

Beobachtungen über fossile und rezente ägyptische Wüsten

von

Kurt Leuchs

Sonderabdruck aus »Geologische Rundschau«, Band V, Heft 1

Leipzig und Berlin

Wilhelm Engelmann

1914

Beobachtungen über fossile und recente ägyptische Wüsten.

Von **Kurt Leuchs** (München).

In den letzten Jahrzehnten ist durch die vereinten Bemühungen einer großen Zahl von Forschern das Wesen der heutigen Wüsten mehr und mehr erkannt worden. WALTHER¹⁾ hat die Ergebnisse dieser Forschungen, an welchen er selbst stark beteiligt ist, übersichtlich zusammengefaßt, und seine Ausführungen können als Ausgangspunkt für weitere, tiefer gehende Untersuchungen dienen.

Solche eingehende Untersuchungen erscheinen zur vollständigen Kenntnis der in den Wüsten tätigen Kräfte und der durch sie erzeugten Wirkungen notwendig. Vor allem erfordert die Frage der fossilen Wüsten noch sehr genaue und sorgfältige Untersuchungen. Die Schwierigkeiten sind aber gerade in diesem Gebiete sehr groß, da die meisten der für recente Wüsten charakteristischen Formen nicht fossil erhaltungsfähig sind.

Daraus ergibt sich, daß die Erkenntnis früherer Wüsten hauptsächlich ermöglicht wird durch die Untersuchung der Gesteine nach ihrem petrographischen und paläontologischen Bestand, daß es nur durch eingehendes Studium der Gesteine möglich sein wird, den Nachweis von Wüsten vergangener Zeiten zu erbringen.

Untersuchungen von Gesteinen in dieser Hinsicht müssen somit in erster Linie danach streben, die Gesteine in ihre verschiedenen Bestandteile aufzulösen und festzustellen, woher diese stammen, wie sie an den Ort ihrer Ablagerung gekommen sind, und durch welche physikalischen und klimatischen Faktoren die Entstehung des neuen Gesteins ermög-

¹⁾ Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl. 1912.

licht wurde. Die Art dieser Faktoren zu ermitteln, wird aber nur gelingen durch Vergleich mit den Entstehungsbedingungen recenter Gesteine. In unserem Fall wird es daher nur durch Berücksichtigung der in den heutigen Wüsten erfolgenden Vorgänge der Gesteinszerstörung und Gesteinsbildung möglich sein, bestimmte Gesteine als unter Einfluß von Wüsten entstanden zu erkennen.

Meine Ausführungen stützen sich auf Beobachtungen, welche ich im Winter 1910/11 in Ägypten, und zwar hauptsächlich im südlichen Teil der libyschen Wüste, gemacht habe. Hier besuchte ich unter anderm im Februar 1911 in Begleitung meiner Frau die Oase Khargeh. Von Headquarters aus unternahmen wir während unseres neuntägigen Aufenthaltes in der Oase mehrere Tagesausflüge, sowie eine fünftägige Tour, wobei die Ostseite des Gebel Ter und der Nordrand der Oase bei Dabadib genauer untersucht wurden.

Obgleich mein Augenmerk während dieser Zeit hauptsächlich auf das Studium der recenten Wüstenerscheinungen und auf Sammeln von guten Belegstücken¹⁾ gerichtet war, wobei mich meine Frau ebenso wirksam unterstützte, wie bei den andern Exkursionen in Ägypten, konnte ich doch auch einige Beobachtungen machen, welche einerseits für die oben erwähnte Frage nach der Erkenntnis fossiler Wüsten von Bedeutung sein dürften, andererseits als teilweise Ergänzung der durch ZITTEL, SCHWEINFURTH, BALL und BEADNELL dort ausgeführten Forschungen einer Veröffentlichung wert erscheinen.

Der besseren Übersichtlichkeit wegen sollen meine Beobachtungen in getrennten Abschnitten besprochen werden.

1. Beschaffenheit und Entstehung der obercretacischen Sedimente.

Im Gegensatz zu der verhältnismäßig einförmigen Entwicklung der oberen Kreide am Ostrand der südlichen libyschen Wüste (Gebel Garra, Gebel Borga)²⁾, wo ein nicht näher zu gliedernder 230 m mächtiger Komplex von Blättermergeln, der eine Kalkbank mit *Exogyra Overwegi* einschließt, darüber 6—10 m erdiger Kalkstein das gesamte Senon über dem nubischen Sandstein vertreten, steht die mannigfaltige, vertikal wie horizontal rasch wechselnde Ausbildung der Sedimente in den großen Oasen am West- und Südrand des Eocänplateaus, der libyschen Hammada.

ZITTEL³⁾, BALL⁴⁾ und BEADNELL⁵⁾ haben hier Gliederungen der senonen Sedimente durchgeführt.

1) Die in der bayrischen Staatssammlung in München aufgestellt sind.

2) LEUCHS, Geologisches aus der südl. libyschen Wüste: G. Garra, Oase Kurkur, G. Borga. N. Jb. Min. 1913.

3) Beiträge zur Geol. u. Paläont. der libyschen Wüste. Paläontographica 30, 1883.

4) Kharga Oasis: its Topography and Geology. Cairo 1900.

5) Flowing Wells and Sub-Surface Water in Kharga Oasis. Geol. Magazine 1908.

ZITTEL 1883	BALL 1900	BEADNELL 1908
erdige Kreide u. weiß. Kalkstein 20—50 m	weiße Kreide 6—20 m	weiße Kreide
grünlichgraue und aschgraue Blättertone 30 m	aschgraue Tone 12—40 m	aschgraue Schiefer } 70 m
<i>Exogyra Overwegi</i> -Schichten: c) dünnblättrige Tone und merglige Kalke b) bunte, tonige Gesteine mit Sandstein, Kalk- u. Sandbreccien, Kalkstein, Mergelkalke a) brauner Sandstein m. mergligen, tonigen, kalkigen Schichten 150 m	<i>Exogyra Overwegi</i> -Schichten: Tone, Kalksteine, Mergel bis 110 m	<i>Exogyra</i> -Schichten 30 m Phosphatschichten 70 m Rote Schiefer 50 m
nubischer Sandstein	nubischer Sandstein	nubischer Sandstein

Schon aus dieser Übersicht ergibt sich, daß petrographische Beschaffenheit und Mächtigkeit der Sedimente starken Schwankungen unterworfen sind.

Noch deutlicher wird dies bei Vergleich der Profile, welche ZITTEL aus dem nördlichen Teil der Oase gibt. Ebenso zeigt BALL durch eine Tabelle über die Mächtigkeit der verschiedenen Stufen an zehn Stellen in der Oase, sowie durch eine Reihe von Profilen, daß an jeder der genauer untersuchten Stellen die Ausbildung und Mächtigkeit der Sedimente verschieden ist.

Die feinere Gliederung der Stufen und ihre Zusammensetzung aus einer Masse von verschiedenen Schichten läßt sich aber aus diesen Profilen nur z. T. ersehen. Bei dem Maßstab der Profile ist es gar nicht möglich, der Fülle von Einzelheiten gerecht zu werden, auch hat es für die geologische Kartierung wenig Wert, die kleinen und kleinsten Unterabteilungen innerhalb der größeren Verbände auszuscheiden.

Dagegen sind detaillierte Gliederungen für die Frage nach der Entstehung der Sedimente und nach den dabei herrschenden klimatischen Verhältnissen von großer Wichtigkeit. Ich möchte daher die Profile, welche ich an zwei Stellen in der Oase aufgenommen habe, nach diesen Gesichtspunkten hin untersuchen.

Das erste Profil erhielt ich an der Ostseite des Gebel Ter. Dieser Berg ist ein mitten in der Oase aufragender Zeuge. Durch BEADNELL wissen wir, daß er an seinen beiden Längsseiten, im O. und W., von senkrechten Verwerfungen begrenzt ist. Die schmale Scholle des Gebel Ter ist zwischen diesen Verwerfungen über 100 m eingebrochen, und ihre Schichten sind außerdem noch zu einer Synklinale gefaltet worden, deren Achse parallel den beiden Verwerfungen läuft.

Die Schichten fallen mit verschiedener Neigung gegen die Mulde ein, dort, wo ich das Profil aufgenommen habe, mit 15—20° W. Zu

unterst liegen die Phosphatschichten, darüber die *Exogyras*schichten, dann kommen die aschgrauen Blättertone, die von der weißen Kreide überlagert sind, und das oberste bildet der untereocäne Kalkstein der libyschen Stufe.

Aus Mangel an Zeit konnte ich am Gebel Ter kein vollständiges Profil aufnehmen, sondern mußte mich auf die oberen Phosphatschichten und die *Exogyras*schichten beschränken.

Das zweite Profil ist aufgenommen am Nordrand der Oase nördlich Um el Dabadib. Es bildet eine Erweiterung des I. Profiles, denn es umfaßt die ganze über dem nubischen Sandstein liegende Schichtreihe bis zu dem Kalkstein der libyschen Stufe. Die Schichten dieses Profils liegen horizontal und vollständig konkordant. Der untere Teil der roten Schiefer wurde nur schlecht aufgeschlossen gesehen in der dem Steilhang vorgelagerten Zone. Dieses Gebiet ist in ein Gewirr von Hügeln und Tälern zerlegt und stark mit Gehängeschutt und Sand aufgefüllt. Unter dieser Decke kommt an manchen Stellen anstehendes Gestein zutage, und es läßt sich dadurch feststellen, daß der bei Dabadib anstehende nubische Sandstein bald von den Roten Schiefeln abgelöst wird. Darüber liegen die Phosphatschichten und in diesen beginnt das Profil.

Profil Gebel Ter, Ostseite.

