

Ueber den
geologischen Bau der libyschen Wüste.

Festrede

gehalten in der

öffentlichen Sitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München

zur Feier ihres einhundert und einundzwanzigsten Stiftungstages (28. März)

am 20. März 1880

von

Dr. Karl A. Zittel,

ordentl. Mitglied der math.-phys. Classe d. k. Akademie.

Mit einer geologischen Karte.

MÜNCHEN,
IM VERLAGE DER K. AKADEMIE.

Ueber den
geologischen Bau der libyschen Wüste.

Festrede

gehalten in der
öffentlichen Sitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München
zur Feier ihres einhundert und einundzwanzigsten Stiftungstages (28. März)

am 20. März 1880

von

Dr. Karl A. Zittel,

ordentl. Mitglied der math.-phys. Classe d. k. Akademie.

MÜNCHEN,
IM VERLAGE DER K. AKADEMIE.

Am südlichen Ufer des Mittelmeers, im sonnigen Nilland steht die Wiege der europäischen Cultur. Eigenartig wie ihre Monumentalbauten waren auch die religiösen und philosophischen Speculationen der alten Aegypter und mächtig deren Einfluss auf die Kunstentwicklung und Geistesrichtung der antiken Welt.

Auch in der Naturbeobachtung erweisen sich die Völker des Orients als die Lehrmeister des Abendlands. Nacht für Nacht glänzen dort die Gestirne am wolkenlosen Himmel und fordern auf zur Ergründung der geheimnissvollen, ihren Gang beherrschenden Naturkraft. Und der Nil mit seinem periodisch wiederkehrenden Anschwellen und Abnehmen, mit seinen befruchtenden Ueberschwemmungen; daneben die Wüste mit ihren versteinerten Muscheln, mit ihren Sanddünen und Salzseen, mussten sie nicht die Ueberzeugung von Wandlungen in der Gestalt der Erdoberfläche wachrufen? In der That für die ägyptischen Priester war ihr Land ein Geschenk des Nils, das der segenspendende Fluss in langsamem Kampfe dem Meergott abgerungen hatte. Ihnen galt die Wüste als einstiger Meeresboden, die Austern und Muscheln in der Nähe der Ammons-Oase als Zeugnisse früherer Ueberfluthung vom Ocean.

Jahrtausende sind seit jener Zeit dahin gegangen. Kriegsstürme und Missgeschick jeder Art haben die alte Cultur zertrümmert, Armuth und Unwissenheit ihre Schatten über das einstmals blühende Reich geworfen. Die Landstriche westlich und östlich vom Nil waren vergessen, die Oasen, im Alterthum reich bevölkert, mussten neu entdeckt werden.¹⁾ Durch die arabische Wüste führt allerdings eine viel begangene und oft beschriebene Strasse von Queneh nach Kosseir²⁾ und auch auf anderen Wegen ist das steinige Hochplateau zwischen dem Nil und rothen Meer mehrfach durchkreuzt worden³⁾, aber eine planmässige Untersuchung, namentlich auch mit Rücksicht auf seinen geologischen Bau, seine Vegetation und Thierwelt, hat erst in den letzten 5 Jahren G. Schweinfurth, der verdiente Afrikaforscher, theilweise in Gemeinschaft mit Dr. Güssfeld, unternommen.⁴⁾

Dicht am Westrand des Nilthals beginnt die libysche Wüste, in geringer Entfernung vom Fluss eine terra incognita im buchstäblichsten Sinn; eine Wüste, die an Wasserarmuth, Sterilität und Unzugänglichkeit alle anderen Theile der Sahara übertrifft. Nur die Oasen sind in diesem Jahrhundert mehrfach das Ziel unternehmender Reisender geworden. Zuvörderst Siuah, das weltberühmte Heiligthum des Jupiter Ammon mit seinen Tempelruinen und seiner Akropolis, zwischen deren Grundmauern jetzt Berberstämme ihre armseligen Lehmhütten eingefügt haben ⁵⁾. Seltener sahen die südlich in der Thebais gelegenen Oasen europäische Gäste ⁶⁾, und unter ihnen nur einen einzigen Naturforscher, den Franzosen Caillaud ⁷⁾. Leider befand sich aber im Jahre 1818 die Geologie noch so sehr in der Kindheit, dass auch Caillaud nur unbestimmte Berichte über die von ihm berührten Länder zu liefern vermochte.

Mit grossem Geschick stellte Russeger ⁸⁾ im Jahre 1841 alle über die libysche Wüste bekannten Thatsachen zusammen. Das Werk dieses kenntnissreichen und geistvollen Reisenden bietet eine Fülle neuer Beobachtungen und auch da, wo ihm persönliche Anschauungen fehlen, ist das vorhandene Material mit feiner Kritik verwerthet. Seine geologische Karte von Aegypten umfasst die libysche und arabische Wüste, wovon er die erstere gar nicht, die letztere nur flüchtig besucht hatte. Trotz der unter solchen Umständen nicht zu vermeidenden Irrthümer steht die Russeger'sche Karte doch hoch über einer neueren, welche durch anspruchsvolle Grösse auf der Weltausstellung von Paris im Jahre 1867 die Augen der Besucher auf sich zog. Sie war begleitet von einem Werk über die physische Beschaffenheit Aegyptens und seiner Nachbarländer. Der Verfasser beider, Figari ⁹⁾, wäre durch einen vieljährigen Aufenthalt in Aegypten, durch seine Stellung als Professor der Naturgeschichte an der medicinisch-pharmaceutischen Schule in Cairo, sowie durch zahlreiche Reisen im Nilthal und der arabischen Wüste in der günstigsten Lage gewesen, die beschämenden Lücken unserer Kenntniss des nordöstlichen Afrika's auszufüllen. Allein Figari besass nicht die genügende geologische und paläontologische Vorbildung, um seine Untersuchungen und Sammlungen entsprechend zu verwerthen. Seine Beschreibungen der krystallinischen Gesteine ermangeln der Schärfe, seine Bestimmungen der fossilen Ueberreste sind grösstentheils falsch und grobe Irrthümer in der Beurtheilung des Alters der Sedimentärgebilde drücken den Werth seines Werkes tief herab. Für die libysche Wüste standen Figari keine eigenen Beobachtungen zu Gebote; seine geologische Karte ist für dieses Gebiet ein reines Phantasiegebilde, dem der Stempel der Unwahrscheinlichkeit sichtbarlich aufgedrückt ist.

Durch spätere Reisende, namentlich durch Delanoüe¹⁰⁾ und Fraas¹¹⁾ wurden die älteren Anschauungen über den geologischen Bau Ober-Aegyptens wesentlich berichtigt und damit auch neue Anhaltspunkte für die westwärts gelegenen Landstriche gewonnen. Sie waren so vielverheissend, dass ich es als eine glückliche Fügung betrachtete, mich im Jahre 1873 an einer Expedition betheiligen zu dürfen, welche der damalige Chedive von Aegypten, Ismaïl Pascha, unter der bewährten Führung von Gerhard Rohlfs zur wissenschaftlichen Erforschung der libyschen Wüste ausrüstete. Eine ausführliche Reisebeschreibung von G. Rohlfs, ein Album prächtiger photographischer Aufnahmen von Remélé, ein grösseres Werk über die physische Geographie und Meteorologie von Professor Jordan und eine Reihe von Abhandlungen über die Flora und Fauna der libyschen Wüste von Professor Ascherson legen Zeugniß von der Thätigkeit und den Erfolgen der verschiedenen Theilnehmer der Expedition ab. Ueber die geologischen und paläontologischen Verhältnisse sind bis jetzt nur wenige kurze Bemerkungen der Oeffentlichkeit übergeben worden und wenn ich es heute unternehme, den ersten umfassenderen Bericht an diesem festlichen Tage abzustatten, so bin ich mir freilich wohl bewusst, dass mein Thema wenig für eine akademische Festrede geeignet ist, da es sich enger in den Grenzen der Fachwissenschaft bewegt, als es sonst von dieser Stelle aus zu geschehen pflegt. Vielleicht darf ich aber für meine Mittheilungen auf die besondere Nachsicht dieser erleuchteten Corporation hoffen, da dieselbe schon bei einer anderen Gelegenheit ihr Interesse an der libyschen Expedition an den Tag gelegt hat, indem sie deren hohen Protektor als Ehren-Mitglied in ihre Mitte aufnahm.

An der Grenzscheide zweier Welttheile, wo sich seit Jahrtausenden die Völkerschaften von Afrika, Asien und Europa begegnen, liegt Aegypten. Im Osten und Norden vom Meer umfasst, verlieren sich seine Grenzen nach Westen und Süden im Sande der libyschen Wüste und in den steinigen Steppen Nubiens. Könnten wir einen Vogel auf seinem Fluge begleiten und mit seinem scharfen Auge aus der Höhe herabschauen, so läge nördlich vom ersten Katarhakt eine weite steinige Fläche von grauer oder braungelber Farbe unter uns und mitten hindurch sähen wir den Nil in einer tief eingeschnittenen Rinne dahin fliessen. Kein Zweifel würde dem Beschauer bleiben, dass die beiden unwirthlichen Hochebenen rechts und links vom Fluss ehemals eine einzige zusammenhängende Fläche bildeten, aber verschiedene Höhenlage und abweichende meteorologische Bedingungen haben im Lauf der Zeit der libyschen und arabischen Wüste ein total verschiedenes Aussehen verliehen.

