schwankungen der Jahresregensmengen erkennen lassen. Von 1869-77 war sie im Durchschnitt 222 m., von 1895-1903 258 mm. und von 1926-34 nur 178 mm.

Von höchster Bedeutung für Egypten ist es, dass im Sudan und Abessinien im Gegensatz zu Egypten die Regenperiode im Sommer ist. Auch da treten periodische Schwankungen der Jahresmengen auf, die natürlich für die Nilhöhen und damit für die ägyptische Landwirtschaft von hoher praktischer Bedeutung sind. Wir kommen darauf zurück. Zu meiner Tabelle Bemerke ich noch, dass ich entsprechend den Angaben von Sutton, die in seinen aufgeführten Verdunstungsdaten, soweit sie

mit Piche-Röhren bestimmt sind, mit 0,5 multipliziert habe, um die Verdunstungsgrösse freier Wasseroberflächen zu erhalten. (Siehe S. XI bei Sutton.)

Die Tabelle reicht nach Süden nur bis Assuan (Assuan). In Sutton's Werk «Climatological Normals» sind aber auch viel weiter südliche Stationen des Sudans und Abessiniens aufgeführt. Aus ihnen geht hervor, dass im Sudan die Regenmengen langsam wieder einsetzen, grösser werden und schliesslich Werte von weit über einen Meter erreichen.

Schlussfolgerungen

Aus den vorstehenden Angaben geht die längst bekannte Tatsache hervor, dass mit verschwindenden Ausnahmen alles Nutz- und Trinkwasser des Niltales aus dem Süden stammt und durch den Nil allein in das Land kommt.

Grundwasser des Niltales

Unterhalb des ersten Kataraktes bei Assuan zieht sich eine 8-25 km. breite Nilaue zwischen den Steilabfällen der beiden Wüstenplateaus nach Cairo. In ihr liegen die Alluvionen des Nils, die meist nur geringe Mächtigkeit erreichen, nur selten wohl mehr als 50, meist viel weniger Meter. Zu oberst liegen Tone; offenbar die alten Nilschlamm. Tief er folgen Sande und Kiese in Wechsellagerung mit Tonen. Die Sande und Kiese stammen aus Perioden mit reicheren Niederschlägen ^{1}.

In diesen Alluvionen sind mehrere Grundwasserstockwerke enthalten, die nur von Nil ernährt werden können. Es ist das der berühmte «unterirdische Nil», von dem man in Egypten so viel spricht. Da sein Wasser nicht oberhalb der Granit-schwelle in die Alluvionen eintreten kann, muss es unterhalb irgendwie, vielleicht bei den Überschwemmungen einsickern, obwohl sicher der Nilschlamm oben abdichtet. In diesem Grundwasser der Nilaue kann man Brunnen bauen. Vielfach wurde mir das Wasser dieser Brunnen als artesisch bezeichnet. Es steht aber wohl nie unter einem nennenswerten Druck.

^{1} Man vergleiche Blankenhorn, Egypten, S. 151 u. f. Dort auch Angaben über alte Pluvialperioden.

Im Delta nimmt die Mächtigkeit der Alluvionen stark zu. Herr Prof. Hume zeigte mir im geologischen Museum von Cairo das Profil einer Bohrung im Delta, die in 400 m. Tiefe den felsigen Untergrund noch nicht erreicht hatte. In der Nahe von Alexandrien hat man zwei Bohrungen niedergebracht, die eine über 100 m. tief, die aber beide nur Salzwasser erbohrten.

Für die Trinkwasserversorgung /Egyptens haben die Grundwasserstockwerke dieser Alluvionen natürlich eine sehr grosse Bedeutung. Heliopolis, die nördliche Vorstadt von Cairo bezieht ein einwandfreies Trinkwasser daraus. Cairo selbst hat zwar auch den Versuch gemacht, dasselbe zu tun, soil aber nur schlechtes Wasser gefunden und daher den Versuch, wohl zu früh, aufgegeben haben. Die Bauern trinken im grössten Teil des Niltales noch immer unfiltriertes Nilwasser. Aber die Regierung plant gerade jetzt der Reihe nach die Ortschaften des Niltales durch Brunnen in den Grundwasserstockwerken mit einwandfreiem Trinkwasser zu versorgen, was sicher hygienisch ein sehr grösser Fortschritt sein wird. Die Tiefen, bis zu denen man gehen muss, sollen unerheblich sein. Man nannte mir als normale Zahlen weniger als 20 m., manchmal 50 m.

Das eigentliche Delta ist ein dreieckiger Grabenähnlicher Einbruch. Hier besteht die Möglichkeit auch in sehr viel grösseren Tiefen Wasser zu erbohren, das unter Druck stehen wird, wenn auch piezometrische Niveau wohl immer unter der Erdoberfläche liegen dürfte.

Die landwirtschaftliche Bewässerung

Es wäre natürlich zwecklos die oft ausführlich geschilderte landwirtschaftliche Bewässerung hier noch einmal zu beschreiben. Die Hauptsache kann ohnedies als bekannt vorausgesetzt werden. Ich will daher nur auf einige Punkte eingehen, die mir zum Vergleich mit Anatolien von Bedeutung zu sein scheinen.

Seit den Zeiten der ersten Dynastie und wohl schon sehr lange vorher, also seit mindestens 5000 Jahren benützt die ägyptische Landwirtschaft das Anschwellen des Niles zur Bewässerung der nicht

zu hoch liegenden Felder. Stieg der Nil nicht hoch genug, so trat Hungersnot ein. Sogar die Höhe der Steuern hing von der Steighöhe des Flusses ab. Sie wurde an den sogenannten «Nilometern» regelmässig aufgezeichnet.

Die Felder lagen also doch in einem grossen Teile des Jahres trocken.