Schicht		cm
25	weicher gelbbrauner Kalkmergel mit <i>Exogyren</i> und Fischzähnen	150
24	grünlichgrauer Kalkstein, voll von <i>Exogyra Overwegi</i>	50
23	gelbbrauner Mergel	40
22	heller Kalkstein	30
21	gelbbrauner Mergel	100
20	heller Kalkstein	80
19	gelbbrauner Kalkmergel, mit viel Limonit, voll von <i>Exogyren</i> und Fischresten	25
18	graue Blättertone mit Gipsschnüren, 600 cm entblößt	ca. 2000
	Schuttbedeckung, Fortsetzung nach untenweitere nördlich!	
	graue Blättertone	
17	purpurrote Schiefertone	ca. 200
16	graue Blättertone, darin oben 50 cm purpurroter Schiefertone	ca. 800
15	gelbliche Tone mit großen Linsen von hartem Kalkstein, viel Fischreste	80
14	graubraune Blättertone	100
13	Konglomeratbank mit Fischresten IV	30
12	lichte Mergelbank mit Fischresten	15
11	Konglomeratbank mit Fischresten III	20
10	weiße und bräunliche Mergelbank mit Fischresten, unregelmäßig verbunden mit II	40
9	braune Konglomeratbank mit Phosphatknollen, Fischresten II	75
8	olivgrüne und graue Blättertone mit Gips	100
7	helle bröcklige Konglomeratbank mit viel Gips und Fischzähnen I	7
6	olivgrüne Blättertone mit Gips	20
5	grünlichbrauner Sandstein	3
4	rotbrauner, lockerer Sandstein	12
3	olivgrüne Blättertone mit Gips	8
2	grünlichbrauner, lockerer Sandstein mit zwei gipsführenden olivgrünen Blättertonlagen	5
1	hellbrauner, lockerer Sandstein mit Gipsgängen aufgeschlossen	100

Parallelprofil zu dem Profil am Gebel Ter, Ostseite.

Schicht		cm
17	purpurrote Schiefertone	ca. 200
—	Gehängeschutt	—
15	weiße schiefrige Tone mit 2 dicken Gipslagen	50
14	graubraune Blättertone	90
13	rote feinkörnige Konglomeratbank (IV)	25
12	weiße und lichtbraune Schiefer mit Gips	20
11	rote Konglomeratbank (III)	20
10	lichtbraune Schiefer	20
9	rötliche Konglomeratbank (IIb)	10
	bräunliche Schiefer	10
	rote Konglomeratbank mit Gipsgängen (IIa)	80
8	aschgraue Blättertone mit viel Gipschnüren	?

Dieses Profil ist etwas weiter südlich aufgenommen als die entsprechenden Schichten im Hauptprofil. Ich bringe es deshalb, weil es deutlich zeigt, daß auch in horizontaler Richtung in diesen Schichten keine Beständigkeit herrscht, daß auch horizontal starker petrographischer Facieswechsel für sie charakteristisch ist. Es lassen sich zwar auch hier die oberen drei Konglomeratbänke feststellen, aber die Bank II ist hier doppelt vorhanden und IIa und IIb sind durch eine 20 cm mächtige Schieferlage getrennt. Auch die Schichten zwischen den Konglomeratbänken sind anders beschaffen als im Hauptprofil: während sie dort als lichte Mergelbänke ausgebildet sind, erscheinen sie in dem Parallelprofil als lichte Schiefer von geringerer Festigkeit. Endlich zeigt auch Schicht 15 einen auffallenden Unterschied gegenüber der Ausbildung im Hauptprofil: dort weißliche Blättertone mit großen Linsen von Kalkstein, erfüllt mit Fischresten, im Parallelprofil dagegen weiße Schiefertone mit zwei dicken, primären Gipslagen. Auch die Dicke der Schichten ist verschieden von der im Hauptprofil.

Profil am Nordrand, nördlich Dabadib.
Höhe des Plateaus 380 m.

Schicht		m
15	weißer Kalkstein mit Lagen und Linsen von mergeligem Kalk	ca. 80
14	lichtgrüne und weißliche Kalkmergel	ca. 10
13	graue Blättertone mit 1 oder mehr Sandsteinbänken von 0,4 m	20
12	gelbbrauner Sandstein	1
11	grünliche sandige Blättertone	0,2
10	weißlicher Sandstein	0,6
9	aschgraue Blättertone	0,5
8	gelbbrauner Sandstein	0,4
7	grüne und graue Blättertone	
6	olivgrüne und aschgraue Blättertone mit Gipsgängen, oben eingelagert:	15
	6 sandige Bänke von je ca. 0,3 m, tiefer eingelagert: 1 braune Konglomeratbank 0,3 m, 1 graue Konglomeratbank 0,15 m.	
5	olivgrüne Blättertone mit Gipsgängen	5
4	violette Blättertone mit rotweiß gesprenkelten Gängen	15
3	olivgrüne Blättertone	10
2	rote blättrige sandige Tone mit Partien von gelbgrünem blättrigem Ton	20
1	weißer schiefriger Sandstein, aufgeschlossen	5

Bemerkungen zu den Profilen.

* Profile vom Gebel Ter: Schicht 1 ist ein hellbrauner, lockerer Sandstein mit Gipsgängen und lichtgrünen, unregelmäßig im Gestein verteilten Partien. Er geht über in eine dünne Lage von grünlich-braunem, lockerem Sandstein (2). Diesem Sandstein sind zwei gipsführende olivgrüne Blättertonlagen eingeschaltet, und er charakterisiert sich dadurch als Übergangsgebilde zwischen 1 und 3, wo Sandstein ganz fehlt, und ausschließlich gipsführende Blättertone vorhanden sind.

Wenn für die Erkenntnis der Ablagerungsbedingungen im Wasser — und es dürfte sich in dem ganzen Profil nur um wässerige Sedimente handeln! — zunächst ganz allgemein der Satz aufgestellt werden soll: die Korngröße nimmt ab mit der Intensität der sedimentbildenden Vorgänge, so ergibt sich bei Anwendung dieses Satzes auf die besprochenen Schichten eine stetige Abnahme der Intensität. Die Zufuhr von Sand, die bei 1 herrschend ist, erleidet bei 2 schon Unterbrechungen und hört dann ganz auf, so daß sich bei 3 nur feiner Schlamm in ruhigem Wasser absetzt.

Zwischen 3 und 4 fand ein plötzlicher Wechsel der Sedimentationsbedingungen statt, von neuem wird Sand zugeführt, und Schicht 4 bis 6 zeigen die gleichen Erscheinungen wie 1 bis 3.

Mit Schicht 7 beginnt ein neuer Zyklus der Sedimentation. Unvermittelt liegt über den Blättertonen ein lockeres Konglomerat. Es ist weiß, erdig und besitzt Tongeruch. Die weiße Farbe rührt von Gips her, welcher die einzelnen Körner des Konglomerates überzieht und als körniger, unreiner Gips, z. T. auch in Gangform und dann rein weiß, die Räume zwischen den Körnern ausfüllt.

Durch Schlämmen des Gesteins und Auflösung der Hauptmasse des Gipses in Wasser gelang es, die andern Bestandteile des Konglomerates zu isolieren. Bei 12facher Vergrößerung fand ich folgendes: Matte weiße rundliche Phosphatkörner von 0,5—3 mm Durchmesser bilden den Hauptbestandteil. In manchen dieser Körner sind kleine rundliche Partien von brauner Farbe enthalten.

Kleine, nicht sehr häufig vorkommende Fischzähne von weißlicher Farbe zeigen die Herkunft des Phosphates an.

Calciumcarbonat ist nur sehr wenig vorhanden, in kleinen eckigen Stücken, die vielleicht aus der Ausfüllungsmasse schmaler Gänge stammen.

Dagegen finden sich häufig Quarzkörner von 0,1 bis 0,5 mm Durchmesser. Ihre Farbe ist glasklar, weingelb, selten gelbbraun oder rötlich. Die Form der Körner ist ganz unregelmäßig, die meisten sind eckige Splitter von spitzer oder stumpfer Ausbildung, wenige zeigen Kantenrundung.

Spärlich sind rundliche und eiförmige Körner von Brauneisen vorhanden.

Abgesehen von dem nur accessorisch im Gestein enthaltenen Calciumcarbonat und Brauneisen besteht somit das Konglomerat aus Phosphat, Gips und Quarz. Phosphat bildet den Hauptbestandteil, Quarz tritt an Menge sehr zurück, und die Körner von Phosphat und Quarz sind durch Gips als Bindemittel zu einem Gestein verfestigt.

Im weiteren Verlauf des Profiles sind nun noch mehrere Konglomeratbänke eingeschaltet, die stets wieder mehr oder weniger das gleiche Bild zeigen, nämlich einen plötzlichen Wechsel in den Sedimentationsbedingungen.

Schicht 8 besteht aus gipsführenden Blättertonen. Darüber liegt das Konglomerat II. Es ist lebhaft braun und fest, so daß es über die unterlagernden Blättertone vorragt. Durch die größere Härte und durch seinen petrographischen Bestand unterscheidet es sich stark von Konglomerat I.

Konglomerat II besteht aus kleinen Phosphat- und Brauneisenkörnern. Die Körner sind meist ganz unregelmäßig, selten nur, und zwar hauptsächlich die des Brauneisens, rundlich. Dazu treten ungefähr in der gleichen Menge wie bei Konglomerat I eckige Quarzkörner. Diese erschweren die Herstellung von Dünnschliffen sehr, da sie leicht ausbrechen und den Schliff zerreißen. Immerhin gelang es mir, einen ziemlich brauchbaren Schliff anzufertigen. Außer den schon erwähnten Bestandteilen des Konglomerates konnte ich mit Hilfe des Dünnschliffes noch feststellen, daß kleine und kleinste Trümmer von Fischknochen und -zähnen einen großen Anteil an seiner Zusammensetzung haben. Während in Konglomerat I nur wenige Zähne von Fischen und sonst nur die von den Fischen herrührenden Phosphatkörner enthalten sind, treten in Konglomerat II die zertrümmerten Fischknochen gesteinsbildend auf. Das zeigt sich auch makroskopisch, denn man sieht einzelne, drei und mehr Zentimeter Durchmesser besitzende Phosphatknollen und ebensogroße, in Phosphat umgewandelte Knochenstücke, welche noch deutliche Knochenstruktur haben.