Auf der arabischen Seite steigt das vielfach zerrissene und mit zackigen Gipfeln geschmückte Plateau nach Osten hin rasch aufwärts und erreicht in seinen stärksten Anschwellungen eine Höhe von 1500 Meter. Diese befinden sich am Fusse eines Gebirgszuges, welcher der Küste des rothen Meeres folgend die eigentliche Wüste abschliesst. Am Gebel Gharib, Gebel Duchan und den zahlreichen anderen Gipfeln dieser langen, aus krystallinischen Gesteinen bestehenden Kette, welche mit ihren höchsten Spitzen den Meeresspiegel um 2500 Meter überragt, condensiren sich die von den Winden herbeigeführten Wasserdämpfe und fallen als Regengüsse auf die benachbarten Wüstenstriche herab. Dann stürmen wilde Giessbäche durch die Trockenthäler, die wie ein verzweigtes Arteriennetz die arabische Wüste durchziehen. Wohl verschwinden sie schon nach wenigen Stunden oder Tagen, aber sie füllen die natürlichen Cisternen, und ein Theil ihres Wassers wird als Bodenfeuchtigkeit jahrelang von wasserdichten Schichten zurückgehalten. An solch' begünstigten Stellen entwickelt sich eine zur Erhaltung durchziehender Heerden und Karawanen ausreichende Vegetation. Gewaltig sind die zerstörenden Wirkungen der meteorischen Gewässer in der arabischen Wüste und ihnen verdankt sie die mannichfaltig gegliederte Oberfläche. Dies pittoreske, mit Thälern, Schluchten, Gebirgen, Cisternen und Quellen, stellenweise mit reichlicher Vegetation ausgestattete und da und dort sogar für den Menschen bewohnbare Hochland, dessen Charakter ich soeben zu zeichnen versuchte, entspricht nach keiner Richtung der landläufigen Vorstellung einer Wüste.

Eine solche finden wir am linken, libyschen Ufer des Nils. Auch dort breitet sich von Esneh bis zum Fayum eine Hochebene aus, allein diese ist von keinem nennenswerthen Quer- oder Längsthal durchschnitten und von keiner hochragenden Bergspitze gekrönt. Ihre mittlere Höhe hält sich zwischen 2—300 Meter über dem Meeresspiegel und nur ausnahmsweise steigt sie auf 400—450 Meter an. Jahrzehnte können vergehen, ohne dass ein kräftiger Regenschauer den vom Flugsand glatt gescheuerten Felsboden befeuchtet; darum auch absoluter Mangel an Cisternen und Brunnen und darum eine überaus kümmerliche Vegetation. Dennoch entbehrt selbst diese Wüstenform nicht eines eigenthümlichen Reizes. Selten überschaut das Auge eine endlose Ebene; meist ist die Oberfläche mehr oder weniger gegliedert. Muldenförmige Vertiefungen, staffelförmig aufsteigende Terrassen, denen stets mehrere Zonen kegelförmiger, oben abgestutzter Inselberge von gleicher Höhe vorausgehen, wilde Felsenlabyrinthe und langgezogene Sanddünen unterbrechen die Einförmigkeit des steinigen Tafellandes.

Fast parallel mit dem Laufe des Nils schliesst die südliche Hälfte der Hochebene im Westen mit einem Steilrand von 100 — 300 Meter Höhe plötzlich ab. Kurze, aber tief eingeschnittene Thäler und Schluchten, zackige Vorsprünge und gewaltige Schutthalden verleihen dem Gehänge, welches die Einsenkung der thebaischen Oasen begrenzt, ein wildes, an Hochgebirgs-Landschaften erinnerndes Aussehen. In der südlichsten Oase Chargeh sieht man den Steilrand im Osten; er wendet sich an ihrem Nordende, der starken Biegung des Nils zwischen Queneh und Girgeh entsprechend, rechtwinklich gegen Westen und zieht als Nordrand an Dachel vorbei. Beide Oasen stehen in unmittelbarem Zusammenhang, ihre tiefste Einsenkung liegt unmittelbar am Fusse des Gehänges und dort besteht ihr Boden aus bunten, grellroth oder grün gefärbten Mergeln, die von Sandsteinbänken unterbrochen die lichten Kalksteine der benachbarten Höhen unterlagern. Gegen Süden und Westen verlaufen die beiden Oasen ohne bestimmte Grenze in die Wüste. Zwischen Dachel und Farafreh verliert sich der Steilrand eine Strecke weit unter Sanddünen, tritt aber östlich von Farafreh wieder stattlich hervor und bildet, indem er sich in weitem Bogen nach Südwest zurückwendet, eine grosse Bucht, worin die zerstreuten Palmengärten und Getreidefelder der Oase wie winzige grüne Inseln hervorleuchten.

Nördlich von Farafreh dehnt sich das Kalkplateau nach allen Richtungen und namentlich auch nach Westen hin aus, aber indem es sich mehr und mehr verflacht, gewinnt es zugleich einen mildereren Charakter. Hat man in der Richtung nach Siuah eine durch Einförmigkeit geradezu abstossende Hammada überschritten, so gelangt man in die von der grossen Syrte bis zum Nil verlaufende Depression, worin die Oasen Andjila, Siuah, Garah, die verlassene Ansiedelung von Aradj und eine Reihe azurblauer Salzseen liegen. Auf dieser von der Natur geschaffenen Strasse bewegt sich seit Jahrhunderten der Landverkehr zwischen Aegypten und Tripolitanien. Sie bildet den Abschluss des libyschen Kalksteinplateau's und zugleich die Südgrenze einer zweiten, aus jüngeren Tertiärschichten bestehenden Hochebene, welche erst an den Ufern des Mittelmeers ihr Ende findet. Die bemerkenswertheste Eigenthümlichkeit dieser Depressionswüste beruht in zahlreichen, beckenartigen Einsenkungen, von denen die kleinern durch steile, wenn auch niedrige Felswände scharf begrenzt sind. Weicher Salz- oder Gypshaltiger, von Feuchtigkeit durchtränkter Blättermergel ist ihr Boden und wo das Uebermass von Salz nicht den Pflanzenwuchs verhindert, sprossen Wüsten- gewächse, darunter auch wilde Palmen in ungewöhnlicher Menge hervor. In den tiefsten und grössten Mulden gibt es aufsteigende Thermalquellen süssen Wassers, häufig auch scharfgesalzene Salzseen, umgeben von ausgedehnten, braunen Salzstümpfen.

Wenden wir uns von dem freundlichen Bild der Oase Siuah mit ihren Inselbergen, ihren Seen, ihren prächtigen Palmenwäldern, ihren festungsähnlichen Dörfern, ihren wasserreichen Brunnen, woraus hundert Adern dem Boden den Lebensnerv zuführen, wieder zurück nach den südlichen Oasen und richten von Chargeh oder Dachel den Blick nach Westen, so schauen wir in das unbekanntes Herz der libyschen Wüste hinein. Knapp hinter den letzten Palmengärten beginnt ein langsam ansteigendes Flachland, das alle Schrecknisse der Sahara in potenzirtester Form zur Schau trägt. Zuerst eine sterile Ebene übersät mit schwarzgefärbten, lavaähnlichen Sandsteinblöcken und durchzogen von lichtgelben Sanddünen. Weiter nach Westen rücken die Dünenketten dichter aneinander, der felsige Boden in den Zwischenräumen bedeckt sich mit Sand und so wandelt sich schliesslich die ganze Landschaft in ein unabsehbares Sandmeer um, aus welchem Dünen von 100—150 Meter Höhe, wie riesige, erstarrte Wellen hervorragen. Lichtgelber, reiner Quarzsand ist jetzt das allein herrschende Gestein geworden. Unter ihm erstirbt die letzte Spur von Vegetation. Auch dem Menschen tritt sie als unübersteigliche Schranke feindlich gegenüber.

Wäre mir heute die Aufgabe gestellt, über den Zusammenhang des geologischen Baues der Erde mit ihrer Oberflächengestaltung zu sprechen, so hätte ich schwer ein lehrreicherer Beispiel wählen können, als Aegypten und seine benachbarten Wüsten. Der Länder giebt es wenige, wo der Skeletbau der Erdkruste so unverhüllt zu Tage tritt und wo jede, auch die geringste Veränderung in der Zusammensetzung des Bodens sofort in der äusseren Configuration ihr Widerspiel findet. Keine neidische Bedeckung von Ackerkrume oder Vegetation verbirgt das anstehende Gestein und keines der sonst so verbreiteten jüngeren Schwemmgelände gewinnt hier eine nennenswerthe Entwicklung. Wohl tritt der Sand als spezifische Wüstenerscheinung an ihre Stelle, allein er ist auf bestimmte Regionen beschränkt und nur ausnahmsweise so verbreitet, dass er die Beobachtung ernstlich behindert. Meist liegt das Land wie eine geologische Karte vor dem Beobachter, und da überdies der jungfräuliche Boden alle im Verlauf der Jahrtausende ausgewitterten Versteinerungen aufbewahrt hat, so findet der Geologe auf einer Wüstenreise reichen Ersatz für seine Mühen und Entbehrungen.

Mit der vorausgeschickten landschaftlichen Skizze habe ich der Hauptsache nach schon die Grundzüge der geologischen Verhältnisse unseres Gebietes entworfen.

Nicht am Nil liegt, wie wir gesehen haben, die natürliche Grenze der libyschen Wüste, sondern an dem Gebirgszug längs der Küste des rothen Meeres; denn geologisch betrachtet sind die Hochebenen auf der libyschen und arabischen Seite nur eine einzige schwach muldenförmig gebogene Gesteinsplatte, in deren tiefster Einsenkung der Nil sein Rinnthal eingegraben hat.

Im arabischen Küstengebirge wechseln Granit, Diorit, Hornblendeschiefer, Gneiss und andere krystallinische Gesteine vielfach mit einander und sind durchsetzt mit Gängen jener prachtvollen Porphyrvarietäten, welche am Gebel Dukhan und bei Hammamat von den alten Aegyptern und Römern in grossartigen Steinbrüchen gewonnen und mit unsäglicher Mühe mitten aus der Wüste nach dem Nil geschafft wurden.