Um die Verhältnisse günstiger zu gestalten, teilte man schon früh das ganze zu bewässernde Land in Becken, die durch kleine Dämme getrennt waren und geschlossen werden konnten. Die Becken öffnete man beim Steigen des Nils, so dass sie sich mit Wasser füllten. Hatte dies den Boden gründlich durchtränkt, und den mitgebrachten fruchtbaren Schlamm abgesetzt, so wurde es wieder in den Fluss zurückgeleitet und man konnte nun unmittelbar in den Nilschlamm sahen. Dies Beckensystem ist aber heute im grössten Teil des Landes in Dauerbewässerung verwandelt, weil diese für den Anbau von Zuckerrohr, Baumwolle und anderen Gewächsen günstiger ist. Denn bei dem alten System fehlt es vom Februar bis zum Juli an Wasser. Voraussetzung für die Dauerbewässerung war natürlich die Erbauung hoher Staudämme, teils um Flutwasser zu speichern; teils um das gespeicherte Wasser in genügender Höhe für die Verteilung zu erhalten. So erbaute man den Staudamm von Assuan und erhöhte ihn mehrmals, bis er heute 5 Milliarden Kubikmeter Wasser speichert. Bei einer Gesamtwassermenge von etwa 14 Milliarden Kubikmetern des Niles wird also schon jetzt ein sehr erheblicher Teil festgelegt. Die Flut des Nils beginnt in Assuan etwa Anfang Juni und reicht bis zum November. Bei Beginn der Flut sind die Tore des Staudammes offen. Man schliesst sie erst im Oktober und füllt das Becken bis Ende Januar. Vom Februar an bis Mitte Juli gibt man langsam das gespeicherte Wasser ab. Dabei regeln die tiefer gelegenen Staudämme von Esna, Naga Hammadi, Asyut und Cairo die Wasserhöhen.

Es ist klar, dass bei der Dauerbewässerung nur noch wenig Nilschlamm auf die Felder kommt. Man muss daher düngen und benützt dazu vorläufig noch vielfach die von Fäkalien und anderen Kulturauffällen durchtränkten Lehmassen der antiken

Städte, die nach ihrem Verfall aus den alten luftgetrockneten Ziegeln entstanden sind. Sie sind sehr reich an Stickstoff und heissen «Sabach». Bei der abnorm grossen Dichte der Bevölkerung im Niltal plant die Regierung die Erbauung von weiteren Staudämmen im Sudan und Zentralafrika, nämlich am Gebel Aulia und am Ende des Albertsees. Man wird dadurch die zur Verfügung stehenden Wassermengen um $2\frac{1}{2}$ Milliarden cbm. erhöhen und gleichmässiger über das Jahr verteilen. Dadurch wird man die anbaufähige landwirtschaftliche Fläche noch wesentlich vergrössern können.

Auf die sehr interessante Gesetzgebung, die hier ähnlich wie in der Poebene die Wasserverteilung bis ins Kleinste regelt, kann ich hier nicht eingehen. Aber es ist sicher, dass eine solche Gesetzgebung schon in den ältesten Zeiten geschaffen werden musste und so vielleicht ein Hauptsporn zur Bildung eines grossen geordneten Staatswesens geworden ist.

Dank diesen Bewässerungsanlagen und dem Fleisse der Fellachen gleicht das Fruchthland des Niles, soweit es kleinen Besitzern gehört oder an Kleinpächter vergeben ist, einem System von Kleingärten (in Deutschland Schrebergärten genannt). Auch das kleinste Stückchen Land ist von winzigen Dämmen und Rinnen durchzogen, die eine regelmässige Bewässerung der ganzen Fläche gestatten. Da aber trotz der Staudämme ein Teil der Felder zu hoch liegt, andererseits aber die Bevölkerungsdichte so gross ist, dass man auch nicht auf das kleinste Fleckchen anbaufähiger Erde verzichten kann, so sind Hebevorrichtungen nötig. Der Grossgrundbesitz benützt besonders zwischen Assuan und Esna maschinelle Pumpen. Die kleinen Bauern und Pächter aber helfen sich mit einer Anzahl einfacher Geräte, die im Folgenden beschrieben und z. T. abgebildet werden sollen.

Wasserhebevorrichtungen der Bauern

1) Der Tambur

Bei geringen Höhenunterschieden wird die sog. Wasserschnecke, in Egypten «Tambur» genannt, sehr viel verwendet. Es ist das dasselbe Gerät, das

weiteren Kreisen unter dem Namen der «archimedischen Spirale» bekannt ist. Es besteht aus einem Blechzylinder, in dem eine spiralförmige Treppe aus Holzplatten angebracht ist. Der Zylinder wirt mit seinem unteren Ende schräg in das Wasser gesteckt; und durch Drehung einer Kurbel steigt das Wasser in die Höhe und ergießt sich in die Bewässerungsrinne. Die Arbeit ist anstrengend und wird oft von 2 Mann gleichzeitig ausgeführt. Dieser Tambur soll am häufigsten im Delta in Gebrauch sein, wo die Höhenunterschiede zwischen der Landoberfläche und den Kanälen gering ist.

2) *Der Shaduf.*

(Siehe Bild 1 und 2)

In ungeheurer Zahl findet man im ganzen Lande ein Gerät, das schon aus uralten Darstellungen an den Wänden von Gräbern bekannt ist, der Shaduf. Es ist im Grunde genommen ein einfacher Ziehbrunnen, an dem auf der einen Seite des Balkens das Schöpfgefäß, auf der anderen ein beweglicher Stiel mit einem grossen kugelförmigen Lehmkloss angebracht ist. Ist das Schöpfgefäß mit Wasser gefüllt, so erleichtert das Gegengewicht des Lehms das Emporheben. Das Schöpfgefäß wird dann einfach in die Bewässerungsrinne ausgeleert. Natürlich muss nun beim Herunterdrücken des leeren Gefäßes das Gewicht des Lehmklosses überwunden werden. Die Arbeit an dem Shaduf ist schwer und in der glühenden Sonne Egyptens sehr anstrengend. Die Fellachen tragen denn auch dabei meist nur einen Lendenschurz.