Gips scheint in dieser Bank nicht vorhanden zu sein, Calciumcarbonat fehlt vollständig. Das Brauneisen bildet manchmal größere Partien, denen kleine Phosphatkörner eingelagert sind. Es erweist sich dadurch als jüngere Bildung, welche die Zwischenräume zwischen den Körnern ausgefüllt hat.

In dem mit Schicht 8 beginnenden Parallelprofil ist, wie schon erwähnt, Konglomerat II durch zwei, voneinander durch eine bräunliche Mergelschicht getrennte Bänke vertreten. Die Konglomerate sind dem vom Hauptprofil beschriebenen sehr ähnlich, Unterschiede bestehen nur in der Farbe (IIa rot, IIb rötlich) und darin, daß IIa von Gipsgängen durchzogen ist.

Ebenso ist Schicht 10 in beiden Profilen ziemlich gleich. Es sind weißliche bis bräunliche Mergel, im Parallelprofil mit Gipsgängen, mit beträchtlichem Kalkgehalt und reichlich beigemengten, sehr kleinen

Quarzkörnern. Fischreste sind in großer Menge vorhanden. Durch Zerreiben des Gesteins in Wasser und Zusatz von verdünnter Salzsäure, wodurch das Calciumcarbonat entfernt wurde, darauf Auswaschen mit Wasser erhielt ich einen körnigen Rückstand von brauner Farbe. Die Hauptmasse dieses Rückstandes dürften Phosphatpartikel sein, dazu gesellt sich Brauneisen und Quarz in winzigen eckigen Körnern.

Über der Mergelbank liegt Konglomerat III. Im Parallelprofil ist es rot, im Hauptprofil braun. Seine Zusammensetzung ist ziemlich gleich der von Konglomerat II, nur ist bei III die Korngröße bedeutender. Die Festigkeit ist gleich, infolgedessen auch das Verhalten gegen die zerstörenden Kräfte. Die größeren Komponenten des Gesteins treten durch ihre lebhaften Farben (Phosphat weißlich, Brauneisen braun bis rotbraun) deutlich hervor. An der Basis der Bank sind Erscheinungen sichtbar, welche über die Sedimentationsart ausgezeichneten Aufschluß geben. Die Grenze zwischen 10 und 11 ist nämlich keine horizontale, sondern beide Gesteine sind unregelmäßig miteinander verzahnt. Einzelne Partien von 10 sind von ihrer Bank abgerissen und liegen isoliert oder durch schmale Streifen mit der Schicht verbunden in dem Konglomerat. Andererseits sind auch Brocken des Konglomerates regellos in den Mergel hineingepreßt, der sich in gewundenen Lagen um sie herumlegt.

Es ergibt sich aus diesen Lagerungsverhältnissen, daß die Mergelbank noch nicht verhärtet, vielmehr noch weicher Schlamm war, als der plötzliche Wechsel der Sedimentation erfolgte. Die groben Körner, welche heute das Konglomerat bilden, müssen katastrophenartig über dem weichen Schlamm abgelagert worden sein und haben sich dabei z. T. in den Schlamm eingebohrt, z. T. haben sie Partien des Schlammes weggerissen, die dann zwischen den groben Massen wieder zum Absatz kamen, soweit sie nicht ganz zerrieben wurden.

In einem von mir gesammelten Handstück sieht man außerdem in dem Mergel eine 1 cm dicke horizontale Lage eines weißen Salzes, die rasch auskeilt. An einer Stelle ist die Mergellage über dem Salz von dem Konglomerat verdrängt und ein Brocken des Konglomerates liegt sogar mitten im Salz. Daraus scheint mir hervorzugehen, daß das Salz schon vor der Bildung des Konglomerates im Mergel vorhanden war, denn es hat ja die gleichen Störungen durch das Konglomerat erlitten.

Schicht 12 ist wieder eine lichte Mergelbank mit Fischresten, im Parallelprofil auch mit Gips.

Darüber liegt die IV. Konglomeratbank, von brauner bis roter Farbe und in ihrer Zusammensetzung der III. und II. sehr ähnlich. Fischreste (Knochen- und Zahntrümmer) sind in ihr sehr häufig. Korngröße und Festigkeit sind wie bei III.

Unvermittelt liegen darüber erst graubraune Blättertone (14), dann gelbliche Tone (15). Sie sind frei von Kalkcarbonat, doch finden sich in ihnen gelegentlich große Linsen von hartem Kalkstein. Fischreste von

schlechter Erhaltung sind in den Tonen massenhaft vorhanden. Ferner enthalten sie Gips und Brauneisen, meist in feiner Verteilung, sowie seltene Konkretionen von radialfaserigem Hämatit, der an den Außenseiten in Eisenhydroxyd umgewandelt ist. Eine dieser Konkretionen ist vollständig zerbrochen und die Sprünge sind mit Gips verkittet. Im Parallelprofil sind diese Schichten ganz ähnlich ausgebildet, nur ist dort der Gipsgehalt ein größerer, denn die Tone werden von zwei dicken horizontalen und schmäleren senkrechten Gipsgängen durchsetzt.

Mit Schicht 16 läßt der intensive Facieswechsel bedeutend nach. Es sind etwa 8 m mächtige graue Blättertone. In ihrer oberen Partie enthalten sie eine $\frac{1}{2}$ m dicke Einlagerung von purpurrotem Schiefer-ton, ein Übergangsgebilde zu Schicht 17, die ausschließlich aus solchen Schiefer-tonen besteht. Dann kommen wieder graue Blättertone von 20 m Mächtigkeit, mit zahlreichen Gipsgängen und Brauneisenausscheidungen an diesen.

Nach dieser einförmigen Abteilung beginnt wieder eine wechselvollere Ausbildung. Von Schicht 19 bis 23 liegen abwechselnd Mergel und Kalke übereinander derart, daß drei Mergelbänke durch zwei Kalkbänke getrennt sind. Die Mergel sind stark kalkig, von gelbbrauner Farbe, enthalten Brauneisen und stecken voll von Fischresten und Exogyrenschalentrümmern. Die Kalksteine sind heller und fester, auch enthalten sie weniger Fossilien.

Darüber folgt das Hauptlager der *Exogyra Overwegi* als ein grünlich-grauer Kalkstein (24), der ganz erfüllt ist mit diesen Muscheln. Das oberste Glied des Profiles endlich ist wieder ein gelbbrauner kalkiger Mergel, der Schalentrümmern, Fischreste und, besonders an seiner Basis, Exogyren enthält.

Profil bei Dabadib.

Es beginnt mit weißem, schieferigem Sandstein, der 5 m mächtig aufgeschlossen ist. Darüber liegen rote Tone mit starkem Tongeruch (2). Ganz regellos sind in dem Gestein Putzen von gelbgrüner Farbe verteilt, welche wahrscheinlich durch Reduktion aus dem roten Ton entstanden sind. Das Gestein fühlt sich sandig an, die mikroskopische Untersuchung ergibt aber nur einen sehr geringen Gehalt an kleinen, eckigen Quarzkörnern. Dagegen ist Gips in ziemlicher Menge vorhanden, allerdings, ebenso wie die Quarze, makroskopisch nicht sichtbar, sondern im Gestein fein verteilt. Dessen Hauptmasse besteht aus roter und gelbgrüner bis weißlicher toniger Substanz, in der kleine Körner von Brauneisen und Roteisen liegen. Die rote Farbe des Gesteins rührt von Imprägnation mit Roteisen her.

Das Gestein ist von Spalten durchsetzt, welche in den verschiedensten Richtungen verlaufen. An allen Spaltflächen hat eine Anreicherung von Eisenglanz stattgefunden, so daß die Flächen ganz mit derbem Eisenglanz überzogen sind. Einzelne Spaltflächen zeigen außerdem die Wir-

kung von Verschiebungen, die an ihnen erfolgt sind, und zwar nach der Ausscheidung des Eisenglanzes. Solche Flächen sind nämlich mit seichten Furchen bedeckt, dazu treten ganz dicht nebeneinander liegende parallele Schrammen, welche über die ganze Fläche sich erstrecken und diese selbst ist poliert. Der Eisenglanz, welcher die Fläche vor der Verschiebung vollständig überzog, ist bei der Bewegung zum Teil zerrieben worden, zum Teil ist er noch vorhanden und bildet einen lebhaft metallglänzenden Überzug auf einzelnen Partien der Fläche.

Schicht 3 bilden olivgrüne Blättertone.

Sie werden abgelöst von violetten Blättertonen (4). Diese sind von Gängen in verschiedenen Richtungen durchsetzt. Die Ausfüllungsmasse der Gänge besteht aus einer etwas festeren tonigen Substanz, und zwar sind rote und weißliche Partien von geringer Größe regellos untereinander verbunden. Die Masse hat ein konglomeratisches Aussehen. Im Dünnschliff sieht man, daß rote und weißliche Partien entweder scharf gegen einander absetzen oder durch allmähliche Übergänge verknüpft sind. Unregelmäßige Körner von derbem Roteisen sind nicht selten vorhanden. Die Gangmasse ist ganz ähnlich wie bei Schicht 2 von Rutschflächen durchsetzt, die wie dort poliert und geschrammt und größtenteils mit Roteisenausscheidungen bedeckt sind.

Es folgen wieder olivgrüne Blättertone mit Gipsgängen (5) und dann (6) olivgrüne und aschgraue Blättertone mit Einlagerungen von sandigen und konglomeratischen Bänken, sowie mit Gipsgängen.