Nur insofern, als dieses Gebirge mit seinem Westabfall das Widerlager für die jüngeren Sedimentgesteine der arabischen Wüste liefert, gehört es überhaupt noch in den Bereich meiner heutigen Betrachtung. Es bildet den östlichen Rahmen der grössten auf der Erde existirenden Ebene, die erst am entgegengesetzten Ende des afrikanischen Continentes am atlantischen Ocean und am Südwestfuss des Atlasgebirges ihren natürlichen Abschluss findet. Alles Land dazwischen ist in früheren Erdperioden, namentlich in der Kreidezeit, Meeresboden gewesen und in wenig gestörter, häufig sogar vollständig horizontaler Lagerung breiten sich die Sedimentgesteine in weiter Erstreckung darüber aus. Eine Linie von Suez nach Assuan am oberen Nil bezeichnet ungefähr die von den Gewässern des einstigen Kreidemeeres bespülte Küste. Ob vorher in der Jura, Trias oder paläolithischen Zeit das nordöstliche Afrika als Festland aus dem Wasser hervorragte, möchte aus dem Grund vermuthet werden, dass nirgendwo bis jetzt Ablagerungen jener Formationen im jetzigen ägyptischen Territorium beobachtet wurden.¹²⁾

Unmittelbar über der krystallinischen Unterlage ruht dort als ältestes Sedimentgebilde Aegyptens ein glimmerreicher Quarzsandstein von meist braunrother Farbe. Er ist wohl geschichtet, 100 und mehr Meter mächtig, im nördlichen Theil der arabischen Wüste horizontal gelagert, im südlichen nach den Angaben Figari's häufig mehr oder weniger steil aufgerichtet. Buntgefärbte graue, rothe und violette Mergel wechseln mit dem Sandstein, und nehmen zuweilen durch Bitumen oder Braunkohle eine schwärzliche Färbung an. Diese Einlagerungen haben zu wiederholten Malen Veranlassung zu erfolglosen bergmännischen Versuchen auf Steinkohlen gegeben. Die ungemein spärlichen Versteinerungen (fossiles Holz, Austern, Steinkerne von ?*Cardium*) gestatten keine directe Alters-

bestimmung dieses Sandsteins¹³⁾, auf welchen in concordanter Lagerung ein 100—150 Meter mächtiger Complex von etwas heller gefärbten Kalkmergeln mit dazwischen geschobenen Kalksteinbänken folgt, beide gleich reich an wohl erhaltenen Versteinerungen.¹⁴⁾

Aus der Umgebung der ältesten Klöster der Christenheit, Sanct Paul und Sanct Anton „diesem Eldorado der Geologen“ sind von früheren Reisenden schon mancherlei Fossilien nach Europa gebracht worden, aber erst durch die umfassenden und sachkundigen Aufsammlungen Schweinfurth's haben wir genauere Anhaltspunkte über das Vorkommen dieser Versteinerungen und über das Alter der sie umschliessenden Schichten erhalten.¹⁵⁾ Die reiche Fauna, in welcher Seeigel aus der Gattung Hemiaster, Ammoniten und charakteristische Austern vorherrschen,¹⁶⁾ ist bereits von der Sinaihalbinsel, aus Palästina und Syrien bekannt. Sie findet sich dort in Ablagerungen von unzweifelhaft cenomanem Alter, welche einen Braunkohlen und Asphalt führenden Sandstein bedecken, dessen Zugehörigkeit zur mittleren Kreide durch einige charakteristische Schalthierreste bestimmt wird.¹⁷⁾

Ueber den versteinerungsreichen Mergelschichten bildet in der Nähe des Klosters St. Anton ein schneeweisser erdiger Kalkstein den Abschluss der Kreideformation. Zahlreiche Exemplare von *Gryphaea vesicularis* und *Ostrea larva* weisen dieser bis zu 300 Meter mächtigen Ablagerung¹⁸⁾ ihren Platz in der Senonkreide an. Die bekannten Rudistenkalke vom Gebel Attakah bei Suez¹⁹⁾, welche ihrem Alter nach zwischen die fossilreichen Cenomanschichten und den weissen Kreidekalk mit *Gryphaea vesicularis* und *Ostrea larva* gehören, sind in der arabischen Wüste bis jetzt nicht nachgewiesen worden.

Ueberhaupt bedeckt hier die obere Kreide nur ein sehr beschränktes Areal.²⁰⁾ Ueber ihr thürmen sich 6—800 Meter hohe Felswände von festem Nummulitenkalk auf.

Verlassen wir jetzt die arabische Wüste um unsere Aufmerksamkeit den geologischen Verhältnissen des linken Nilufers zuzuwenden, so begegnen wir den ältesten Ablagerungen der Kreideformation südlich von Esneh, wo der mauerähnliche Steilrand des Nilthals in ein niedriges Hügelland verläuft. Statt weissem Nummulitenkalk tritt ein röthlichbrauner Sandstein zu Tage, welcher von da an durch mehr als 10 Breitengrade in ganz Nubien bis zu den Grenzen von Kordofan und Sennaar die herrschende Gebirgsart wird.

Das ist der berühmte nubische Sandstein Russegger's, dessen geologische Stellung so viele Controversen hervorgerufen hat.²¹⁾

Die alten Aegypter wussten den Werth dieses unvergänglichen Baumaterials besser zu schätzen, als ihre Nachkommen. Für die Tempel und Monumentalbauten am oberen Nil wurde vorzugsweise nubischer Sandstein aus den Steinbrüchen von Silsileh verwendet; gab es doch kein anderes Gestein, welches bei gleicher Festigkeit durch regelmässige Schichtung und Wechsellagerung mit weichen Mergeln die Ausbringung so gewaltiger Riesentafeln ermöglichte, deren die Aegypter für ihre gewölblosen Bauten bedurften.

Nachdem der Sandstein in den niederen Hügelzügen am Nil zwischen Esneh und Edfu aufgetaucht, breitet er sich nach allen Seiten aus.²²⁾ Ich habe ihn in der Oase Dachel zuerst kennen gelernt, wo er gleichfalls als Material für einen in der römischen Kaiserzeit errichteten Tempel diente. Auch die sterile Ebene südlich und westlich von Chargeh besteht aus blassroth oder bräunlich gefärbtem Quarzsandstein. Verkieselte Baumstämme von Dikotyletonen, Palmen und Coniferen sind die einzigen aber häufig vorkommenden Versteinerungen.²³⁾ In der Regel schalten sich an seiner oberen Grenze buntgefärbte Mergel ein und nach und nach erfüllen sich beide mehr oder weniger reichlich mit Versteinerungen. Hayfischzähne charakterisiren in der Regel die Sandsteinbänke, Muscheln und Schnecken die Mergelschichten.²⁴⁾ Nach oben gewinnen die weichen, thonigen Gesteine immer mehr das Uebergewicht. Es entwickelt sich ein Schichtencomplex von circa 150 Meter Dicke aus wechselnden Ablagerungen von grellrothen, grünen oder grauen Mergeln, eisenschüssigem Sandstein und vereinzelt, unreinen Kalksteinbänken. Steinsalz und Gyps durchdringen als nie fehlende Ingredienzien namentlich die mergeligen Schichten, treten jedoch nicht in grösseren, selbständigen Massen auf.²⁵⁾

Das leitende Fossil dieses Complexes ist eine von Overweg im Jahre 1850 zwischen Tripolis und Murzuk aufgefundene Auster (*Exogyra Overwegi*).²⁶⁾ Wie in Tripolitaniën, so erfüllen ihre wohl erhaltenen Schalen auch in den Oasen Chargeh und Dachel ganze Schichten und tief im Innern der libyschen Wüste tauchen zuweilen mitten im Sandmeer braungefärbte Flächen hervor, wo meilenweit der Boden mit Austern bedeckt ist²⁷⁾. Eine Menge anderer Versteinerungen von selten schöner Erhaltung begleiten die *Exogyra Overwegi*. Nur wenige Arten dieser reichen und zum grössten Theil neuen Fauna sind bis jetzt ausserhalb der Sahara und zwar ausschliesslich in der obersten Kreide gefunden worden²⁸⁾.

Wenn ein süddeutscher Geologe in Gesteinen, die ihn an die Keuperlandschaften Schwabens und Frankens erinnern, nicht ohne Ueberraschung Fossilien der obersten Kreide findet, so wird in den Oasen seine Aufmerksamkeit noch mehr durch eine andere Erscheinung gefesselt.

Die Bewässerung der libyschen Depressionen durch aufsteigende Thermalquellen gehört sicherlich zu den anziehendsten geologischen Problemen der Sahara. Den Quellen allein verdanken die Oasen ihr Dasein, denn Wasser bedeutet unter jenem Himmelstrich Leben. Wüste und Culturland stehen dort unvermittelt neben einander. Wo das Nass aus der Tiefe emporquillt, da bringen Wüstensand und nackter Steinboden Palmen, Akazien, Oliven, Fruchtbäume, Getreide und Gewächse mancherlei Art hervor, deren Verbreitung freilich mit dem letzten versickernden Wassertropfen aufhört. Und unerschöpflich scheint der unterirdische Wasserreichthum zu sein, denn wo auch immer in den Oasen gegraben wird, überall stösst man in grösserer oder geringerer Tiefe auf Wasser, das nach Lösung seiner Fesseln mit gewaltiger Druckkraft an die Oberfläche steigt. Die Brunnenschächte durchfahren in Chargeh und Dachel 200—325 Fuss bunte Mergel- und Sandstein, dann wird die letzte, den Oasenbewohnern wohlbekannte wasserdichte Sandsteinbank durchstossen und nun ergiesst sich ein mächtiger Wasserstrom in die aus Palmenkasten gezimmerte Ausflussröhre. Gut gefasste Quellen haben in den beiden südlichen Oasen eine Temperatur von 35—38° C, in Farafreh, wo das Wasser auch noch die obersten Kreideschichten zu durchbrechen hat, sinkt die Temperatur auf 26° C. herab; sie schwankt in den zahlreichen, zum Theil aus uralter Zeit herrührenden Brunnen der Oase Beharieh zwischen 24 und 36° und erreicht in den Hauptquellen der Ammons-oase, welche aus salzigem Tertiärboden ausfliessen und dadurch an Wohlgeschmack verlieren, noch immer 28° C.