Wird viel Wasser gebraucht, so stellt man 2 Shaduf s neben einander (Bild 1). Ist die Höhendifferenz gross, so stellt man 2 Shadufs übereinander (Bild 2). Wie mir Seine Excellenz, der Herr Minister Şakir Kesebir in Ankara mitteilte, gibt es auch in der Türkei Gegenden, wo der Shaduf gebraucht wird.

Er soll besonders in der Gegend von Bursa und Balıkesir vorkommen. Ich selbst habe ihn auf meinen ausgedehnten Reisen nie gesehen. Er dürfte also hier nur ganz lokal in Gebrauch sein. Und das ist zu bedauern, da er sehr einfach und billig her-

zustellen und zu bedienen ist, sich also gerade für ganz arme Bauern gut eignet.

3) *Die Sakiya.*

(Bild 3)

Sehr häufig ist in Egypten, aber auch in den anderen Mittelmeerländern (Turkei, Spanien, Süditalien usw.) ein drittes Gerät, die Sakiya oder der Göpel. In ihr wird ein horizontales Holzrad von Tieren bewegt, die dauernd im Kreis gehen und deshalb in vielen Ländern die Augen verbunden bekommen. Man nimmt in Egypten dazu gewöhnlich Rinder, aber auch Büffel, Esel, Pferde, Kamele. Das Horizontalrad greift in ein Vertikalrad ein, das durch eine feste Achse mit einem zweiten Vertikalrad verbunden ist; und dies trägt Eimer oder andere Schöpfgefässe, in Egypten oft Tonkrüge. Der Durchmesser des zweiten Vertikalrades ist so gewählt, dass die Schöpfgefässe in einen Kanal oder eine Brunnengrube eintauchen. Sie entleeren dann automatisch ihr Wasser in die Bewässerungsrinne. Hier reicht schon ein Kind aus, um die Tiere in Bewegung zu halten. Unmittelbar neben den Memnonsäulen steht eine von den Fremden viel photographierte Sakiya. Auch diese Art der Wassergewinnung war schon in uralter Zeit in Gebrauch, Sie wälzt die mühselige schwere Arbeit vom Menschen auf die Tiere ab.

4) *Die Tâbut.*

(Wasserräder)

In Egypten, aber auch in Kleinasien (z. B. Amasya) und anderen Mittelmeerländern findet man nicht selten Wasserräder von grossem Durchmesser. Sie werden vom Flusse gedreht und füllen so passend angebrachte Fächer mit Wasser, das sich nach einer halben Umdrehung in die Bewässerungsrinne entleert. Voraussetzung für diese Bewässerungsform ist natürlich, dass der Fluss auch in der trockenen Jahreszeit noch genügend Wasser führt.

Die Chinesen verwenden riesige Wasserräder oft an ihren grossen Strömen.

Durch die geschilderten Hebevorrichtungen gelingt es in einem grossen Teile des Niltales drei Ernten zu erzielen und so auf einen qkm. der Nilau 410 Menschen zu ernähren. Egypten hatte 1927 etwa 14 Millionen Menschen, von denen 99 vom Hundert auf dem anbaufähigen Lande der Nilau und des Deltas lehten. Von den rund 1 Million qkm. des Landes sind aber nur 32.000 qkm. anbaufähig. Diese sind dichter bevölkert als aile europäischen Länder. Dagegen leben in den Wüsten und Steppen nur nomadisierende Beduinen in kleiner Zahl, so dass die Bevölkerungsdichte im Gesamtlande nur etwa 14 auf den qkm. beträgt.

Vergleichen wir diese Zahlen mit Belgien, wohl dem dichtest-bevölkerten Land von Europa. Belgien hat im Ganzen nur 30.500 qkm. bei einer Bevölkerungszahl von 8,1 Millionen. Es hat also rund 266 Menschen auf den qkm. Aber auch hier sind die Ardennen sehr dünn bevölkert (weniger als 25 Menschen auf den qkm), während in Flandern 300-500 auf derselben Fläche leben.

Man versteht, welche ungeheure Bedeutung es für Egypten hat, das anbaufähige Land durch Bewässerung zu vergrössern.

Die Oasen der libyschen Wüste

Ich selbst habe aus eigener Anschauung nur die Oase Ei Kharga kennen gelernt, verdanke aber den ägyptischen Kollegen die Kenntnis einer sehr wichtigen Arbeit von Bau: Problems of the libyan Desert. (Geograph. Journal Bd. 70, 1927). Darin wird gezeigt, dass aus dem wassereichen Sudan em unterirdischer Strom von Grundwasser westlich des Niltales und unabhängig von diesem den Untergrund des libyschen Wüstenplateaus durchzieht und in den tiefen Einschnitten der Oasen als artesischen Quellen zum Vorschein kommt. Man hat die Zahl dieser natürlichen Quellen noch durch Bohrungen vermehrt, aber allerdings in Ei Kharga die Erfahrung gemacht, dass manche neue Bohrungen alten Bohrungen öder Quellen das Wasser entziehen.

Nicht weit von dem Rest House von Ei Kaharga sah ich eine in Gang begriffene Handbohrung, die damals 650 Fuss tief war. Sie war nur bis 140 Fuss

mit Holzrohren verrohrt und holte von unten einen nassen grauen Sand heraus.

Vermutlich wird sie in wenig grösserer Tiefe den Wasserhorizont erreicht haben.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass man auch ausserhalb der Oasen durch genügend tiefe Bohrungen artesischen Wasser unter dem Plateau erschliessen kann. Das hat auch militärisch für das Land die grösste Bedeutung, da man auf diese Weise Garnisonen in die Wüste verlegen kann. Der Ort El Kharga hat 6000 Einwohner, der ganze Distrikt 10.000. Es ist sogar durchaus möglich durch genügend tiefe Bohrungen in der jetzt menschenleeren libyschen Wüste künstliche Oasen zu bilden, die in dem überbevölkerten Niltal nur schwer noch ihr Brot finden könnten.