Die graue Konglomeratbank ist die unterste dieser grobklastischen Zwischenschichten. Sie besitzt Tongeruch, ist frei von Calciumcarbonat und besteht in der Hauptsache aus grauen kleinen Phosphatknollen, die durch unreinen Gips und wenig tonige Substanz verkittet sind. Hie und da sind größere graue Phosphatmassen eingebettet, meist von zylindrischer Form mit eiförmiger Rundung des einen Endes.

Ihrer Beschaffenheit nach ist diese Bank das Äquivalent der hellen Konglomeratbank I im Profil am Gebel Ter. Ebenso wie am Gebel Ter liegen über dem Konglomerat die teils olivgrünen, teils grauen Blättertone mit Gips und darüber folgt eine braune Konglomeratbank, welche dem Konglomerat II des Gebel Ter entspricht.

Die braune Konglomeratbank besteht, ähnlich den vom Gebel Ter beschriebenen Konglomeraten, hauptsächlich aus hellbraunen Phosphatknollen. Ein Unterschied besteht darin, daß die Phosphatknollen teilweise bedeutend größer sind. Sie bilden Konkretionen von den verschiedensten Formen, unregelmäßig rundliche, mehr oder weniger stark gewölbte Scheiben und kugelige Gebilde. Im Schliff zeigen die Konkretionen ganz unregelmäßige Zusammensetzung aus kleinen eckigen Phosphattrümmern, wobei der Grad der Zertrümmerung nach außen abnimmt. Die innersten Partien sind von einer weißen kristallinischen Substanz erfüllt, deren Fettglanz und niedere Interferenzfarben sie als Apatit erkennen lassen. Daneben kommen noch kleine Roteisenpartien

vor. Außerdem liegen in der Bank Fischknochen und -zähne, Korallen, Steinkerne von Muscheln und Schnecken, die zum Teil in Brauneisen umgewandelt sind, ferner Stücke von *Baculites anceps*. Endlich fanden wir ein Stück eines Ammoniten. Die Beschaffenheit der Suturlinie mit stark zerschlitzten Loben und Sätteln, sowie des Kieles stimmen, soweit das kleine Bruchstück überhaupt eine sichere Bestimmung erlaubt, ziemlich gut mit der Ausbildung bei *Pseudotissotia segnis* überein.

Die hellbraunen sandigen Bänke enthalten Fischzähne, Schnecken, sowie Rosen von bläulichem Baryt. Die Korngröße der Sandsteine ist im allgemeinen eine ziemlich gleichmäßig mittlere, doch kommen auch gröbere konglomeratische und brecciöse Partien vor. Manchmal liegen in diesen Bänken Schildkröten- und Dinosaurierknochen¹⁾, von welchen wir teils anstehend, teils am Gehänge Stücke fanden. Alle diese Knochen sind zertrümmert, und zwar nicht durch Verwitterung, sondern primär bei der Sedimentation. Es ergibt sich daraus, daß die Ablagerung der konglomeratischen Massen auf plötzlich beginnende, katastrophale Vorgänge zurückzuführen ist, wofür ja auch die Mischung von marinen und terrestrischen Formen spricht.

Über dieser abwechslungsreichen Schicht liegen grüne und graue Blättertone (7), am Fuße eines kleinen, aber schon von fern auffallenden Steilabsturzes. Die Wand dieses Absturzes wird gebildet von einem Wechsel von Blättertonen und Sandsteinen, und zwar sind zwei Lagen von aschgrauen (9), bzw. grünlichen sandigen Blättertonen (11), drei Lagen von Sandstein eingeschaltet. Der unterste Sandstein (8) ist gelbbraun, der mittlere (10) weißlich und der oberste (12) wieder gelbbraun. Phosphatknollen sind auch in diesen Bänken enthalten.

Auf dem Sandstein liegt wieder eine mächtige Masse von grauen Blättertonen (13), der noch eine oder mehrere Sandsteinbänke eingelagert sind. Diese Blättertone reichen bis zum Fuß der Wand, mit der das Plateau gegen die Oase endet.

Die Wand selbst besteht zu unterst aus lichtgrünen und weißlichen Kalkmergeln (14) und über diesen folgt weißer harter Kalkstein (15). In ihm finden sich noch Lagen und Linsen von mergeligem Kalk, welche schalige Struktur besitzen und wie Rosenknospen zerblättern.

Schicht 14 enthält zahlreich Ausscheidungen von Schwefelkies, welche in Limonit umgewandelt sind und oft noch die Hexaederformen des Schwefelkieses zeigen. Häufig sind in dieser Schicht auch in Brauneisen umgewandelte Korallen und Schalenstücke von Gryphäen. In den höheren Lagen wird die Schicht kalkiger, Brauneisen tritt zurück, und die hier massenhaft vorkommenden Gryphäen und Ostreen (*Gr. vesicularis*, *hypoptera*, *Ostr. Ramsis*) zeigen nur noch sehr geringe Braunfärbung.

¹⁾ Nach freundlicher Mitteilung von Prof. SCHLOSSER, welcher die Reste untersuchte, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke.

In dem hangenden weißen Kalkstein (15) fehlt Brauneisen ganz. Der Kalkstein ist, abgesehen von den in seinen unteren Partien eingeschalteten Lagen und Linsen, von mergeligem Kalk, welche einen nicht ganz gleichmäßig vor sich gehenden Wechsel der Sedimentation beweisen, hart und erhebt sich mit sehr steilen bis senkrechten Wänden über die tieferen Hänge. Sein petrographischer Charakter (Fossilien wurden von uns, außer *Teredo sp.*, hier nicht gefunden, zumal da auch nicht die Absicht bestand, danach zu suchen!) spricht unzweifelhaft dafür, daß dieser Kalkstein nicht mehr zu dem Kreidekomplex gehört, sondern schon unteres Eocän (libysche Stufe) repräsentiert. Das ergibt sich auch aus einem Vergleich dieses Kalksteines mit dem an andern Stellen der Oase gefundenen, der bei gleicher petrographischer Beschaffenheit reichlich *Operculina libyca* enthält.

Es fehlen also hier die an den andern Stellen des Oasenrandes vorkommenden Esnehschiefer über dem kreidigen Kalk (= Schicht 14), und wir sehen den gleichen allmählichen Übergang zwischen Kreide und Tertiär, welchen ZITTEL schon erkannte, und durch welchen sich die Ausbildung dieser Schichten in großen Teilen Ägyptens von der in andern Gebieten unterscheidet.

Aus der zusammenfassenden Betrachtung der besprochenen Schichtreihen geht hervor, daß folgende Eigenschaften für sie bezeichnend sind:

1. im allgemeinen eine Reihe von Sandstein durch Tone und Mergel zu Kalkstein. Diese »Normalreihe« ist im einzelnen mehr oder weniger gestört, und wir sehen
2. häufigen Wechsel der Sedimentation in vertikaler Richtung,
3. häufigen Wechsel der Sedimentation in horizontaler Richtung,
4. teils allmählich sich ändernde, teils unvermittelt wechselnde Sedimentation,
5. Mischung von marinem und terrestrischem Material.

Eine lückenlose Erklärung der Verhältnisse, welche zur Entstehung dieser Schichtfolge führten, kann heute noch nicht gegeben werden.

Dazu sind unsere Kenntnisse über recente Sedimentbildung noch zu gering. Es fehlen auch eingehende vergleichende Untersuchungen zwischen recenten und fossilen Sedimenten. Es ist, meiner Überzeugung nach, unmöglich, ohne solche Untersuchungen jemals vollständige Klarheit zu erlangen über die Entstehungsart von Sedimentgesteinen.

Beispielsweise wird es nicht gelingen, solange derartige Untersuchungen fehlen, zu einem sicheren Nachweis fossiler Wüsten zu kommen, und die Frage der Entstehung von Sandsteinen, die von vielen, bei Fehlen mariner Versteinerungen, als in Wüsten erfolgt angesehen wird, muß so lange in mehr oder weniger subjektiver Weise beantwortet werden, als sich niemand die allerdings sehr große Mühe gibt, aus dem genauesten Studium recenter Sandsteinbildung die in früheren Zeiten erfolgte zu erklären.

Jeder, der sich eingehender mit den Wüsten beschäftigt und unbefangenen die einschlägige Literatur gelesen hat, wird wohl den Eindruck gewonnen haben, daß dieser Teil der Geologie noch wenig erforscht ist, und daß dem subjektiven Empfinden des einzelnen gerade deshalb sehr viel Spielraum gelassen ist.

Ähnlich ist es aber auch mit der Erklärung der Entstehung vieler anderer Sedimentgesteine bestellt. Daher möchte ich versuchen, die Entstehungsart der beschriebenen Schichten festzustellen, soweit sich dies aus den beobachteten Tatsachen ergibt, wobei ich wohl weiß, wie groß die Schwierigkeiten und wie lückenhaft meine Untersuchungen sind.

Zunächst fällt auf, daß die Schichtreihe eine beständige Abnahme der Menge und Korngröße der klastischen Bestandteile zeigt, und daß gleichzeitig organogene Bestandteile an Masse zunehmen. Diese »Normalreihe« nimmt den Zeitraum vom Senon bis zum unteren Eocän ein und steht in Übereinstimmung mit den Verhältnissen im größten Teile von Südägypten.

Hier folgt überall über der grobklastischen nubischen Sandsteinfacies, welche jetzt meist als Bildung in seichtem, küstennahem Meer aufgefaßt wird, die gleiche »Übergangsfacies«, bis dann im Eocän die an klastischen Beimengungen armen, rein marinen organogenen Kalksteine auftreten.

Daraus ergibt sich schon ein wichtiges Merkmal zur Charakterisierung der Übergangsfacies. Denn sie erscheint dadurch als Gebilde einer Zeit, in welcher ein fortwährender Kampf zwischen Land und Meer stattfand.