Nach Russegger²⁹⁾ wäre es der Nil, welcher den Oasen Chargeh, Dachel und Farafreh auf schwach westwärts geneigten Schichten den Ueberschuss seines Grundwassers zuführte, während die Oasen in der nördlichen Depression durch meteorische Niederschläge der cyrenaischen Hochebene genährt würden. Doch dem ist nicht so. Schon die hohe, das Jahresmittel von Ober-Aegypten weit übersteigende Temperatur der Quellen widerspricht dieser Hypothese. Ein Zufluss vom Nil nach den libyschen Oasen ist zudem ausgeschlossen durch die Schichtenneigung, welche wohl eine Bewegung des Wassers in der Richtung von West nach Ost, nicht aber vom Nil nach den Oasen gestatten würde; zudem liegen die Ausflussstellen mehrerer Quellen etwas höher, als die correspondirende Thalsole des Nils in gleicher Breite. Nach der Temperatur der Brunnen und

der sanften nordöstlichen Neigung sämtlicher, den Boden der libyschen Wüste zusammensetzenden Gesteine, scheint es mir wenig zweifelhaft, dass nicht allein die Brunnen der Oasen, sondern auch die zahlreichen salzhaltigen, natürlichen Quellen und Seen in der Depression zwischen Siuah und dem Nil aus ein und demselben unterirdischen Reservoir gespeist werden.

Hoch oben in der regenreichen Zone von Central-Afrika müssen die atmosphärischen Niederschläge theilweise versickern und auf wasserdichten Schichten zwischen dem nubischen Sandsteine nach Nord-Osten geführt werden, wo sie sich in einer seichten Mulde westlich vom Nil sammeln. Eine schwache Aufbiegung der Kreideschichten unter der nördlichen Depression, wie sie sich aus dem geologischen Bau der Oase Beharieh folgern lässt, verhindert das Abfließen des unterirdischen Stromes nach dem Mittelmeer und so entsteht unter dem Abschluss wasserdichter Kreidemergel ein Reservoir von gewaltiger Ausdehnung. Dieser verborgenen Arethusa verdankt die libysche Wüste ihre Oasen. Schon die alten Thebaiden werden von Olympiodor als kundige Brunnengräber gerühmt. Noch heute sprudeln in Chargeh und Beharieh kräftige Bäche aus Brunnen aus, die vor nahezu 2000 Jahren gegraben wurden. Eine Menge verschütteter Quellen, Ruinen von Tempeln, Städten und Dörfern beweisen, dass die libyschen Oasen, diese vielgepriesenen „Inseln der Glücklichen“ einst bessere Tage gesehen haben. Indess noch immer fließt der unterirdische Strom in ungeschwächter Kraft und harret nur der Hände, um an die Oberfläche gelockt und für den Menschen nutzbar gemacht zu werden.

Auf die bunten Mergel- und Sandsteinschichten mit *Exegyra Overwegi* folgt in der libyschen Wüste noch eine weitere zur Kreideformation gehörige Ablagerung von über 200 Meter Mächtigkeit³⁰⁾. Dieselbe besteht in ihrer unteren Hälfte aus dünnschichtigen, blättrigen Thonmergeln von schmutzig grüner oder grauer Farbe, in ihrer oberen aus schneeweissem wohlgeschichtetem Kalkstein oder erdiger Kreide. In der unteren durch Reichthum an Gyps und Steinsalz ausgezeichneten Abtheilung finden sich zahlreiche in Brauneisenstein umgewandelte Steinkerne von Muscheln, Schnecken, Seeschwämmen und Seeigeln³¹⁾, in der oberen sind die fossilen Reste gut erhalten, die Schalen der Mollusken zuweilen verkieselt³²⁾. Verschiedene Arten finden sich in beiden Abtheilungen, jedoch stets in abweichendem Erhaltungszustand. Charakteristische Leitfossilien, wie *Ananchytes ovata*, Hayfischzähne, *Cirrhipedenschalen*, Ven-

triculiten lassen keinen Zweifel an der Zugehörigkeit dieser Ablagerungen zur obersten Abtheilung der Kreideformation.³³⁾

Im nordöstlichen Afrika und insbesondere in der libyschen Wüste gibt es keine scharfe Demarcationslinie zwischen Kreide und Tertiärzeit. Keine Störungen in der Schichtenfolge, keine Einschaltung von Süßwasserabsätzen, ja nicht einmal eine Lücke in der Sedimentbildung bezeichnen den wichtigen Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten, wo die Herrschaft der Reptilien zu Ende geht und die Blüthezeit der Säugethiere beginnt. Von Ergüssen eruptiver Gesteine während dieser Uebergangszeit ist in der arabischen Wüste Nichts bekannt; auf der libyschen Seite sieht man in der Oase Beharieh einige Kuppen von Plagioklas-Basalt aus dem Sandstein der oberen Kreide hervorragen.³⁴⁾ Dieselben sind jedoch ohne Einwirkung auf den regelmässigen Schichtenbau geblieben. Ununterbrochen folgen in der Regel kalkige Sedimente der oberen Kreide und des älteren Eocäns über einander und nur selten kündigt eine Veränderung im Gesteinscharakter die Grenze der beiden Formationen an. Dennoch erkennt der Geologe sofort aus dem reichlichen Vorkommen von Operculinen, Alveolinen und Nummuliten, dass die Aera einer neuen Thierwelt begonnen. Paläontologisch ist somit die Grenze zwischen Kreide und Eocän trotz der Continuität mariner Ablagerungen von übereinstimmender Facies ziemlich bestimmt bezeichnet. Nie habe ich mit oder über den ältesten Nummuliten oder Alveolinen noch irgend eine charakteristische Versteinerung der Kreideformation beobachtet, nie auch einen Nummuliten in Kreideschichten gefunden.³⁵⁾

Neben der unerwarteten Bereicherung unserer Kenntniss der oberen Kreidefauna durch die Funde in der libyschen Wüste, dürfte der Nachweis der innigen Verbindung von Kreide und Eocän in rein mariner Entwicklung zu den wichtigeren Ergebnissen der Rohlfs'schen Expedition gehören. Wohl sieht man auch anderwärts, namentlich in Süd-Europa und Klein-Asien marine Eocänschichten in concordanter Lagerung über der Kreideformation ruhen, allein eine genaue Untersuchung der Grenzregion zwischen beiden Formationen führt zur Ueberzeugung, dass eine wirkliche Continuität in der Sedimentbildung weder in Europa noch in Asien stattfand. Oscillationen der Erdkruste haben am Schluss des mesolithischen Zeitalters die Grenzen von Festland und Meer verschoben, Denudationen die Sedimente des frisch gehobenen Meeresgrundes theilweise beseitigt, Flüsse und Süßwasserseen vertiefte Stellen mit Absätzen erfüllt, welche neben ihrer eigenen Flora und Fauna auch die Ueberreste von Festlandsbewohnern enthalten. Wo jedoch in den genannten Welttheilen marine Kreide- und Eocänschichten sich berühren, sind sie meiner Meinung nach trotz ihrer petrographischen

Uebereinstimmung und scheinbaren Continuität durch einen ansehnlichen zeitlichen Zwischenraum von einander geschieden. Wenn die oberste Kreide zur Entwicklung gelangte, fehlt das älteste Eocän; ist dieses vorhanden, so verkümmert die Kreide ³⁶⁾.

Die Verbreitung der Tertiärgebilde fällt fast genau mit der Ausdehnung des Kalksteinplateaus zu beiden Seiten des Nils zusammen. Da eine der reichsten Fundstätten von Versteinerungen unmittelbar vor den Thoren Cairo's, am Mokkatam, liegt, so sind dieselben schon seit langer Zeit bekannt. Sie werden allgemein zum ältesten Eocän gerechnet, obwohl sich unter den Mollusken und Echinodermen auch eine Anzahl anderwärts in höheren Horizonten der Eocänformation vorkommender Arten befinden ³⁷⁾. Indess gerade die häufigsten und besterhaltenen Leitfossilien, wie z. B. die Nummulitenarten, welche fast ganz allein ganze Schichten zusammensetzen und viele Meilen weit den Wüstenboden bedecken ³⁸⁾, sowie eine Reihe der bezeichnendsten Conchylien, Seeigel und Krebse sind auf das ägyptisch-libysche Becken beschränkt ³⁹⁾. Die genaue Einfügung der Mokkatamschichten in die Reihe der eocänen Stufen ist darum noch eine ungelöste Frage.

Eine ausführliche Schilderung der Nummulitenformation und ihrer Fauna mag einem anderen Ort vorbehalten bleiben, hier will ich nur erwähnen, dass unter den Mokkatamschichten schon in der Nähe von Cairo noch eine ältere Abtheilung von Tertiärgesteinen beginnt, die gegen Süden immer stärker an den Nilgehängen hervortritt und bei Siut bereits die Höhe des Wüstenplateau's erreicht. Es ist dies der mächtige Complex der schon früher erwähnten, unmittelbar auf der obersten Kreide ruhenden ältesten Eocänschichten ⁴⁰⁾.

Die ganze südliche Hälfte des libyschen Plateaulandes besteht aus harten, licht gefärbten, nicht sonderlich fossilreichen Gesteinen, worin statt der Nummuliten die Gattungen *Alveolina* ⁴¹⁾ und *Operculina* vorherrschen. Durch die Gesteinsbeschaffenheit und den Reichthum der Feuersteinknollen, die sich in horizontalen Bänken in verschiedener Höhe wiederholen und zuweilen, nach der Verwitterung des Muttergesteins, wie grosse Bomben oder Melonen auf dem Wüstenplateau ausgestreut sind ⁴²⁾, wurden frühere Besucher des oberen Nilthals veranlasst, diese Schichten der Kreideformation zuzutheilen. Schon Delanotie, d'Archiac und Fraas haben den Irrthum berichtigt. Wenn mich der allgemeine Habitus der Versteinerungen aus diesen Schichten nicht täuscht, so stellen dieselben eine bis jetzt ausserhalb Aegyptens noch nicht nachgewiesene Fauna dar. Ob überhaupt irgend ein Glied des ägyptisch-libyschen Eocäns anderwärts zur Entwicklung gelangte, scheint mir sehr zweifelhaft. In den

asiatischen Nachbarländern zeigt die Nummulitenformation eine ganz abweichende Ausbildung und ebenso scheint in Algerien, wo die Kreideformation mit den Schichten der *Exogyra Overwegi* abschliesst, ein Hiatus zwischen Kreide und Eocän, wie in Europa, zu bestehen.