Ein kluger Forscher hat einmal gesagt, dass das Niltal im Grunde genommen eine einzige schmale, 1000 km. lange Oase in der Sahara sei. Er hat Recht. Würde man den Nil nach Osten zum Roten Meer oder nach Westen zum Kongo ableiten, so würde die Oase in wenigen Jahren ganz verschwinden und die libysche Wüste würde mit der arabischen verschmelzen.

Aber wie kommt es, dass sich ein so gewaltiger Strom seinen Weg mitten durch die Wüste bahnte so /Egypten schuf?

Ich kenne ausser Blankenhorns Egypten die ägyptische Literatur nur sehr unvollständig und kann natürlich meine wenigen eigenen Beobachtungen nicht den langjährigen ausgezeichneten Beobachtungen der ägyptischen Kollegen gegenüberstellen. Aber ich sehe, dass einige Forscher dem Niltal einen tektonischen Ursprung zuschreiben [1]. Das Delta selbst ist zweifellos ein dreieckig nach Norden verbreiteter Graben-ähnlicher Einbruch. Fährt man die in der Luftlinie 700 km. lange Strecke von Cairo bis Assuan am Tage, so sieht man stets an beiden Seken der Nilau das libysche und das arabische Tafelgebirge steil abbrechen. Ich konnte mich da nicht des Eindruckes erwehren, dass dies Tal nicht durch Erosion geschaffen, sondern tektonisch angelegt und durch die Erosion nur verbreitert ist.

{ } Blankenhorn A. a. O. S. 189-190.

rert und etwas verändert sei. Einige Strecken dürften wohl wirklich den Charakter echter Graben tragen.

Es ist sicher kein Zufall, dass es mit seiner im Grossen ungefähr S-N verlaufenden Richtung den grossen Graben Zentralafrikas und des Roten Meeres ähnl'ch verläuft. Die Zerspaltung des östlichen Afrika hat hier in kleinerem Masse gewirkt und so das Niltal geschaffen.

Vergleich mit Anatolien

In Egypten haben nur wenige Orte des Delta-gebietes, vor ailen Dingen Alexandrien selbst nennenswerte Niederschläge, Alexandrien, wie wir sahen, im Mittel wenig über 200 mm. Oberaegypten, oberhalb Cairo hat überhaupt keine merkbaren Niederschläge.

Dem steht Kleinasien gegenüber, das nicht *em* Klima, sondern mehrere ganz verschiedene Klimazonen aufweist. Zentralanatolien hat so gut wie ausschliesslich Winterniederschläge. Aber selbst diese sind unbedeutend, Ankara rund 300 mm., Konya gewöhnlich 200-250. Freilich übertreffen sie selbst den regenreichsten Ort Egyptens, nämlich Alexandrien, schon erheblich. Daher spielt hier trotz der grossen und raschen Verdunstung das Einsickern der Niederschläge in den Boden eine so grosse Rolle, dass starke Grundwasserbildung vorhanden ist. Allerdings liefern auch hier, wie schon auf S. 40 erwähnt, Gewitterregen auch im Sommer manchmal erhebliche Regenmengen. So das Gewitter vom 16. Juli 1938 fast den zehnten Teil der Jahresmengen in Ankara.

Ein Gebiet mit sehr abweichendem Klima stellen die ägäische und die südliche Küstenregion dar. Zwar ist auch hier der Sommer trocken. Aber die Winterniederschläge erreichen recht erhebliche Grossen und dementsprechend finden wir im Gegensatz zu Zentralanatolien eine grössere Anzahl von ausdauernden Flüssen mit oft recht beachtenswerten Sommenvassermengen. Hier finden wir auch Wasserfälle. Am berühmtesten sind die 30 m. niederstürzenden Wasserfälle des Düdenflusses bei Antalya, die dem Flusse bei den alten Griechen zu dem Namen «Kataraktes» verholfen hatten.

Selbst Ende September 1937 sah ich dort nach vielen regenfreien Monaten noch 7 solcher Faile, im Winter soil die Zahl auf über ein Dutzend steigen. Auch Tarsus hat einen kleinen Wasserfall. Der Tarsus mit seinen bis zu 3734 m. aufsteigenden Ketten ist natürlich ein starker Regen- und Schneefänger [']. Von den grossen Wassermengen, die ihm entströmen, zeugen auch die grossartigen Erosionsschluchten des Çakırflusses und anderer. Dass auch hier Gewitter manchmal riesige Wassermengen liefern, wurde auf S. 40 erwähnt. Die leider fast alljährlich wiederkehrenden Überschwemmungen des Seyhan bei Adana zeugen davon. Das dritte völlig verschiedene Klimagebiet Anatoliens ist die östliche Küstenlandschaft des Schwarzen Meeres, die bei Rize riesenhafte Niederschlagsmengen aufweist und nün im Gegensatz zu den anderen Gebieten auch erhebliche Sommerregen besitzt. Ich führe als Beweis für meine Angaben einige Zahlen an.

Ich entnehme diese den Veröffentlichungen des Türkischen Meteorologischen Zentralinstitutes und danke seinem Generaldirektor, Herrn Dr. Ahmet Tevfik Göymen und dem Direktör seiner klimatologischen Abteilung, Herrn Dr. Hadi Sözen, herzlich für die Entleihung der betreffenden Veröffentlichungen. (1929-1934 senelerinde Türkiyede Klimatoloji Rasatları, istanbul 1935).

	Izmir	Ankara	Konya	Dört-yol	Rize	Trabzon
1929	819,2	337,0	351,6	994,5	2603,2	802,2
1930	1030,0	286,0	379,0	987,0	2442,0	856,0
1931	773,7	423,1	419,3	1328,0	4045,3	871,0
1932	502,8	269,5	143,7	670,0	2222,9	850,8
1933	725,6	338,3	239,7	1314,3	3154,4	1046,9
1934	488,2	259,1	262,3	1378,9	2193,6	715,5

Aus diesen Zahlen berechnete ich die Mittel. Sie betragen für:

İzmir (Smyrna) aegäische Küste im Jahr 723,25 mm
 Dört-yol (regenreicher Ort, Südküste) » 1112,1 »
 Ankara (Zentralgebiet) » 318,8 »
 Konya (trockenstes Zentralgebiet) » 299,26 »
 Rize (regenreichster Ort des { } Kaldı Dağı im Ala Dağı.