Tatsächlich zeigt uns ja auch das Studium der regionalen Geologie, daß in der Gegend des heutigen Südägypten in der jüngeren Kreide- und älteren Tertiärzeit das Grenzgebiet zwischen dem alten Gondwana des Südens und dem diesen Kontinent von Eurasien trennenden Mittelmeere, der Thetys, lag. Positive und negative Strandverschiebungen wechselten hier ab, bis im Eocän eine größere Überflutung des Landes erfolgte, welche längere Zeit andauerte.

Es ist klar, daß unter solchen Umständen keine einheitliche Sedimentation stattfinden konnte. Vielmehr müssen wir in solchen Gebieten einen fortwährenden Wechsel in der Materialzufuhr und damit in der Sedimentation erwarten.

Beides ist in den beschriebenen Schichten vorhanden, und es kann deshalb die ganze Reihe vom nubischen Sandstein bis zur obersten Kreide als »Übergangsfacies« zwischen rein kontinentaler und rein mariner Facies bezeichnet werden.

Dazu kommt aber noch eine weitere Eigenschaft dieser Schichtreihe, welche erlaubt, auch über die bei ihrer Bildung herrschenden klimatischen Verhältnisse Klarheit zu gewinnen, nämlich die öfters eingelangerten Gipsmassen.

Wir wissen, daß Salze und Gips sich heute im Meere nur in Lagunen absetzen, welche unter der Herrschaft ariden Klimas stehen. So wie heute die Ablagerung von Gips erfolgt, muß sie aber auch früher vor sich gegangen sein, und es ergibt sich daraus, daß schon in der oberen Kreidezeit in Südägypten ähnliche klimatische Bedingungen herrschten wie heute, und daß ein Unterschied nur in der weiteren Ausdehnung des Meeres nach Süd bestand.

Diese beiden Tatsachen, nämlich der Charakter als Übergangsfacies und ihre Entstehung in aridem Klima, lassen nun die Einzelheiten der Schichtreihe verhältnismäßig leicht erklären. Im Profil Gebel Ter zeigt Schicht 1, daß während ihrer Bildung in einer Lagune, vom Lande her, wahrscheinlich durch fließendes Wasser, Sand zugeführt wurde, daß dann die Sandzufuhr geringer wurde (2) und zuletzt ganz aufhörte (3).

Der Vorgang wiederholt sich von Schicht 4 bis 6.

In beiden Fällen dürfte ein periodischer, in dem ariden Klima rasch veriegender Wasserlauf der Bringer des Sandes gewesen sein.

Schicht 7 bis 14 zeigen eine viermalige, in dem Parallelprofil sogar eine fünfmalige Wiederkehr ungefähr gleicher Bedingungen. Stets liegt über einer Konglomeratbank eine feinkörnige Bank (Ton oder Mergel), und alle Bänke sind ausgezeichnet durch die massenhaften Einschlüsse von Fischresten, welche zum Teil gesteinsbildend auftreten. Solche Anhäufungen von Fischknochen und -zähnen und von Phosphatknollen (Koprolithen) deuten auf plötzliche, gewaltsame Änderungen der Lebensbedingungen, und aus der unvermittelten Überlagerung der Tone und Mergel durch die Konglomerate ergibt sich das gleiche. Besonders deutlich tritt dieser Wechsel der Ablagerungsart in die Erscheinung bei Schicht 11, wie oben schon näher beschrieben wurde. Hier hört ganz unvermittelt der Absatz von feinem Schlamm auf, und die groben Körner werden mit solcher Heftigkeit über den Schlamm Boden ausgebreitet, daß einzelne Partien der Konglomeratmasse in den weichen Schlamm einsinken oder eingepreßt werden.

Die Ursachen, welche zu diesem Massensterben der Fische Veranlassung gaben, dürften ähnliche gewesen sein wie am Karabugasgolf, wo jährlich Millionen von Fischen zugrunde gehen, oder wie am Kerunsee im Fayum, wo ich gleichfalls Tausende von toten und dem Verenden nahen Fischen am Strande und nahe dem Strande sah. In beiden Fällen ist die Todesursache auf das Überwiegen der Verdunstung über die Wasserzufuhr und auf die daraus hervorgehende Anreicherung mit Salzen zurückzuführen.

In unserem Falle muß ein solcher lebensfeindlicher Zustand immer sehr rasch begonnen und ebenso rasch wieder aufgehört haben, und in den Zwischenzeiten erfolgte stets Absatz von feinkörnigem, ziemlich homogenem Material.

Schicht 15 bis 18 entsprechen ebenfalls Zeiten verhältnismäßig ruhigen Absatzes. Die katastrophale Periode ist jetzt vorüber, die Ablagerung feinkörnigen Materiales erfolgt längere Zeit hindurch, wie aus der bedeutend größeren Mächtigkeit der Schichten hervorgeht.

In den obersten Schichten des Profiles (19—25) sehen wir dann die marinen Ablagerungen, gekennzeichnet durch das Vorherrschen organogener Bestandteile (Kalksteine) und das Auftreten von Exogyren, die zum Teil bankweise vorkommen.

In dem Profil bei Dabadib entsprechen die unteren Schichten (1—6) ungefähr den Schichten des Profiles am Gebel Ter, und es erübrigt daher eine nähere Besprechung. Es sei nur darauf hingewiesen, daß bei Dabadib die Ausbildung der Schichten und ihre Mächtigkeit mehr oder weniger von der am Gebel Ter verschieden ist. Ein Vergleich beider Profile zeigt dies deutlich und bestätigt die Tatsache des raschen horizontalen und vertikalen Wechsels in diesen Schichten.

Mit Schicht 7 beginnen die über den Exogyraschichten liegenden aschgrauen Schiefer. Diesem Komplex von Blättertonen sind einzelne Sandsteinbänke eingeschaltet. Sie treten an Mächtigkeit gegenüber den Blättertonen sehr zurück, beweisen aber, daß in den Bezirk, in welchem die Blättertone abgelagert wurden, gelegentlich Sandzufuhr erfolgte. Das Transportmittel des Sandes kann zweierlei Art gewesen sein: entweder ist der Sand durch periodische Flüsse vom Lande in das Meer verfrachtet und nahe der Küste abgelagert worden, oder der Sand ist durch Stürme in das Meer geweht worden.

Auf jeden Fall beweisen diese Sandsteinbänke, daß zur Zeit der aschgrauen Schiefer noch die Einflüsse des Landes in deutlicher Weise sich geltend machten.

Bei Schicht 14 dagegen, welche dem kreidigen Kalk der obersten Kreide entspricht, sind solche Beziehungen zwischen Land und Meer nicht mehr nachzuweisen. Es sind marine Ablagerungen aus größtenteils organogenem Material und erfüllt mit marinen Fossilien. Daher muß jetzt die Küste weiter nach Süd verlegt worden sein, und diese Transgression des Meeres nimmt stetig zu in der libyschen Stufe (= Schicht 15), wo der rein marine, küstenferne Habitus der Sedimente noch stärker ausgeprägt ist.

Es zeigt sich also, daß die Schichten der oberen Kreide zwar nach ihren Fossilien als größtenteils marin bezeichnet werden müssen, daß aber durch die Untersuchung des petrographischen Bestandes der Schichten deutlich ein bald größerer, bald kleinerer Anteil kenntlich wird, welcher nicht auf rein marine Bedingungen zurückzuführen ist. Vielmehr weist die »Übergangsfacies« alle Merkmale litoraler Entstehung auf, und zwar die besonderen Eigenschaften litoraler Entstehung in aridem Klima

Das beweisen vor allem die Massen von Gips, welche in den Schichten enthalten sind, dann die Quarzkörner, die in vielen der Bänke eingestreut

sind. Außer diesen petrographischen Beweisen ergeben sich aber auch in faunistischer Hinsicht die gleichen Schlüsse: die Mischung von marinen Formen (Korallen, Lamellibranchiaten, Gastropoden, Fischen) mit terrestrischen (Schildkröten, Dinosauriern) und die Zertrümmerung der Wirbeltierreste, welche primär ist und vor der Sedimentation, bzw. gleichzeitig mit ihr erfolgte, all das zwingt zu der Annahme einer Entstehung unter rasch wechselnden, bald mehr marinen, bald mehr terrestrischen Einflüssen, wie sie sich finden am Rande von Kontinenten, und zwar in diesem Falle an und nahe einer Küste, welche unter der Herrschaft ariden Klimas steht.

Nur nebenbei möchte ich erwähnen, daß die Ergebnisse, zu welchen ich hier gelangt bin, sehr gut übereinstimmen mit den Anschauungen, welche PASSARGE über die klimatischen Verhältnisse Afrikas im Mesozoicum gewonnen hat.

2. Zur Tektonik und Stratigraphie.

Bei der Aufnahme der Oase fand BALL, daß Gebel Tarif und Gebel Ter durch eine NNO.—SSW. streichende Verwerfung getrennt sind. An dieser Verwerfung ist eine Vertikalverschiebung von etwa 200 m erfolgt, und um diesen Betrag liegen die Schichten am Gebel Ter tiefer als am Gebel Tarif. BEADNELL hat dann festgestellt, daß auch östlich des Gebel Ter eine senkrechte Verwerfung durchstreicht, welche der zwischen G. Tarif und G. Ter parallel ist. Diese beiden Verwerfungen vereinigen sich sowohl nördlich als auch südlich des Gebel Ter (s. die Karte BEADNELLS in Geol. Mag. 1908, S. 51!) und streichen nach beiden Richtungen als einfache Verwerfung weiter. Nach Süd konnte sie BEADNELL noch 30 km weit verfolgen an einzelnen Aufschlüssen.