Die Oscillationen der Erdkruste, welche am Ende der Kreideformation in Europa so grosse Veränderungen bewirkten, haben sich im nordöstlichen Afrika viel später fühlbar gemacht. Erst nach Ablagerung der Mokkatamschichten zogen sich die Gewässer zurück und der uralte Meeresboden ward trocken gelegt. Kein Sediment von weiterer Verbreitung bezeichnet den Zeitabschnitt zwischen Mittel-Eocän und Neogen, ja weitaus der grösste Theil der Wüste scheint seit jener Hebung bis auf die Gegenwart Festland geblieben zu sein. Nur in das Delta, über das Gebiet der jetzigen Cyrenaischen Hochebene und in die Depression zwischen der grossen Syrte und dem Nil drangen die Fluthen des Miocänmeeres nochmals ein, nachdem ihnen in der Nähe von Siuah ein Süsswassersee vorhergegangen war⁴³). Zahlreiche Versteinerungen in der Ammonoase, an den Pyramiden von Gizeh und am Gebel Geneffeh bei Suez beweisen, dass die neue Invasion des Mittelmeeres ungefähr mit der Entstehung der Hornerschichten im Wiener Becken zusammenfällt⁴⁴). Nicht lange konnte sich das Meer in den wieder eroberten Gebieten halten. Schon in der jüngeren Tertiärzeit wich es abermals zurück und so bedeutend scheint diesmal die Hebung des Bodens gewesen zu sein, dass zwischen Süd-Europa und Nord-Afrika eine Brücke entstand⁴⁵), auf welcher Antilopen, Gazellen, Hyänen, Affen und andere Säugethiere von afrikanischem Ursprung nach Griechenland, Italien und der Provence wanderten⁴⁶). Mit dem miocänen Grobkalk hören alle marinen Ablagerungen und damit auch alle zuverlässigen chronologischen Anhaltspunkte für die libysche Wüste auf.

Ueberhaupt herrscht, während wir anderwärts die Urgeschichte eines Landes mit um so grösserer Genauigkeit zu entziffern vermögen, je mehr wir uns der Gegenwart nähern, über die Geschieke des nordöstlichen Afrika vor Beginn der jetzigen Erdperiode das tiefste Dunkel. Keine alten Strandlinien mit Muschelbänken sprechen für eine jungtertiäre oder diluviale Meeresbedeckung, keine Geröll- oder Lehm-Ablagerungen bekunden die Thätigkeit einstiger Flüsse und Süsswasserseen, keine Moränen die Anwesenheit diluvialer Gletscher. Quarzsand von gelber Farbe ist das einzige Material, welches über den Gesteinen der Tertiärzeit in weiter Verbreitung auftritt. Man hat die Sahara in drastischer Weise die Sandbüchse der Erde genannt, und auf keinen Theil derselben passt dieser Vergleich besser, als auf die libysche Wüste. In unerhörten Massen hat sich

westlich von den Oasen der Flugsand angehäuft; wie Gebirgsketten treten dort die Dünen aus der Ebene hervor. Die heutige Vertheilung des Wüstensandes dürfen wir im Wesentlichen der Arbeit von atmosphärischen Kräften zuschreiben⁴⁷⁾. Oft mag er hin und her getrieben worden sein, bis er endlich zu einer mit seiner Natur überhaupt vereinbaren Ruhe gelangte und festen Besitz von seinem jetzigen Verbreitungsgebiet nahm. Dies ist jedoch nicht seine eigentliche Heimath, denn aus der Zerstörung von Kalkstein und Thonmergel geht kein Quarzsand hervor. Weiter im Süden, dort wo der nubische Sandstein über viele hundert Quadratmeilen Landes sich erstreckt, liegt das Muttergestein des Flugsandes. Für die Auflösung desselben in lockeren Sand sind entweder atmosphärische Kräfte oder Wasser erforderlich. Die ersteren wirken in südlichen Ländern hauptsächlich durch die mit starker Erhitzung und darauf folgender Abkühlung verbundene Ausdehnung und Contraction; sie bedürfen, um grosse Arbeit zu verrichten, unermesslich langer Zeiträume. Rascher und vollkommener bewerkstelligt Wasser die Zertrümmerung und Auflösung von Gesteinen.

In der libyschen Wüste, wie überhaupt in der ganzen Sahara begegnet man auf Schritt und Tritt den Spuren einer ebenso energischen als eigenthümlichen erodirenden Kraft. Für die Entstehung hoher Steilränder, wie sie die südlichen Oasen begrenzen und bei Farafreh eine weite buchtähnliche Depression umschliessen, sowie für die zahlreichen, scharf umgrenzten Mulden in der nördlichen Depression scheint mir die Mitwirkung von Wasser unerlässlich. Wie die Ufer eines trocken gelegten Sees ragen die Felsmauern aus der horizontalen Ebene hervor und gewaltige Schutthalden an ihrem Fuss bekunden den Einfluss einstiger unterwühlender und erodirender Wasserfluthen. Auch auf dem Kalkplateau gibt es seichte Mulden von verschiedenem Umfang mit niedrigen aber steilen Rändern. Häufig ziehen sich dort auch langgestreckte Vertiefungen mit ebenem Boden, wie wasserlose Flussbette meilenweit über die kalkige Hochebene hin. Es sind dies die Bahr-bela-ma, die Flüsse ohne Wasser der Araber, welche in den älteren Beschreibungen der libyschen Wüste eine so grosse Rolle spielen, da man in ihnen frühere Flussbette des Nils vermuthete. Doch der Bahr-bela-ma's gibt es viele; sie stehen nicht mit einander in Verbindung, sie enthalten keine fluviatilen Sedimente und verlaufen niemals über die ganze Länge des Kalkplateaus. Sie unterscheiden sich lediglich durch ihre langgestreckte Form von den gewöhnlichen Mulden und verdanken offenbar ein und derselben Ursache ihre Entstehung.

Noch mehr als durch die Mulden und Steilränder erhält die libysche Wüste durch die Inselberge ihre charakteristische Signatur. Auf der Höhe des Kalk-

plateaus, in der nördlichen Depression, in den Oasen, im Gebiete des nubischen Sandsteins, ja sogar zwischen den Dünenketten des Sandmeeres — überall erscheinen diese wunderbarlich geformten Hügel.

Wenn man bedenkt, dass sämtliche Inselberge nur übrig gebliebene Pfeiler einer ehemals zusammenhängenden Gesteinsmasse darstellen und häufig schon mehrere Meilen vor der Terrasse beginnen, mit der sie ursprünglich vereinigt waren; wenn man erwägt, dass sie zu Tausenden und aber Tausenden über die ganze Sahara verbreitet sind, so müssen wir staunen über die enormen Massen von festem Material, das hier zerstört, aufgelöst und fast spurlos beseitigt wurde. Man kann wirklich sagen spurlos beseitigt, denn zwischen den Inselbergen ist der Boden fast wie mit einem Schwamm reingewaschen. Rathlos steht der Geologe vor diesen Denudationserscheinungen und sucht vergeblich nach den Ablagerungen, die sich aus dem zertrümmerten und weggeführten Material hätten bilden müssen. Man wird nicht fehlgreifen, wenn man die heutige Gestalt der Inselberge mit ihren ausgehöhlten Flanken theilweise auf die erodirende Thätigkeit des Windes zurückführt. Schwerlich wird aber ein Geologe zugeben, dass Wind den gelockerten Detritus einer Terrasse von 10 — 30 Meter Höhe und meilenweiter Ausdehnung hinwegzublasen vermag. Wollten wir lediglich den Atmosphärlinien die Zerstörung und Modellirung des Wüstenbodens zuschreiben, so bedürfen wir hiefür jedenfalls ein feuchtes Klima, denn ohne Regen und starken Temperaturwechsel gibt es keine energische Verwitterung. Feuchtigkeit bedingt aber in jenen Breiten eine mehr oder weniger reichliche Vegetation und diese würde bald eine schützende Hülle von Humus schaffen und dem Zersetzungsprocess Einhalt gebieten.

In der arabischen Wüste haben wir ein lehrreiches Beispiel, wie durch heftige, wenn gleich spärliche Regengüsse, ein ursprünglich einförmiges Tafelland zernagt und mit Längs- und Quer-Thälern ausgestattet wird. Auch das Karstgebirg hat bei ähnlicher Gesteinsbeschaffenheit vornehmlich unter Einwirkung atmosphärischer Kräfte seine zerrissene Oberfläche erhalten. Das wenig gegliederte libysche Kalkplateau lässt sich weder mit der einen noch mit dem andern vergleichen und dennoch weist seine ganze Configuration auf die Thätigkeit einer stürmisch bewegten Wasserbedeckung hin. Durch mächtige aus dem Süden kommende Fluthen müssen auch die Ueberreste der versteinerten Baumstämme herbeigeschwemmt worden sein, welche in der nördlichen Depression der libyschen Wüste fast allenthalben lose auf dem nackten Numulitenkalk oder zwischen Flugsand herum liegen. Sie bedecken in der Wüste Chascaba östlich von Cairo in erstaunlichen Massen den Boden, und hier sind es nicht nur faustgrosse Brocken

oder Trümmer von 1—2 Fuss Länge, sondern theilweise gewaltige, 10—20 Meter lange Baumstämme ohne Aeste, Rinde und Wurzeln. Sämmtliche Stämme des berühmten „versteinerten Waldes“ rühren nach Unger ⁴⁸⁾ von einer einzigen ausgestorbenen dikotylenen Gattung aus der Familie der Büttneriaceen oder Sterculiaceen her. Sowohl Unger als Fraas ⁴⁹⁾ halten den posttertiären Sandstein des Gebel Achmar bei Cairo für das Muttergestein der Nicolien, die somit auf ihrer jetzigen Lagerstätte gewachsen und durch kieselhaltige Quellen in Stein verwandelt worden seien. Die Gattung *Nicolia* war bis jetzt nur aus der Nähe von Cairo und aus Abyssinien bekannt, wo sie in einer Ablagerung von nicht näher bestimmtem Alter liegt, allein Professor Schenk ⁵⁰⁾ hat dieselbe auch unter den verkieselten Hölzern des nubischen Sandsteins, welche ich westlich von Dachel gesammelt habe, erkannt und damit dürfte die erratische Herkunft der versteinerten Wälder Aegyptens bewiesen und die Wahrscheinlichkeit ihres Transportes durch nordwärts fließende Gewässer fast zur Gewissheit erhoben sein.