Schwarzen Meeres) 2443,6 »
Trabzon (Regenreicher Ort
des Schwarzen Meeres) » 857,2

Dabei fallen in Rize und Trabzon sehr grosse Regenmengen auch von Juni bis September, während in beiden anderen Klimagebieten die Sommerregenmengen sehr gering sind.

Es muss aber hervorgehoben werden, dass sich alle anatolischen Klimate durch eine bemerkenswerte Ungleichmässigkeit auszeichnen. In meiner bereits genannten Arbeit über die Wasserverhältnisse von Ankara hatte ich aus den Jahresniederschlägen der Jahre 1926-34 ein Mittel von nur 298,04 mm. berechnet. Das Mittel von Konya pflegt ungefähr zwischen 200 und 250 zu liegen, war also in den Jahren 1929-34 höher als normal.

*Schlussfolgerungen über die Grundsätze der
Wasservirtschaft Anatoliens*

In den regenreichen Küstengebieten mit perennierenden wassereichen Flüssen wird es auch hier wie in Egypten möglich sein an passenden Stellen grössere Staubecken zu erbauen und dadurch eine Dauerbewässerungen grosser landwirtschaftlicher Flächen zu erzeugen. Eine Schwierigkeit ist das meist starke Gefäll dieser Flüsse. Die Aufgabe ist im Wesentlichen wasserbautechnisch. Doch warne ich davor, sie ohne gründlichste geologische Beratung bei der Auswahl der Staudamm-Stellen in Angriff zu nehmen. In Korkuteli brach ein alter Staudamm in die Tiefe, weil man ihn auf einen höhlenreichen Kalk aufgesetzt hatte. Der Staudamm von Gölbaşı bei Bursa senkte sich an einer Stelle um 1,5 m., weil in der Tiefe eine Torfschicht vorhanden war. Völlig anders liegen die Verhältnisse in Zentralanatolien. Zwar gibt es auch hier Bäche und Flüsse, deren Winterwasser erheblich genug ist, um kleinere Barragen zu erbauen, wie die 13 Millionen Kubikmeter fassende Barrage des Çubuktales bei Ankara. Auch das Tal des Emir Gölü bei Ankara liesse sich, wie ich gezeigt habe, durch geeignete Massnahmen in einen Stausee verwandeln, der für die Hauptstadt der neuen Türkei eine besondere Bedeutung haben würde. (Die Wasserver-

hältnisse von Ankara. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Heft 20. Ankara. 1936.)

Aber diese Staubecken der zentralen Steppe werden meist nicht ausreichen, um sehr grosse Flächen zu bewässern, weil bei ihnen die Verdunstung im Verhältnis zur Wassermenge im allgemeinen ungünstig sein wird und weil ferner diese kleinen im Sommer fast trockenen, im Winter plötzlich stark anschwellenden Flüsse sehr erhebliche Mengen fester Substanzen in die Becken hineinschwemmen werden. Auch ist das Wasser der Staubecken nicht ohne teure Filtrationsanlagen als Trinkwasser zu verwenden, so dass nur finanziell starke Gemeinden zu diesem Mittel greifen werden. Man wird daher gezwungen sein, die unterirdischen Wassermengen der Ova für die Trinkwasserversorgung und für die Gartenbewässerung heranzuziehen. Für diesen Zweck liegen nun in den meisten zentralanatolischen «Ova», den in die welligen Hochflächen eingesenkten Ebenen, die Verhältnisse günstig. Denn wie meine Untersuchungen und die meiner Mitarbeiter Dr. Kleinsorge und Ing. Düsenberg gezeigt haben, liegen das erste und zweite Grundwassersockwerk meist sehr flach, so dass man schon mit gewöhnlichen Brunnen für diesen Zweck genügend Wasser finden und mit geringen Kosten heben kann. Bei den in Zentralanatolien herrschenden Windverhältnissen wird man an sehr vielen Orten die Hebung durch Windmotoren machen können.

Nun ist aber eines der allerwichtigsten landwirtschaftlichen Probleme der Türkei die Sicherung der Ernten vor Trockenheit bei geringen Mairagen und der Anbau von Futterpflanzen (Luzerne u. a.) bis zum Herbst. Ja, man würde wohl auch in Anatolien für manche Feldfrüchte 2 Ernten erzielen können, wenn man die Felder vom Juni bis zum Oktober bewässern könnte. Berücksichtigt man, wie dünn die Besiedelung der zentralen Steppengebiete jetzt noch ist, so erkennt man die enorme Bevölkerungspolitische, allgemein wirtschaftliche, ja selbst militärische Bedeutung dieser Bewässerungsfragen. Ich schrieb in der auf S. 37 zitierten Arbeit über die anatolischen Ova auf S. 10 wörtlich. «Es ist daher möglich durch systematische geologische Untersuchung und Erbohrung von artesischem Wasser der

Turkei ohne Krieg eine Anzahl von Provinzen zu erobern, und damit die Bevölkerungsziffer wesentlich zu erhöhen.» Denn meine Untersuchungen haben gezeigt, dass sehr viele dieser Ova Einbruchbecken sind, in denen mächtig Schichtkomplexe tief versenkt liegen. Aus den seitlichen, mehr Regen auffangenden Höhen sickern erhebliche Wassermengen in die Tiefe, stauen sich in den wasser-durchlässigen Schichten und stehen unter Druck. Es ist also möglich, sie durch Bohrungen in die Höhe steigen zu lassen und zu gewinnen. Ist der Höhenunterschied zwischen den regenfängenden Bergen und den Ova gross genug, um die Reibung auf den Wasserwegen zu übervinden, so wird das piezometrische Niveau über den Ebenen liegen und das Wasser kann frei ausfliessen. Ist er nicht so hoch, so wird das erbohrte Wasser mindestens bis in die Nahe der Erdoberfläche steigen. Es kann leicht gehoben werden. Durch solche artesische Bohrungen in den Ova lassen sich die Wassermengen gewinnen, die für Bewässerung grösserer Flächen nötig sind.