Im Gegensatz zu BALL erkannte BEADNELL, daß die Richtung dieser Störungszone fast N.—S ist, daß die Scholle des Gebel Ter nur etwas über 100 m abgesunken ist, und daß sie zwischen den beiden sie östlich und westlich begrenzenden Verwerfungen eine deutliche Synklinale bildet. Die Störungszone verläuft demnach genau in der Richtung der Längserstreckung der Oasendepression. Auf der geologischen Übersichtskarte von Ägypten 1:1 000 000 ist die Störungszone noch bis 60 km südlich des Gorn el Gennah, bis wohin sie BEADNELL verfolgte, eingezeichnet. Sie ist demnach auf eine Erstreckung von rund 100 km teils sicher, teils als wahrscheinlich nachgewiesen. Durch meine Untersuchungen am Nordrand der Oase kann ich nun mit einiger Sicherheit feststellen, daß die Störung sich noch weiter nach Nord fortsetzt.

Während der weitaus größte Teil der Depression nach West offen ist und ohne deutliche zwischengelagerte Höhenstufe zur Oase Dachel hinüberführt, verschmälert sich die Oase Khargeh in ihrem nördlichen Teile ganz bedeutend. Ein großes Plateau, aus den Gesteinen der obersten Kreide und des unteren Eocäns aufgebaut, springt von Nord gegen die Depression der großen Oasen vor, und je weiter man in der Oase

Khargeh nach Nord geht, desto näher kommt dieses Plateau dem Ost-
 rande der Oase. 16 km nördlich Gebel Ter reicht ein Sporn dieses Pla-
 teaus so weit gegen die Depression vor, daß ihr nördlichster Teil bis auf
 10 km Breite eingeeengt wird, und dieser schmale Teil erstreckt sich
 zwischen dem Sporn und dem einheitlichen Plateau, welches die Dep-
 ression in Ost und Nord begrenzt, noch 30 km weit nach N., wo die
 Depression am Fuße des Plateaus plötzlich endigt.

Dieser nördlichste Teil der Oase ist somit auf drei Seiten von steilen,
 mehrere 100 m hohen Plateauabstürzen umgeben und steht dadurch
 in auffallendem Gegensatz zu den andern Teilen der Oase. Es liegt
 nahe, die Erklärung dieses Gegensatzes in tektonischer Anlage zu suchen.
 Dafür bietet nun die schon auf weite Erstreckung nachgewiesene S.—N.-
 Verwerfung einen Anhalt. Auf der Karte BEADNELLS streicht diese
 Verwerfung vom Gebel Ter gerade gegen den SO.-Fuß des erwähnten
 Plateauspornes bei Ain Lebekha hin, und ihre Fortsetzung läge am
 Ostfuße des Plateaus, welches den nördlichsten Teil der Oase im W.
 begrenzt.

Es war mir nicht möglich, dieses Gebiet zu bereisen, und ich kann
 daher die Sache nicht mit Sicherheit entscheiden. Aber aus den Unter-
 suchungen BALLS in diesem Teil der Oase geht hervor, daß auch hier
 an manchen Stellen Lagerungsstörungen vorkommen. An einem kleinen
 Hügel im NO.-Eck der Oase beobachtete er eine Verwerfung zwischen
 kreidigem Kalk und Esnehschiefern und südlich Gebel Aduza Diskordanz
 zwischen aschgrauen Schiefern und kreidigem Kalk. BALL meint, daß
 diese Störungen möglicherweise eine Fortsetzung der großen Störungs-
 zone andeuten. Nun liegen diese Punkte zwar an der Ostseite der Oase,
 während von der Westseite, wo sie bei unverändertem Streichen der
 Verwerfung in erster Linie auftreten müßten, keine Störungen bekannt
 sind. Aber das mag einmal daran liegen, daß eingehende systematisch
 durchgeführte Untersuchungen darüber überhaupt fehlen, und dann ist
 es ja sehr wohl denkbar, daß die beiden Parallelverwerfungen des Gebel
 Ter sich nördlich des G. Ter nicht zusammenschließen, wie BEADNELL
 annimmt, sondern daß der am G. Ter deutlich sichtbare Graben sich
 als solcher nach N. fortsetzt. Das erscheint mir persönlich viel wahr-
 scheinlicher und ist am besten geeignet, die Form des nördlichsten
 Oasenteiles zu erklären.

Es macht den Eindruck, als ob diese tektonische Linie schon in
 früherer Zeit von Bedeutung gewesen sei. Denn die Esnehschiefer
 zwischen kreidigem Kalk und libyscher Stufe, welche am ganzen Ost-
 rand der Oase vorhanden sind, fehlen westlich der Störungszone, am
 Gebel Ter, Gebel Tarif und an dem Plateau, welches den Nordteil der
 Oase westlich begrenzt.

Dies hat bereits BALL festgestellt. Er beobachtete den allmählichen
 Übergang zwischen kreidigem Kalk und libyscher Stufe und das Fehlen
 von Fossilien in dieser an manchen Stellen. Daraus ergeben sich Schwie-

rigkeiten bei der Unterscheidung und Kartierung. So ist es gekommen, daß BALL die gesamte Kalkmasse nördlich Dabadib zum kreidigen Kalk rechnet, der danach dort eine Mächtigkeit von mindestens 90 m haben müßte¹⁾. In Wirklichkeit dürfte aber der kreidige Kalk 20 m in der Oase nicht überschreiten, wie auch BALL selbst annimmt. Er gibt auf S. 94 eine Tabelle über die Mächtigkeit der einzelnen Stufen, aus welcher hervorgeht, daß der kreidige Kalk zwischen 6 und 20 m schwankt. Meine Untersuchungen nördlich Dabadib ergaben eine Mächtigkeit von 10 m, und die hangenden 80 m festen weißen Kalksteins, welche in ihren untersten Schichten noch Lagen und Linsen von mergeligem Kalk enthalten, gehören schon zur libyschen Stufe des Untereocäns.

Ähnliche Verhältnisse fand auch BALL (S. 97) an einem vorspringenden Rücken des Plateaus östlich der Depression, im O. von Dusch an der Route nach Esneh. Der Weg führt in einer Rinne des Plateaus, welche in ONO.-Richtung verläuft und einer hier durchstreichenden Verwerfung ihre Entstehung verdankt. Südlich dieser Verwerfung erhebt sich der erwähnte Rücken, und er besteht aus 50 m mächtigem, kreidigem Kalkstein, dessen untere 20 m weicher sind als die oberen 30 m harten, graulichweißen Bänke. Fossilien wurden nicht gefunden, trotzdem ist BALL der Ansicht, daß höchstens die unteren 20 m zum kreidigen Kalk, die oberen 30 m aber schon zur libyschen Stufe gehören.

Esnehschiefer zwischen kreidigem Kalk und libyscher Stufe fehlen auch hier vollständig, und aus dem Profil BALLS (Taf. XVI, Fig. 6) geht hervor, daß keine Spur einer Diskordanz zwischen beiden Abteilungen vorhanden ist. Also auch in diesem Punkt besteht Übereinstimmung mit den Verhältnissen nördl. Dabadib. Daraus ergibt sich, daß der von BALL aus dem Fehlen der Esnehschiefer an verschiedenen Teilen des Oasenrandes, sowie am G. Tarif und G. Ter gezogene Schluß einer Unkonformität zwischen Kreide und Eocän falsch ist. Vielmehr besteht die Behauptung ZITTELS einer völlig konkordanten Überlagerung in diesem Teil der libyschen Wüste zu Recht.

Die Esnehschiefer sind, wie BEADNELL²⁾ richtig betont, keine durchgängig aushaltenden Schichten, sondern sind Übergangsschichten von wechselnder Mächtigkeit, welche an manchen Stellen vorhanden sind, an andern fehlen und durch Zunahme des Kalkgehaltes allmählich in die libysche Stufe übergehen. Sie sind zeitlich gleich der sogenannten »Kurkurstufe«, welche eine ganz lokale Ausbildung des untersten Eocäns darstellt, deren Bedeutungslosigkeit in paläontologischer, stratigraphischer und regionaler Hinsicht durch HUME und mich festgestellt wurde³⁾.

¹⁾ Im Text (S. 88) gibt BALL allerdings die Möglichkeit zu, daß die oberen Partien schon zur libyschen Stufe gehören!

²⁾ L. c. und Qu. J. G. Soc. 1905, S. 675.

³⁾ N. Jb. Min. 1913, Bd. 2, S. 23—48.

Aus dem, was über die Tektonik der Oasendepression mitgeteilt werden konnte, geht hervor, daß wenigstens die nördliche Hälfte der Depression von einer bedeutenden Störungszone durchschnitten wird. Es dürfte schwerlich gelingen, eine Fortsetzung dieser Zone nach Süd nachzuweisen, da dort der anstehende nubische Sandstein größtenteils mit Flugsand überdeckt ist. Dagegen ist es eine interessante und sicher lohnende Aufgabe, den nördlichsten, schmalen Teil der Oase genauer zu untersuchen und festzustellen, ob die tektonischen Linien über das Ende der Oase hinaus nach Nord sich erstrecken.

Die Entstehung der Depression ist demnach in erster Linie auf die tektonischen Verhältnisse zurückzuführen. Durch sie wurde die einheitliche Kalksteinplatte zertrümmert, und die an den Verwerfungen entstandenen tektonischen Breccien, deren Vorhandensein durch BALL an einigen Punkten nachgewiesen wurde, erleichterten die Tätigkeit der abtragenden Kräfte.

Damit ergibt sich einerseits Übereinstimmung mit den Verhältnissen in andern Oasen (Baharije z. B.), wo ebenfalls tektonische Ursachen ausschlaggebend waren für Entstehung und Form der Depression, andererseits aber ein Gegensatz zu Oasen, deren Bildung ohne solche tektonische Vorgänge erfolgt ist. Dazu gehört z. B. die Oase Kurkur westlich Assuan¹⁾. In der ganzen Depression dieser Oase konnte keine Spur einer tektonischen Störung nachgewiesen werden, es muß daher die Depression ausschließlich durch subaerische Kräfte gebildet worden sein.