Obwohl fast sämmtliche Reisenden mit der Ueberzeugung aus der Sahara heimgekehrt sind, dass Wasser in jüngster geologischer Vergangenheit den Boden bedeckt, den vorhandenen Detritus hinweggeschwemmt und nur nackten Fels und Sand hinterlassen habe, so wurde doch eine Ueberfluthung durch süsse Gewässer kaum ernstlich in Erwägung gezogen, da die Annahme eines diluvialen Saharameeres eine ausreichende Erklärung für alle bisher geschilderten Oberflächen Erscheinungen zu bieten schien.

In bestimmtester Form gibt Russegger ⁵¹⁾ gerade für unser Gebiet der herrschenden Anschauung Ausdruck: „Wenn wir den physiognomischen Habitus des grossen libyschen Beckens genau ins Auge fassen, und damit die geognostische Struktur, in soweit sie bekannt ist, in Verbindung bringen, so sehen wir, dass nicht nur dieses Becken, sondern das ganze Bassin von Nord-Afrika noch zur Zeit der jüngsten Tertiär- und älteren Diluvial-Ablagerungen Meeresgrund war. Das Meer erfüllte die grosse Bucht zwischen dem Küstengebirgssysteme des rothen Meeres und dem der afrikanischen Westküste, der Atlas lag als Insel am Eingang. — — Meiner Ansicht nach sehen wir in dem westlichen und südlichen Abfall des libyschen Wüstenplateaus die alte Meeresküste der libyschen Bucht, in den Vorbergen von der West- und Südseite der Oasen die Riffe, welche diese Küste begleiteten, und im Oasenzug selbst das alte submarinische Strömungsthal.“

Ein Hauptargument zu Gunsten des Saharameeres bildet der Wüstensand. Gegen die Entstehung desselben aus nubischem Sandstein dürfte sich kaum ein gewichtiger Einwurf erheben, schwieriger dagegen wird die Erklärung seiner

jetzigen Verbreitung. Ohne Zweifel spielt dabei der Wind eine nicht unwesentliche Rolle. Wenn der Samum über die Wüste hinwegbraust, wird die Luft verdunkelt durch Wolken von feinem Sand, die Dünenketten scheinen in Bewegung zu gerathen und ihre sonst so scharf gezeichneten Profillinien verschwimmen unbestimmt mit der fahlen Luft. Gewaltige Massen von Flugsand werden bei jedem Sturm hin und hergeworfen, aber dennoch dürfte dessen Beweglichkeit vielfach überschätzt werden. In der ganzen Sahara bewahren die grösseren Dünenzüge ihre Lage, Ausdehnung und Gestalt; sie sind den Wüstenbewohnern wohl bekannt und tragen seit Menschengedenken besondere Namen. So fest behaupten manche Dünen ihre Stelle, dass ein französischer Ingenieur⁵²⁾ die abenteuerliche Hypothese aufstellte, sie seien wie die Inselberge Reste einer ehemals continuirlichen Sandbedeckung und durch Verwitterung an Ort und Stelle aus anstehendem Sandstein entstanden. Seitdem Richthofen die verbreitetste und mächtigste Ablagerung China's, den Löss, für ein Produkt atmosphärischer Kräfte erklärt hat, sind die Geologen viel mehr als früher geneigt, dem Winde eine Bethheiligung an der Umgestaltung der Erdoberfläche zuzuschreiben. Aber dennoch möchte ich für den Transport des Wüstensandes aus Nubien und Sennaar neben dem Winde auch noch die Mitwirkung von Wasser in Anspruch nehmen. Verführerisch tritt uns bei dieser Erwägung zunächst die Hypothese eines Meeres entgegen, welches vor Beginn der jetzigen Erdperiode die Sahara überfluthete und nach seinem Abfließen eine sterile, mit Sand bedeckte Fläche zurückliess. Aber alle meine Bemühungen sichere Spuren oder Ueberreste eines Diluvialmeeres im südlichen Theil der libyschen Wüste zu beobachten, sind fruchtlos gewesen. Subfossile Conchylienschalen und sonstige Reste von Meeresbewohnern, oder alte Uferlinien mit charakteristischen Sedimenten finden sich weder auf dem steinigen Boden des Kalkplateaus noch in den Niederungen der Oasen, noch im Gebiete des nubischen Sandsteins, noch zwischen den Sandmassen der Dünen. Auch in der Configuration der libyschen Wüste, wie überhaupt der ganzen Sahara, vermisst man alle typischen Merkmale eines trocken gelegten Seebeckens.⁵³⁾ Die Wüste im nördlichen Afrika ist nichts weniger als eine vertiefte Mulde, sondern eine langsam nach Süden ansteigende Ebene, aus welcher sich einzelne Gebirge zu Höhen von 8 bis 9000 Fuss erheben. Nicht dem Wellenschlag eines Meeres verdankt meiner Meinung nach die Sahara ihr merkwürdiges Relief, sondern der combinirten Wirkung von süßem Wasser und Atmosphäre. Es scheint mir heute unmöglich, den Antheil jedes der beiden Agentien an der Arbeit nachzurechnen, denn dieselbe hat schon seit der Eocänzeit, in der mittleren Sahara wahrscheinlich sogar schon nach Abschluss der Kreidezeit begonnen. Der Geologie aber stehen keine Mittel zur Hand, um Ereignisse chronologisch festzustellen

oder nur sicher nachzuweisen, die im Verlauf von vielen hunderttausend Jahren über ein uraltes Festland hinweggegangen sind, wenn sie nicht im Boen Schriftzüge in Gestalt von Sedimenten oder Versteinerungen hinterlassen haben. Niemand wird darum mit Gewissheit bestimmen können, ob der Oasensteilrand und die Inselberge in der Tertiärzeit oder im Anfang der Diluvialzeit entstanden sind. Mit Widerstreben habe ich mich von der geläufigen Vorstellung des Saharameeres losgemacht, die mich während meiner Reise wie ein wissenschaftliches Axiom begleitet hatte, allein nach einer unbefangenen Prüfung aller Thatsachen halte ich die Bedeckung der libyschen Wüste, wie der übrigen Sahara, durch ein Diluvialmeer für unmöglich.

Nur für die tiefe Depression am Südrand der cyrenaischen Hochebene mit ihren zum Theil 25—70 Meter unter dem Meeresspiegel gelegenen Oasen, möchte sich dieser Ausspruch als unzutreffend erweisen. Eine geringe Niveauveränderung der nordafrikanischen Küste genügte, um die Fluthen des Mittelmeeres wieder in die Einsenkung zurückzuführen und es wäre dies eine wirkliche Rückkehr des Meeres, denn mancherlei Anzeichen bekunden dessen Anwesenheit in geologisch jüngster Vergangenheit.

Mag man auch den starken Gyps und Salzgehalt des Bodens, die zahlreichen Salzseen und ausgedehnten Salzstümpfe nicht als vollgültigen Beweis einer früheren Meeresbedeckung anerkennen, so dürfte doch das Vorkommen zweier Mittemeerthiere, eines kleinen Fisches ⁵⁴⁾ und einer Schnecke ⁵⁵⁾ in den Salzstümpfen von Siuah und Garah schwer auf andere Weise zu erklären sein. Auch die von Rohlf's am Bir Rissam und bei Djedabia aufgelesenen Schalen von *Cardium edule* ⁵⁶⁾ stellen sich als todte Relicten den lebenden von Siuah zur Seite. Immerhin darf ich jedoch nicht verhehlen, dass die spärlichen Beweise und Ueberreste mariner Ueberfluthung in der Depression kaum in Einklang zu bringen sind mit unserer Vorstellung von dem Aussehen eines vor Kurzem trocken gelegten Meeresboden. ⁵⁷⁾ Wie dem auch sein mag, den Namen „Saharameer“ verdiente ein enger, die libysche Wüste durchziehender Golf ebensowenig, als eine Ausbuchtung des Mittelmeeres über die Region der tunisischen und algerischen Schotts. Sollte überhaupt der letzte marine Einbruch in die Sahara mit der gewaltigen Ausdehnung der Gletscher in Europa zusammenfallen, so dürfen wir ihm bei seiner Geringfügigkeit keinen nennenswerthen Einfluss auf die klimatischen Verhältnisse unseres Welttheiles zuerkennen. Und so sehe ich mich mit Bedauern genöthigt einer Hypothese zu entsagen, welche in einfachster und natürlichster Weise das räthselhafte Phänomen der Eiszeit wenigstens für Europa zu erklären schien.