Ungünstiger liegen die Verhältnisse in den von mächtigen Neogensichten gebildeten Hochflächen. Dort sind, wie die berühmte, aber nicht von einem Geologen angesetzte Bohrung von Uşak gezeigt hat, oft selbst mit tiefen Bohrungen keine genügenden Wassermengen zu erschliessen. Und noch schwieriger liegen die Dinge auf den Hängen der Berge. In diesen Fällen ist jedes Mal eine eingehende geologische Untersuchung nötig, um zu entscheiden, ob man überhaupt nennenswerte Wassermengen erschliessen kann und mit welchen Kosten. Daher sollte man auch die Muhacirdörfer nie erbauen, bevor nicht eine geologische Untersuchung das Vorhandensein von genügendem Wasser bewiesen hat.

Dazu kommt in Anatolien eine zweite Schwierigkeit, nämlich das Vorhandensein von mindestens zwei stark salzföhrnden Schichtkomplexen, eines Eocänen, vielleicht teilweise noch oligozänen Komplexes und einer neogenen Gips-Salzserie. In den von ihnen gebildeten Gebirgstteilen sind die Wässer und Böden sehr oft salzig. Es gibt zwar auch in ihnen an manchen Stellen die Möglichkeit einwand-freies Tink- und Gartenwasser zu erschliessen.

Aber die Bewässerung grösserer landwirtschaftlicher Flächen ist viel schwieriger und nicht überall möglich. Wo man aber tief eingesenkte Graben zwischen regenreichen Gebirgen hat, da liegt auch die Möglichkeit der Erbohrung grosse Wassermengen vor, wie z. B. in den Graben von Bursa und İzmit.

Unterirdische Wasserzirkulation in Anatolien

In Kleinasien sind paläozoische und noch ältere Marmore und Kalke mesozoische und tertiäre Kalke ungemein weit verbreitet. Sie bilden oft die über die Hochnähen herausragenden Höhenzüge und bekommen dann noch mehr Niederschläge als die Ova zwischen ihnen. Die vorneogenen Kalke pflegen stark zerspaltet zu sein und viel Wasser zu verschlucken. Dementsprechend finden sich an vielen Orten Dolinen und in Flüssen und Seen Schwundlöcher, die türkisch «Düden» genannt werden. Am berühmtesten ist der danach genannte «Düdenfluss» bei Antalya, der bei Varşak als starker Bach aus einer Felswand herauskommt, wenig 100 m. weiter in einem Felsentor verschwindet und mehrere Kilometer weiter als starker Fluss unter einem grossartigen Felsentor wieder zum Vorschein kommt. Ich habe eine Photographie dieses Tores nach einer Aufnahme von Ottmar Pferschi in einem gemeinsam mit Dr. Kleinsorge verfassten Aufsatz in der «Turguie Kemaliste» 1938 veröffentlicht. Aber auch in der lykischen Halbinsel westlich von Antalya bei Elmalı, am Südrand der lykaonischen Steppentafel (Hochebene von Konya) und an vielen anderen Stellen kennt man unterirdisch verschwindende Bäche. Das allmähliche Sinken des als Stausee benützten Beyşehir-Sees erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass seine Schwundlöcher sich allmählich vergrössert haben. Man wird also in Anatolien im Gegensatz zu Ägypten diese Erscheinung berücksichtigen müssen und jedenfalls nicht natürliche Becken, die auf Kalkstein liegen, ohne sehr sorgfältige Untersuchung als Staubecken ausbauen dürfen.

Erddämme

Meine vielfach zusammen mit den Herren Dr. Kleinsorge und Ingenieur Düsenberg ausgeführten

Reisen haben uns oft gezeigt, dass an der Ausmündung von kleinen schluchtartigen Seitentälern in Haupttäler oder Ova und in diesen Tälern Stellen vorhanden sind, wo man zwar nicht grosse Wassermengen speichern kann, aber mit sehr geringen Kosten Erddämme oder kleine Staumauern erbauen kann. Diese würden immerhin einzelnen Dörfern die anbaufähige Fläche um zehntausende Dönüm ^[1] vergrössern.

Ich nenne als Beispiele Sepetçi nordöstlich von Eskişehir und Karalar im Mürted ovası bei Ankara. Derartige Stellen gibt es zu Hunderten, ja wahrscheinlich zu Tausenden. Der Nutzen, den hier eine Ausspeicherung des Winterwassers bringen würde, ist immer nur lokal. Aber die Summe vieler Hunderter solcher kleiner Staubecken würde auch für den Gesamtstaat sehr erheblich sein. Dazu kommt, dass hier meist nur eine Anleitung für die Bauern nötig wäre, da die Arbeiten von den Interessenten selbst ausgeführt werden könnten. Natürlich muss bei solchen kleinen Staubecken berücksichtigt werden, dass eine Verdunstung von etwa 2 m. jährlich im Durchschnitt zu erwarten ist, dass also das Verhältnis von Tiefe zur Oberfläche eine grössere Rolle spielt als bei grossen Becken.

Schwankungen der Flusspiegel

Die Spiegelschwankungen des Niles sind im Grossen und Ganzen seit dem Altertum gleich geblieben. Sie betragen nach Lyons bei Assuan 7 m., bei Luxor 7m., bei Asyut und Minia 6,7 m., bei Cairo 4, 9 m. Aber selbst zur Zeit des tiefsten Standes bleibt immer noch eine ansehnliche Wassertiefe, was für die Schifffahrt, wie für das Pumpen von Wasser von grosser Bedeutung ist ^[2].

In Anatolien ist es sehr wahrscheinlich, dass durch die starke Entwaldung des Landes seit der Alterzeit die Schwankungen viel stärker geworden sein werden. Daher fliessen die Bäche und Flüsse bei Tiefwasser fast überall def in ihren Betten und haben grösstenteils im Sommer-Herbst sehr geringe Wassermengen. Anders verhalten sich meist nur

{1} 1 dönüm = 1210 qm.