Es fällt nun auf, daß hier nur eine im Vergleich zu den tektonisch vorgebildeten Oasen sehr kleine Oase entstanden ist, und ferner, daß die Abtragung nur die libysche Stufe und den kreidigen Kalk der obersten Kreide, und diesen nicht einmal in seiner ganzen Mächtigkeit, entfernt hat. In Khargeh dagegen sind außer diesen Stufen noch die gesamten Schichten zwischen kreidigem Kalk und nubischem Sandstein in einer Mächtigkeit von etwa 200 m und außerdem noch die obersten Lagen des nubischen Sandsteins abgetragen worden.

Daraus erhellt die große Bedeutung, welche tektonische Störungen für die Entstehung von Depressionen haben und in wie hohem Grade sie die Abtragung fördern und unterstützen.

3. Beobachtungen über exogene Vorgänge.

Die Wirkung des sandbeladenen Windes als abtragende Kraft ist genügend bekannt und besonders aus der libyschen Wüste sind schon häufig Beweise dafür gebracht worden. In den folgenden Ausführungen will ich daher auf die prinzipielle Seite des Gegenstandes nicht eingehen, sondern beschränke mich auf die Beschreibung einer Stelle, deren Besuch ich jedem Leugner einer abtragenden Tätigkeit des Sandwindes nur empfehlen kann.

¹⁾ Siehe BALL und LEUCHS (l. c. u. *Peterm. Mitt.* 1913, Aprilheft).

Am Nordrand der Oase nördlich Dabadib stiegen wir über einen mit Schutt bedeckten Hang empor. Er beginnt in dem Winkel zwischen zwei gegen die Depression vortretenden Plateauausläufern, welche mit sehr steilen bis senkrechten, etwa 100 m hohen Wänden über die Schutthänge am Fuß der Steilstufe aufragen.

Der Schutthang beginnt in dem innersten Winkel zwischen den Plateauausläufern. Diese sind durch eine schmale Rinne voneinander getrennt, und die Rinne liegt schon im eocänen Kalkstein, der auch die Steilstufe bildet.

Hier in der Rinne sind nun die Wirkungen von Deflation und Corrosion prächtig zu sehen. Wände und Boden der Rinne sind glatt poliert und spiegeln. Der Nordwind fegt mit großer Gewalt durch die Rinne und erzeugt durch seine Sandführung die ausgezeichnete Glättung. Härtere, widerstandsfähigere Teile des Kalksteins werden herauspräpariert, und besonders am Boden der Rinne ragen sie als kleine Zacken, als Nadeln und Miniaturpilzfelsen zu Hunderten auf.

Sie sind so häufig, daß es unmöglich war, ihnen auszuweichen, und bei manchem unserer Schritte brachen 10—20 solche Spitzen ab. Die Entstehung dieser zierlichen Formen bewirkt der sandbeladene Wind, und die Sandführung des Windes spürten wir im Gesicht und an den Händen durch den prickelnden Reiz, welchen die anprallenden Sandkörner erzeugten. Dabei war die Stärke, mit welcher die Windstöße bei vollkommen klarem Wetter durch die Rinne fegten, so groß, daß wir uns zeitweise an den Wänden festhalten mußten, um nicht umgeweht zu werden.

Eine weitere Wirkung des Sandwindes sieht man an den Wänden der Rinne. Kleine Härtenunterschiede zwischen den einzelnen Schichten des Kalksteins geben hier Veranlassung zur Entstehung von ungefähr parallelen, entsprechend der Lagerung horizontal verlaufenden Hohlkehlen. Sie werden gekreuzt von steilstehenden und senkrechten Spalten, welche durch den fortschreitenden Rückwitterungsprozeß in dem Kalkstein entstehen und den Absturz manchmal beträchtlich großer Massen vorbereiten. Auch die Entstehung der Rinne ist auf die Bildung einer solchen Spalte zurückzuführen. Diese Spaltenbildung ist charakteristisch für alle Gebiete Ägyptens, in welchen eine Kalksteinplatte weichere Schichten überlagert. Ich habe die dabei auftretenden Erscheinungen sehr gut beobachten können am Gebel Garra und Gebel Borga, und sie sind in gleicher Weise sichtbar an dem Plateau nördlich Dabadib.

Aus der Ferne gesehen, erscheint der Rand des Plateaus einheitlich und ungegliedert. Beim Näherkommen löst sich dann der Steilrand auf in eine Masse von gleich hohen, durch Rinnen und Furchen getrennten Tafelbergen, und steigt man in einer dieser Rinnen empor, so sieht man, daß nicht nur in der Richtung gegen die Depression, sondern auch in jeder andern Richtung Spalten die Platte durchziehen. Mit Verwerfungen haben diese Spalten nichts zu tun, sie sind lediglich durch

äußere Vorgänge entstanden und sind rasch vergängliche Erscheinungen in den jeweiligen Randpartien der Kalksteinplatte. Denn die durch die Spaltenbildung des festen Zusammenhaltes beraubten Kalksteinmassen rutschen auf ihrer weichen Unterlage ab und überstreuen den Schutthang am Fuß der Wand mit zum Teil riesigen Blockmassen. Hier erfahren sie dann weitere Umgestaltung bei allmählicher Verkleinerung und Abrundung. Dadurch werden die karrenähnlichen Formen, welche an der Oberfläche der Kalkplatte ausgezeichnet sichtbar sind, mehr und mehr zerstört.

Die Sandführung des Windes rührt von den Sandmassen her, welche auf dem Plateau liegen. Die Rinne, welche wir zum Aufstieg benutzten, setzt sich auf dem Plateau noch einige Kilometer weit nach Norden fort, und in ihr liegen einzelne Sandmassen. Andere Furchen des Plateaus sind mit großen zusammenhängenden Sandmassen erfüllt, welche wie Gletscher in den Tälern liegen. Der herrschende Nordwind treibt nun den Sand allmählich bis zum Rand des Plateaus vor, und hier erfolgt eine Trennung der Sandmasse. Der eine Teil fällt über den Steilrand hinab und auf die Schutthänge an seinem Fuß, wo er zusammen mit dem Gehängeschutt langsam abwärts wandert. Der andere Teil dagegen wird vom Wind entführt und erst in größerer oder geringerer Entfernung wieder abgelagert. Blickt man vom Steilrand nach Süden auf die Depression, so sieht man diese Ablagerungsformen ausgezeichnet. Eine ganze Anzahl von breiten Rinnen durchzieht das Sandsteingebiet. Die Rinnen sind getrennt durch niedere, in Hügelketten und Einzelhügel aufgelöste Rücken. Das ganze Formensystem konvergiert schwach nach Süden, gegen den Gebel Tarif hin. Die Rinnen aber sind mit Sand ausgefüllt, ebenso wie auf dem Plateau, und auch hier drängt sich der Vergleich mit Gletschern auf, die über eine Steilstufe abbrechend sich an ihrem Fuß regenerieren und die gleichen Formen bilden wie vorher.

Der Gebel Tarif, der sich als breite Mauer südlich dieses durchfurchten Gebietes erhebt, bildet für den wandernden Sand ein Hindernis. Er staut sich vor dem Berge, daher liegt an dessen Nordfuß eine breite Sandregion. Sie bildet den nördlichsten Teil jener gewaltigen Sandmassen, welche sich von hier, nur südlich des G. Tarif ein Stück weit, infolge der schützenden Wirkung des Berges, fehlend, als 10 bis 15 km breiter Streifen in N.—S.-Richtung durch die ganze Depression hindurchziehen.

† Solange die Formen dieser — und anderer gleichgerichteter Sandmassen der libyschen Wüste — nicht näher bekannt waren, bot ihre Erklärung große Schwierigkeiten. Denn man mußte annehmen, daß sich der Sand, entgegen den in andern Wüsten gemachten Beobachtungen, in Formen ablagerte, deren Längsrichtung parallel zur Windrichtung steht. Erst als festgestellt wurde, daß diese Sandstreifen aus einer Unzahl von Barchanen bestehen, welche alle quer zur Windrichtung liegen, war das Rätsel zum Teil gelöst. Zu erklären bleibt aber noch, warum

gerade innerhalb solcher verhältnismäßig schmaler Streifen bedeutender Sandtransport stattfindet, während die benachbarten Gebiete fast oder ganz frei von Flugsand sind. Es scheint mir, als ob die Ursache in einer ungleichen Verteilung des Windes zu suchen sei, derart, daß der Wind einzelne Bahnen bevorzugt, und deshalb längs dieser Bahnen seine Wirkungen in potenziert Form in Erscheinung treten.

4. Die jungen aquatischen Ablagerungen.

ZITTEL fand 1873 am Ostrand der Oase mächtige Kalktuffe mit Blättern von *Quercus ilex* und schloß daraus auf ein früher feuchteres Klima.

Bei der geologischen Aufnahme durch die ägyptische Survey entdeckte BALL noch weitere Vorkommen von Kalktuffen am Ostrand.

BEADNELL endlich führte den Nachweis, daß in prähistorischer Zeit zwei große Seen in der Oase bestanden.

Zusammen mit den an vielen Stellen der Oase vorhandenen Resten von Bauwerken, versandeten Quellen und alten Wasserleitungen, welche beweisen, daß noch zur Zeit der Römerherrschaft viel größere Flächen der Oase bebaut wurden als heute, ergibt sich daraus, daß der Wasservorrat der Oase früher viel bedeutender war. Die Oase Khargeh zeigt also die gleichen Erscheinungen wie die Oase Kurkur z. B. Auch in Kurkur ist eine beträchtliche Abnahme der Wassermasse erfolgt, wie durch BALL¹⁾ festgestellt und durch meine Untersuchungen²⁾ bestätigt wurde. Aber nicht nur in den Oasen selbst, sondern auch in ihrer Umgebung und in Gebieten der Wüste, die fern von jeder Oase liegen²⁾, kommen mächtige Kalktuffe vor und beweisen, daß auch dort in junger Zeit eine Änderung in der Wasserführung vor sich gegangen ist.