Jene Kälteperiode dürfte übrigens auch an den Küstenländern der Mittelmeerküste nicht spurlos vorübergegangen sein. Fraas⁵⁸⁾ hat Gletschermoränen im Libanon und grossartige, vielleicht noch aus historischer Zeit herrührende Erosionserscheinungen auf der Sinaihalbinsel entdeckt. Derselbe Naturforscher will aus dem Vergleich der Schilderungen des alten Testaments mit den jetzigen Zuständen in Palästina, sowie aus den bildlichen Darstellungen der altägyptischen Monumentalbauten folgern, dass noch im Beginn der historischen Zeit keine Wüste existirte. Wie dem auch sein mag, für ein feuchteres Klima in prähistorischer Zeit sprechen in der That mancherlei Erscheinungen. So ist auf dem Wege von Chargeh nach dem Nil der Steilrand der Oase von einer Kalktuffmasse, wie von einem Lavastrom übergossen und in dem Tuff finden sich Schilf und Blätter von Steineichen als Ueberreste einer in Ober-Aegypten und den Oasen längst verschwundenen Vegetation. Auch Höhlen mit Tropfsteinalaktiten auf dem wasserlosen Kalksteinplateau und vor Allem die behauenen Feuersteinsplitter, welche an jetzt unbewohnbaren Stellen in erstaunlicher Menge den Wüstenboden bedecken, weisen auf ein ehemals günstigeres Klima hin.⁵⁹⁾

Es fehlt somit nicht an Zeugnissen, wornach die Wüste erst in jüngster Zeit ihren unwirthlichen, menschenfeindlichen Charakter angenommen hat. Aber bei all' ihren Fehlern ist sie doch besser, als ihr Ruf. Wer hätte vor 100 Jahren in dem vermeintlichen Sandmeer der Sahara nach landschaftlichen Reizen gesucht, wer geologische Untersuchungen für möglich und aussichtsvoll gehalten? Heute klagen wir darüber, dass noch weite Striche der Wüste ihrer wissenschaftlichen Durchforschung harren. Mir war es vergönnt von einem winzigen Stück dieses geheimnissvollen Landes den verhüllenden Schleier hinwegzuziehen. Aber die Kenntniss dieses kleinen Theiles gestattet uns mit bestimmteren Strichen die Urgeschichte jenes ungeheuren Tafellandes zu zeichnen, das von den ältesten Zeiten an in der innigsten Wechselbeziehung mit der Entwicklung unseres eigenen Continentes stand. Manche positive Thatsache konnte durch die geologische Erforschung der libyschen Wüste dem unveräusserlichen Wissensschatz beigefügt werden und wenn andererseits wieder Zweifel angeregt wurden über Fragen, die Vielen schon endgültig entschieden dünkten, so möchte ich dies nicht als den geringsten Gewinn bezeichnen, denn es wird uns näher bringen dem Ziele jeder wissenschaftlichen Forschung der — Wahrheit.

Anmerkungen.

1) Der erste Europäer, welcher die Oase des Jupiter Ammon, jetzt Siuah, aufsuchte und dieselbe im März 1792 auch glücklich entdeckte, war der Engländer W. G. Browne. (Travels in Africa, Egypt and Syria 1792—1798. London 4°. S. 14—29.) Ihm folgte 1798 der Hannoveraner Fr. Hornemann (The journal of Horneman's Travels etc. London 1802. 4°. S. 8—36), welcher Siuah auf dem Wege von Cairo nach Murzuk berührte.

2) Die Literatur über diese schon vielfach beschriebene Route findet sich in Petermann's Mittheilungen. Ergänzungsband II. 1862. S. 19 zusammengestellt. In neuerer Zeit haben Fraas (Aus dem Orient I. S. 33—39. und Klunzinger (Zeitschr. d. Gesellschaft für Erdkunde in Berlin 1879. Bd. XIV. S. 401—436. ausführliche Berichte darüber geliefert.

3) Auch hiefür vergleiche man die Literatur-Zusammenstellung von Petermann.

4) G. Schweinfurth. Reise von Dr. Güssfeld und Dr. Schweinfurth durch die arabische Wüste vom Nil zum rothen Meer 1876. Petermann's Mittheilungen Bd. XXII. S. 261—264.

P. Güssfeld. Reise durch die arabische Wüste, ebenda 1877. Bd. XXIII. S. 252—258 u. S. 339—346

G. Schweinfurth. Reise durch die arabische Wüste von Heluan bis Queneh 24. März bis 18. Mai 1877, ebenda Bd. XXIII. S. 387—389.

G. Schweinfurth. Dritte Reise durch die arabische Wüste 1878.

Eine vorzügliche geographische Schilderung der arabischen Wüste gibt ferner Schweinfurth im 2. Bd. des Esplorate. „La terra incognita dell'Egitto nebst Karte. 48 Seiten 1878.

5) Abgesehen von Browne und Hornemann wurde Siuah von folgenden europäischen Reisenden besucht: Boutin, Caillaud und Letorzek, Drovetti,

v. Minutoli, Ehrenberg, Hemprich, Scholz und Gruoc, Pacho, Belzoni, Bayle St. John, Hamilton und Rohlfs. Peterm. Ergänzgsbd. II. S. 14—16.

6) Schon im Jahr 1698 zogen Poncet und der Jesuitenpater Brevdent über die Oase Chargeh nach dem Sennaar; ihnen folgten im Jahr 1700 der bayerische Missionär P. Krump und 1704 der Jesuit du Roule. Ausser Caillaud und Letorzek besuchten Drovetti, Edmonstone, Müller, Hoskins und in neuester Zeit der Erbgrossherzog von Oldenburg und Professor Brugsch die Oase Chargeh. Nach Dachel kamen Hyde und Edmonstone. Ein französischer Ingenieur Lefèvre hatte 1836 die Oase Chargeh besucht, um dort artesische Brunnen zu graben. (Comptes rendus hebdom. 1838. tome VII. S. 595 und Bulletin Soc. géol. de France 1ère ser. vol. VIII u. X.)

7) Voyage à l'Oasis de Thèbes et dans les deserts fait en 1818 par M. F. Caillaud, rédigé et publié par M. Jomard. Paris 1821.
Caillaud F. Voyage à Meroë et au fleuve Blanc 1819—1822. 4 Vol. Paris 1826 Bd. I. S. 1—265.

8) Russegger Joseph. Reisen in Europa, Asien und Afrika. Stuttgart 1845—1849 Bd. I. 1. Bd. II. 1. u. Bd. III. 1.

9) Figari-Bey, Antonio. Studii scientifici sull'Egitto e sue adiacenze compresa la Penisola dell'Arabia petrea con accompagnamento di carta geografico-geologica. Lucca 1864—1865. 2 Vol.

10) Delanoüe. Sur la constitution géologique des environs de Thèbes Comptes rendus hebdom. 1868. Tome LXVII. S. 701—707.
d'Archiac. Remarques à propos de la communication de M. Delanoüe ib. S. 707—713.

11) Fraas Oscar. Aus dem Orient. Geologische Beobachtungen am Nil, auf der Sinaihalbinsel und in Syrien. Stuttgart 1867.

12) Figari Bey behauptet zwar das Gegentheil, allein seine in Florenz aufbewahrte Sammlung enthält keine älteren, als cretacische Versteinerungen. Ueberdies wissen wir durch Schweinfurth's neueste Untersuchungen, dass in der Umgebung der Klöster von St. Paul und St. Antonio wo nach Figari die älteren Formationen, wie Zechstein, Trias und Jura entwickelt sein sollen, lediglich Kreide und Tertiärschichten aufgeschlossen sind.

13) Da dieser Sandstein petrographisch mit dem Cenomansandstein in Judaea und Galilaea genau übereinstimmt und wie jener Braunkohle führt und von denselben versteinерungsführenden Schichten überlagert wird, so dürfte wenig Zweifel bestehen, dass er mit letzterem zeitlich übereinstimmt.

Der Sandstein im Libanon mit seinen Kohlen und Petroleum-Einlagerungen, welche wie beim Kloster St. Paul bergmännische Versuche veranlasst haben, ist schon von Russegger beschrieben und mit dem nubischen Sandstein identificirt worden. Eine eingehende Erörterung der petrographischen Beschaffenheit, Lagerungsverhältnisse und der verschiedenen Meinungen über das Alter des nubischen Sandsteins findet man in Lartet's Essai sur la Géologie de la Palestine, Annales des Sciences géologiques 1869. vol. I. S. 149—173. Neuerdings hat O. Fraas, die Sandsteinformation im Libanon in der diesem Autor eigenthümlichen anschaulichen und lebendigen Weise geschildert. (Aus dem Orient. II Geologische Beobachtungen am Libanon 1878 S. 32—64.)

14) Unter den sorgfältigen Profilen, welche ich Herrn Dr. Schweinfurth verdanke, zeigen zwei vom Wadi el Morr beim Kloster St. Paul den unmittelbaren Contact des Sandsteins mit dem darunter liegenden Hornblendeschiefer. An einer Stelle ruht der Sandstein in ansehnlicher Ausdehnung und horizontaler Schichtung auf dem krystallinen Gestein, an der anderen lehnt er sich seitlich an dasselbe an.

Im Wadi Dachl beim Kloster St. Paul, wo Figari mehrere Stollen in den Sandstein eingetrieben hatte, beginnt der mit schwachen dunkeln Mergelstreifen wechselnde Sandstein in circa 200 Fuss hohen steilen Wänden über einer gewaltigen Schutthalde. Die Schichten sind vollkommen horizontal. Darüber folgt ein sehr fossilreicher etwa 500—600 Fuss mächtiger Complex mergeliger Gesteine, die in der Mitte von einer fast ganz aus Austern bestehenden Kalkbank durchzogen werden. Eine ähnliche Austernbank schliesst das Schichtensystem gegen oben ab und bildet dort eine Terrasse, in deren Hintergrund sich in nahezu senkrechten Mauern von circa 1000 Meter Höhe licht gefärbte Kalksteine erheben, deren untere Abtheilung zur oberen Kreide (Schichten mit *Ostrea larva*) gehören, während die höheren 400 Meter schon aus eocänem Nummulitenkalk bestehen.