{2} Der Nil ist in Luxor auch bei seinem niedrigsten Stand immer noch 6 - 8 m. tief.

die Flüsse des Ostens. Das türkische Arbeitsministerium veröffentlicht nun sehr dankenswerter Weise «Su rasat grafikleri», das heisst graphische Darstellungen der Flussbeobachtungen. Sie liegen mir für die Jahre 1935-36 vor. Die im Folgenden angegebenen Zahlen sind ihnen entnommen. Auch die "Elektrik işleri idaresi" hat von ihrer Gründung an begonnen alle für ihre Pläne in Betracht kommenden Flüsse sorgfältig messen zu lassen, hat aber die bisherigen Ergebnisse noch nicht veröffentlicht. Ich bringe nun im Folgenden tabellarische Übersichten einiger wichtiger Messungen, verweise aber dabei auf das Original, in dem noch weitere Angaben mitgeteilt sind ^[1].

Flüsse der ägaischen Zone

Simav Çayı bei Bursa

Grösste Höhe	1935	475 cm
Geringste Höhe	1935	2 »
Grösste Höhe	1936	470 »
Geringste Höhe	1936	72 »

Gediz Çayı bei Akhisar (İzmir)

Grösste Höhe	1935	366 cm
Geringste Höhe	1935	24 »
Grösste Höhe	1936	395 » Beobachtungsstation Manisa.
Geringste Höhe	1936	26 »

Gediz Çayı bei İzmir, Emiralem Station.

Maximum	1935	330 cm
Minimum	1935	0 »

Büyük Menderes bei Yeniköy (İzmir)

Maximum	1935	254 cm
Minimum	1935	50 »
Maximum	1936	200 »
Minimum	1936	60 »

Büyük Menderes bei Nazilli

Maximum	1935	267 cm
Minimum	1935	3 »
Maximum	1936	290 »
Minimum	1936	32 »

t¹) Die Zahlen sind aus den Kurven abgelesen, also nicht absolut genau.

Büyük Menderes bei Sartkemer Station

Maximum	1935	375	cm
Minimum	1935	50	»
Maximum	1935	383	»
Minimum	1936	.82	» (negativ Pegelnull - punkt wohl 1 m über Flussbett).

Zentralgebiet

Çubuk Çayı bei Ankara

Maximum	1935	50	cm
Minimum	1935	0	»
Maximum	1936	115	»
Minimum	1936	0	»

Porsuk Çayı bei Gökcekısık Station

Maximum	1935	340	cm
Minimum	1935	77	»

Sakarya bei Uşak бүкү Station

Maximum	1935	261	cm
Minimum	1935	33	»
Maximum	1936	123	»
Minimum	1936	50	»

Südküste bei Adana

Seyhan bei Adana

Maximum	1935	23,85	cm
Minimum	1935	20,56	»
Maximum	1936	25,15	» Pegelnullpunkt bei 20,00 über N. N.
Minimum	1936	20,40	»

Ceyhan bei Adana

Maximum	1935	22,60	cm
Minimum	1935	1790	» Pegelnullpunkt bei 17,40 über N. N.
Maximum	1936	22,64	»
Minimum	1936	18,00	»

Flüsse des Ostens

Euphrat (Firat) bei Malatya

Maximum	1935	6,40	
Minimum	1935	etwa	1,16
Maximum	1936	»	7,78
Minimum	1936	»	1,93

Flüsse der Nordostküste

Yeşilirmak bei Amasya

Maximum	1935	4,02	cm
Minimum	1935	1,89	»

Die vorstehenden Zahlen sind nur Stichproben aus den veröffentlichten. Aber es zeigt sich, dass nicht nur die Flüsse des Zentralgebietes im Sommer und Herbst ausserordentlich stark zurückgehen und mit Ausnahmen des Porsuk, des Sakarya und des Kızıl Irmak meist trocken liegen, sondern ähnliches gilt auch von der Klimazone mit kräftigeren Winterniederschlägen (Ägäisches und Weisses Meer [1]). Günstiger liegen die Verhältnisse bei den Flüssen der Schwarzmeerküste, bei denen mir aber sogar Angaben über die niederschlagsreichsten Teile (Rize, Trabzon, Giresun usw.) noch fehlen. Ich nehme an, dass bei den Flüssen dieses Gebietes die jahreszeitlichen Schwankungen wesentlich geringer sein werden. Noch anders verhalten sich die Flüsse des fernen Ostens, von denen der Euphrat ja mit seinen Zuflüssen in das Gebiet der hohen Vulkane nördlich des Vansees hineingreift. Dort gibt es aber nicht nur viel Winterschneefelder, sondern selbst kleine Gletscher. Daher wird wie in den Alpen ein Teil der Flüsse durch die Sommerschneeschmelze einen Ausgleich für die geringeren Sommerniederschläge bekommen. Der Tigris dürfte sich in dieser Hinsicht ungünstiger verhalten. Doch fehlen mir die zur Beurteilung notwendigen Angaben.

Es ergibt sich aus diesen Betrachtungen, dass eine ganzjährige Bewässerung von den Flüssen aus nur möglich ist, wenn man entweder das Winterwasser staut oder bei den ausdauernden Flüssen durch maschinelle Pumpen auch bei Tiefstand des Spiegels diesem nachzugehen im Stande ist. Man wird aber sehr sorgfältig prüfen müssen, ob in diesem Falle die Sommerwassermengen überhaupt ausreichen. Denn die Flüsse führen gerade in der Jahreszeit am wenigsten Wasser, in der die Landwirtschaft am meisten braucht [2].

¹⁾ Akdeniz = Weisses Meer heisst in der Türkei das Meer der Südküste.

²⁾ Sehr günstig für eine Barrage liegen nach Beobachtungen von Kleinsorge und mir die Verhältnisse in der Granitschlucht des Kızıl Irmak bei Köprüköy.