Nun hat WALTHER³⁾ für die Entstehung der Seen — oder Sümpfe, wie er annimmt — in der Oase Khargeh folgende von BEADNELL⁴⁾ als möglich gegebene Erklärung angenommen: Als die Deflation die wasserundurchlässigen roten Schiefer über dem liegenden wasserhaltigen Sandstein (= Surface water sandstone BEADNELLS) entfernt hatte, konnten die in dem Sandstein enthaltenen Wassermassen an die Oberfläche dringen. Dadurch entstanden die Seen. Durch das beständig vom Wind hineingewehte Material und durch die allmähliche Erschöpfung der Wassermenge im Sandstein gingen die Seen stetig zurück und trockneten endlich ganz aus. Denn aus der Tiefe konnten sie keine weitere Zufuhr erhalten, da unter dem Sandstein wieder eine wasserundurchlässige Schicht liegt. Es bildeten demnach die Seen nur eine rasch

1) On the Topographical and Geological Results of a Reconnaissance-Survey of Gebel Garra and the Oasis of Kurkur, Cairo 1902.

2) Peterm. Mitt. 1913 u. N. Jb. Min. 1913, Bd. 2.

3) Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl. 1912.

4) An Egyptian Oasis, London 1909.

vorübergehende Erscheinung, deren Entstehen und Vergehen nicht das geringste mit einer Klimaänderung zu tun hatte.

Gegen diese Annahme ist aber folgendes einzuwenden: wenn wirklich zur Zeit des Aufdringens des Wassers in der Oase das gleiche Klima herrschte, wie heute, dann hätte es überhaupt nicht zur Bildung eines Sees — oder Sumpfes — kommen können. Denn die undurchlässige Schutzschicht über dem wasserführenden Sandstein wurde von der Deflation nicht auf einmal und nicht überall gleichmäßig abgetragen. An den Stellen aber, wo die Abtragung den Sandstein erreichte, mußte jeweils Wasser zur Oberfläche kommen. War dessen Menge nur gering, so versickerte und verdunstete sie in dem ariden Klima, war sie größer, so mußte das Wasser die Umgebung der Quelle bedecken und dadurch die abtragende Wirkung der Deflation in diesem Bezirk unterbinden. Es hätte dann aber nicht zur vollständigen Abtragung der Schutzschicht in dem ganzen Gebiete kommen können. Nun sehen wir aber aus Karte und Profil BEADNELLS (l. c.), daß die Schutzschicht in dem ganzen Gebiete der alten Seen fehlt, und daß stets die Seeablagerungen direkt auf dem Sandstein liegen.

Eine andere Frage ist, ob die bei der Bloßlegung der wasserführenden Schichten zur Oberfläche aufsteigende Wassermenge groß genug war, um die Wirkungen des ariden Klimas aufzuheben. Ich bemerke dazu, daß die immerhin beträchtliche Wassermasse, welche heute, teils durch die Brunnen der Eingeborenen, teils durch die von der Corporation of Western Egypt gebohrten artesischen Brunnen (BEADNELL schätzte 1908 die gesamte aufsteigende Wassermenge pro Tag auf 50 000 cbm!), soweit sie nicht von den Pflanzungen absorbiert wird, spurlos versickert und verdunstet. Es müßten also bei der Bildung der Seen viel größere Wassermengen dauernd aufgedrungen sein, um den steten Verlust auszugleichen und darüber hinaus noch Wasser zur Füllung der Seebecken zu liefern. Dafür aber haben wir keine Beweise, dagegen sehen wir in den Kalktuffen Ablagerungen, welche gleichfalls für feuchteres Klima sprechen.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Existenz der Seen gleichzeitig ist mit der Bildung der Kalktuffe, daß diese dauernden oder periodischen Gewässern ihre Entstehung verdanken, welche von den umgebenden Höhen zur Oase hinabfließen.

Hier möchte ich erwähnen, daß die alten Seen tatsächlich ein noch größeres Areal bedeckten, als BEADNELL annimmt. Ich fand nämlich bei Dabadib auf dem Sandstein Ablagerungen, welche denen von Khargeh ganz ähnlich sind und sich nur durch rötliche Färbung von jenen braunen etwas unterscheiden.

Außerdem fand ich bei Dabadib, lose daliegend, ein Exemplar von *Murex brandaris*. Der ganz vereinzelt Fund dieses marinen Gastropoden ist natürlich überraschend, aber ich glaube, daß hier ein durch

den Menschen verschlepptes Stück vorliegt, besonders da die Purpurschnecke in der Nähe der Ruinen einer römischen Niederlassung lag¹⁾.

Außer den Seeablagerungen und Tuffen sind in der Oase noch einige, allerdings sehr minimale Reste gefunden worden, welche auf fluvia tile Ablagerung hinweisen.

BALL sah an einigen Stellen gerundete Quartärgerölle. Aus den Aufsammlungen SCHWEINFURTHS liegen in der Münchner Sammlung drei Stücke von fleischrotem Granit, von welchen zwei bei Beris im südlichen Teil der Oase, das dritte größere bei Khargeh gefunden wurde. Außerdem habe ich in zwei Drittel des Weges von Headquarters zum Gebel Ter ein etwa $25 \times 20 \times 10$ cm großes, kantengerundetes Stück des gleichen Granites gefunden. Nun muß aber betont werden, daß bei keinem der Altertümer in der Oase anderes Material verwendet wurde als Lehmziegel und Sandstein. Sowohl SCHWEINFURTH als auch BALL und BEADNELL erwähnen ausdrücklich, daß bei allen alten Bauten, soweit überhaupt festes Gestein dazu benutzt wurde, nur Sandsteinquadern zu sehen sind, und auch ich habe an dem Hibistempel nur Sandstein gesehen. Es erscheint daher ausgeschlossen, daß die Granitstücke etwa von den Bauten verschleppte Trümmer sind. Es bleibt als einzige Erklärungsmöglichkeit nur die Annahme, daß die Granitstücke durch fließendes Wasser hierher verfrachtet wurden.

Der nächste anstehende Granit ist erst in beträchtlicher Entfernung im Süden, an einigen aus dem Sandstein auftauchenden Hügeln (Gebel Abu Bayan usw.) zu sehen. Die Entfernung von dem nördlichsten anstehenden Granit zu dem am weitesten südlich gefundenen lose daliegenden Granitstück beträgt etwa 30 km, zu dem von mir gefundenen Stück etwa 120 km. Für Windtransport ist sowohl die Entfernung als auch die Größe der Granitstücke zu bedeutend.

Allerdings sollte man erwarten, wenn wirklich ein Fluß in S.—N.-Richtung die Oase durchströmt hätte, mehr Reste von fluviatilen Ablagerungen zu finden. Aber es ist zu bedenken, daß einerseits noch niemand gründlich danach gesucht hat, und andererseits fallen die lockeren Ablagerungen im Wüstenklima besonders leicht der Zerstörung, hauptsächlich durch Deflation, anheim.

Ich erinnere daran, daß ich auch in der Oase Kurkur einige deutlich gerollte ortsfremde Gesteinsstücke gefunden habe (l. c.), deren Herkunft ebenfalls nur durch fluviatilen Transport zu erklären ist.

Wie weit diese vereinzeltten Funde geeignet sind, die Annahme BLANCKENHORNS eines libyschen Urnils zu stützen, möchte ich dahingestellt sein lassen. Für heute scheint mir aus diesen Funden nur hervorzugehen, daß gleichzeitig mit der Ablagerung der Kalktuffe und mit der Existenz der Seen in der Oase Khargeh die südliche libysche Wüste von dauernden oder periodischen Flüssen durchfurcht wurde,

¹⁾ Diesen Hinweis verdanke ich Herrn Prof. SCHLOSSER.

welche in den schon damals vorhandenen Depressionen entweder in Endseen mündeten, wie in Khargeh, oder versiegten, wie in Kurkur.

Eine weitere solche Flußrinne, mit gut erhaltenen Schottern, benutzt die Bahn zur Oase Khargeh bei dem Aufstieg vom Niltal auf das Wüstenplateau. Nach WALTHER (l. c. S. 188) ist hier eine der Abflurinnen aufgeschlossen, welche von der libyschen Wüste zum Niltal, bzw. zu dem WALTHERSchen Endsee von Theben, führten.

Diese Flußrinne muß in Parallele gesetzt werden zu der, welche ich (l. c.) vom Fuß des Gebel Borga bis zum Niltal bei Kubbanije nachweisen konnte. Auch durch sie fand eine Entwässerung eines Teiles der libyschen Wüste zum Nil und ein Transport von Gesteinsmaterial statt.

Es ergibt sich somit durch die neueren Untersuchungen immer deutlicher, daß die libysche Wüste, wenigstens in ihrem südlichen Teile, eine feuchtere Klimaperiode durchgemacht hat. In dieser Zeit war das Gebiet von einer Anzahl von dauernden oder periodischen Wasserläufen durchzogen, von welchen Reste ihrer Ablagerungen an manchen Stellen noch sichtbar sind. Die Oasendepressionen, sowie das Niltal bestanden schon ungefähr in ihrer heutigen Form und dienten als Sammelbecken für die von den umgebenden Plateaus herabfließenden Gewässer. Beweise für die Existenz eines großen, zusammenhängenden, die ganze libysche Wüste von Süd nach Nord durchziehenden Flußsystems sind im südlichen Teil nicht gefunden worden.