In Egypten fällt die Nilschwelle in die Zeit vom Juli bis Herbst, also ungleich günstiger als in Anatolien.

Schlittsvergleich zwischen Egypten und Anatolien

Sieht man in Egypten von den libyschen Oasen und vereinzelt Quellen des Sinai und der arabischen Wüste ab, so ist der einzige Wasserspender der Nil, teils als freier Strom, teils durch das von ihm gebildete Grundwasser. Seine Wassermengen und seine Schwankungen kennt man seit uralter Zeit sehr genau. (Gleichnis von den «fetten und den mageren Kühen»).

Die geologischen Verhältnisse liegen daher im Niltal selbst sehr einfach; und die Fragen der Wasserversorgung sind meist Fragen des Wasserbaues, nicht der Geologie. Es ist daher auch technisch eine verhältnismässig einfache und leichte Aufgabe ein einziges so riesiges Staubecken wie das von Assuan zu bauen. Die übrigen Staubecken haben ja nur die Aufgabe die Wasserhöhe zu regulieren. Gespeichert werden bis jetzt nur die 5 Milliarden Kubikmeter von Assuan. Erst in der Zukunft werden durch die Sperren im Sudan und Zentralafrika noch grössere Mengen gespeichert werden. (Geplant 2 1/2 Milliarden obm.)

Völlig verschieden davon ist das Bild in Anatolien. Alle Gewässer des Landes stammen aus seinen östlichen Niederschlägen. Diese fallen überreich, wenn auch mit jahreszeitlichen Unterschieden, im Nordosten an der Schwarzmeerküste, sehr reich im Winter im Gegensatz zu den trockenen Sommern im Westen und Süden, spärlich im Winter, fast garnicht im Sommer in dem Zentralgebiet. Da die randlichen Meere ganz junge Einbrüche darstellen, haben die perennierenden Flüsse der nassen Randgebiete sehr starke Gefälle. Sie transportieren grosse Schlamm-, Sand- und Kiesmassen, was beim Bau von Staubecken sehr unangenehm ist. Auch sind die Unterschiede der Sommer-Wasserführung gegen das Winterwasser sehr gross. Eine weitere Schwierigkeit ist die Häufigkeit einer auch quantitativ sehr ins Gewicht fallenden

unterirdischen Wasserzirkulation in den weit ausgedehnten Kalksteingebieten mit ihren Schwundlöchern und Dolinen. Aber noch erheblich ungünstiger liegen die Verhältnisse in dem zentralen Steppegebiet mit seinen abflusslosen Becken, Salzseen Salzböden und seinen fast ausnahmslos im Sommer trockenen Bächen und Flüssen. Zwar wird man auch hier an manchen Stellen die Winterwasser mit Erfolg stauen können. Aber im Gegensatz zu Egypten kann man nicht an *wenigen* Stellen *grosse* Massen stauen, sondern man muss an Tausenden von Stellen Kleinarbeit leisten, wenn man der Landwirtschaft wirklich nützen und auch die Trinkwasserversorgung fördern will. Nur durch die Summierung zahlreicher kleiner Arbeiten kann man hier etwas schaffen, das in seinen Gesamteffekt der ägyptischen Wasserwirtschaft ähnlich werden wird. Da nun aber an all diesen Stellen die geologischen Verhältnisse verschieden und oft verwickelt sind, so muss jeder wasserbau-technischen Arbeit eine sorgfältige geologische Untersuchung vorausgehen. *Sonst wird man das Geld des Staates zum Fenster hinauswerfen.*

Dafür ist die bewässerungsfähige Fläche in Anatolien so viel grösser als in Egypten, dass man bei Durchführung der Bewässerung hier wohl das Fünffache der heutigen Bevölkerung ernähren kann. Heute haben beide Länder ähnliche Bevölkerungsziffern. Die ägyptische mag bei Ausnützung der Wassermengen des Sudans und Zentralafrikas vielleicht noch verdoppelt werden. Das würde schon sehr viel sein. *Die anatolische Bevölkerung kann verjüngt werden.*

Nachtrag

Nachträglich habe ich aus den Kurven der «Su Rasat grafikleri» des Nafia Vekâleti für 1936 die Wassermengen abgeleitet, welche die folgenden 15 Bäche und Flüsse brachten: Simav, Kirmasti, Ova Çayı, *Sakarya*, Göksu, Berdan, *Seyhan*, Terme, Merf, Tersakan, *Yeşilirmak*, Sürgü, Derme, Sultan suyu und Tohma. Man sieht, dass in dieser Liste nur 3 grössere Flüsse enthalten sind, nämlich die unterstrichenen. Trotzdem lieferten sie im Jahre

1936 allein bereits rund 19 Milliarden 900 Millionen cbm., also ein gutes Drittel mehr als der Nil. Der Yeşil Irmak brachte allein rund $4\frac{1}{2}$ Milliarde, der Seyhan $5\frac{1}{4}$ Milliarde cbm. In der Aufzählung fehlen der Grosse und, der kleine Menderes, der Gediz, der Kızıl Irmak, der Euphrat und Tigris und zahlreiche andere wasserreiche Flüsse. Anatolien besitzt noch viele hunderte nicht vermessener Flüsse und Tausende von Bachen. Ich hoffe in einer anderen Arbeit die Gesamtwassermenge einigermaßen bestimmen zu können. Aber schon bei einer oberflächlichen Schätzung wird man mindestens 150-

200 Milliarden cbm. annehmen müssen. Wahrscheinlich ist diese Zahl noch viel zu klein gegriffen. Man sieht also dass Anatolien mindestens die 10 fache Wassermenge des Nils zur Verfügung steht. Allerdings schwanken diese Wassermengen von Jahr zu Jahr sehr stark. Überlässt man die Natur sich selbst so werden gute Jahre mit schlechten wechseln. Sorgt man für eine rationelle Wasserwirtschaft, so wird man die «mageren Kühe» der des biblischen Gleichnisses durch «fette Kühe» ersetzen können.