Die von Figari l. c. I S. 51. 52. beschriebene Schichtenfolge lässt sich wegen der vollständigen Verkennung des geologischen Alters der einzelnen Ablagerungen schwer richtig stellen. Dass sämmtliche auf S. 137—146 von Figari genannte Versteinerungen falsch bestimmt sind, bedarf kaum noch der Erwähnung.

15) In der reichen Sammlung, welche Herr Dr. Schweinfurth dem Münchener paläontologischen Museum grossmüthig zum Geschenk gemacht hat, liessen sich bis jetzt folgende Arten bestimmen:

Ammonites cf. *Ewaldi*, Buch h h. *)

Diese schöne Art stimmt in der Form genau mit *Am. Ewaldi* überein, allein die Sättel sind ganz schwach gezackt.

*) hh = sehr häufig h = ziemlich häufig s = ziemlich selten ss = sehr selten.

- Ammonites Morreni. Coq. h.
 " Mantelli. Sow. s.
 " Martimpreyi. Coq. h.
 " Vibrayeanus. d'Orb. s.
 " cf. Footeanus. Stol. s.
 Zahlreiche Steinkerne von Gastropoden.
 Corbula 2 Arten h.
 Venus Reynesi. Coq. h.
 " Forgemolli. Coq. h.
 " cfr. Delettrei. Coq. h.
 Cardita sp. h.
 " Beuquei Coq. h.
 Crassatella Rothi. Fraas h. (Wadi Morr).
 Cardium mehrere Arten h.
 Plicatula Fourneli Coq. h.
 " cfr. Delettrei Coq. h.
 " cfr. multicostata Forbes s.
 Janira aequicostata. d'Orb. s.
 Exogyra flabellata, d'Orb. hh.
 " Olisoponensis. Sharpe hh.
 " Africana. Lam. hh.
 (Ostrea Auressensis Coq.)
 " Mermeti Coq. hh.
 " Overwegi var. scabra Coq. h.
 Sphaerulites Schweinfurthi. Zitt. hh.
 (Aehnlich Radiolites Nicaisei. Coq. jedoch kleiner und viel stärker
 und häufiger gefaltet.)
 Salenia Batnensis. Coq. h.
 Heterodiadema libycum. Desor. h.
 Pseudodiadema variolare. Brgt. s.
 " sp. 2 Arten.
 Codiopsis sp. nov. ss.
 Holoctypus excisus. Cott. h.
 " crassus. Cott. ss.
 Discoidea pulvinata Desor. h.
 Hemiaster cubicus. Desor. hh.
 " Batnensis. Coq. s.
 " proclivis. Peron u. Gauthier, s.

16) Ueber die Vertheilung der Cenomanversteinerung erhielt ich durch Dr. Schweinfurth's Profile und briefliche Mittheilungen ebenfalls werthvolle Anhaltspunkte. Das häufigste Fossil des ganzen Schichtencomplexes *Hemiaster cubicus* Desor findet sich unmittelbar über dem Sandstein und liegt am Kloster St. Paul massenhaft in den Mergeln „wie in ergiebigen Kartoffelfeldern die Knollen.“ Damit kommen in grosser Zahl der schön erhaltene *Sphaerulites Schweinfurthi*, *Exogyra Africana* und *Plicatula Fourneli* vor. Eine erste Kalksteinbank besteht zum grossen Theil aus Austern und Steinkernen von Acephalen. Darauf folgen abermals Mergelschichten mit *Hemiaster cubicus*, *Ammonites Mantelli*, *Exogyra flabellata*, *Africana* und *Mermeti*. Eine zweite kalkige Austernbank trennt die obere Mergelparthie, in welcher *Exogyra Mermeti*, *flabellata* und *Olisoponensis* in ungeheurer Menge vorkommen, von der unteren.

Der Hauptfundort für prächtig erhaltene Ammoniten befindet sich im Wadi el Morr. Dieselben liegen unmittelbar über dem Sandstein und werden von *Exogyra Africana* und *Mermeti*, *Crassatella Rothi* und einer grossen Anzahl anderer auch beim Kloster St. Paul und im Wadi Dachl vorkommender Versteinerungen begleitet. Die häufigste Ammoniten-Art *A. cf. Ewaldi* v. Buch, welche zuweilen 1—1½ Fuss Durchmesser erreicht, erfüllt fast allein die untersten Mergellagen, daneben finden sich *Am. Morreni* Coq., *Am. Martimpreyi* Coq. *Am. Vibrayanus* d'Orb.

17) Die Versteinerungen von St. Paul erscheinen nicht nur in den angrenzenden Nachbarländern, sondern auch viele hundert Meilen weiter westlich in den Hochebenen der algerischen Wüste. Zu den bemerkenswerthesten Ergebnissen der neuesten geologischen Untersuchungen in Algier gehört der Nachweis einer zwiefachen Ausbildung der Cenomanstufe. (Cotteau, Peron et Gauthier, *Echinides fossiles de l'Algérie*. 4 fasc. Etage Cenomanien S. 2—74). Nördlich vom Atlas trägt dieselbe ein entschieden nordeuropäisches Gepräge, am Südabhang des Gebirges umschliesst sie eine ganz abweichende, durch zahlreiche Seeigel und Austern charakterisirte Fauna, welche sich weit über die Sahara zu verbreiten scheint. Peron bezeichnet diese Entwicklung des Cenomanian als „mediterrane Facies,“ doch würde sich der Name afrikanisch-syrische Facies aus mancherlei Gründen besser empfehlen. Die Uebereinstimmung der südalgerischen und aegyptischen Cenomanenstufe ist in paläontischer Hinsicht geradezu überraschend.

18) Im Wadi Dachl ruht der schneeweisse obere Kreidekalk unmittelbar auf der obersten harten Austernbank der Cenomanstufe. Beim Kloster San Antonio dagegen bilden bunte, meist grünliche Mergel mit eingeschalteten Kalkbänken die Basis der oberen Kreide und zugleich die Thalsole des Wadi Arabah. Eine kleine,

der *Ostrea acutirostris* ähnliche Auster bildet förmliche Lumachellschichten in diesen Mergeln, unter welchen die Quellen des Wadi Arabah zu Tage treten. Petrographisch verlieren sich die weissen Kreidekalke ganz unmerklich in die gleichfalls schneeweissen Nummulitenschichten. In den tiefsten Bänken, worauf das Kloster San Antonio steht, findet sich *Gryphaea vesicularis* in grosser Menge, und wird von *Ostrea serrata* begleitet. Die gleichen Schichten wurden von Schweinfurth am östlichen Rand des arabischen Gebirges vielfach beobachtet. Sie bilden dort unterbrochene Hügelketten, welche sich aus der Alluvialebene zwischen dem rothen Meer und dem Gebirge erheben. Am Gebel Zeit und bei Kosseir sind die obersten Kreide-Schichten ebenfalls fossilreich entwickelt. Der nahezu 1000 Meter mächtige Complex von weissen kreideähnlichen Kalksteinen über den Schichten mit *Gryphaea vesicularis* scheint ein und dieselbe Fauna zu enthalten. Ich besitze wenigstens die zwei charakteristischen Leitfossilien (*Ostrea larva* Lam und *Exogyra auricularis* Wahlbg.) aus den höchsten und tiefsten Lagen. Von sonstigen Versteinerungen liegen nur *Turritella*, *Cerithium* und *Trigonocardia* sp. nov. vor.

19) Vaillant Bulletin Société géologique de France 1865. 2 ser. t. XXII. S. 277. Das prächtige Profil des Gebel Attaqah zeigt die ganze Schichtenfolge von der Turonkreide mit *Hippurites cornu vaccinum* und *organisans* bis zum Eocæn. Wie bei San Antonio sind auch am Gebel Attaqah weisse Kalksteine mit *Ostrea larva* und *Janira sexangularis* mächtig entwickelt. Vgl. auch Fraas aus dem Orient I. S. 110.

20) Die Verbreitung der Kreideschichten in der arabischen Wüste ergibt sich aus der geologischen Uebersichtskarte. Figari erwähnt an vielen Stellen im Wadi Qeneh Versteinerungen, so dass die Cenomanmergel wahrscheinlich weit nach Süden fortsetzen.

21) Lartet Essai sur la géologie de la Paléستine (vgl. Anmerkg. 13). Coquand Bull. Soc. géol. de France 1875. 2 ser. vol. IV. S. 159. Pomel ibid. S. 524.

22) Russegger II. 1. S. 275—277. Figari hält den nubischen Sandstein für triasisch und beschreibt dessen Auftreten zwischen Assuan und Silsileh ziemlich ausführlich (Bd. I. S. 20—23). In der Nähe von Edfu liegt über demselben eine Reihe von Mergeln und kalkigen Schichten. In einer festen Kalkbank fand Figari Versteinerungen (*Ostrea carinata*, *Exogyra subplicata*, *Ostrea deltoidea*, *Exogyra virgula*, *Lima elegans*, *Ammonites monilis* und *Nautilus* l. c. S. 24), welche ihn veranlassten die betreffende Schichtenreihe dem Neocom zuzuthemen. Eine als *Exogyra virgula* bezeichnete Auster der Figari'schen Sammlung ist *Ostrea larva*, ebenso habe ich den charakteristischen *Ammonites Ismaëlis* Zitt. mit dem Fundort Edfu und

Esneh in der Figarischen Sammlung gesehen, so dass kaum ein Zweifel über die Identität dieses Horizontes mit den Schichten der *Exogyra Overwegi* besteht. Es ist somit nach den Lagerungsverhältnissen der nubische Sandstein von Silsileh und Assuan übereinstimmend mit jenem der libyschen Wüste. Auch die von Unger (Sitzungsber. k. k. Ak. der Wissensch. Wien 1859. Bd. 33. S. 223—230) aus dem nubischen Sandstein von Ober-Aegypten beschriebenen Hölzer (*Dadoxylon Aegyptiacum*) finden sich reichlich in der libyschen Wüste und dort nicht allein im Sandstein, sondern auch noch in den mergeligen Schichten mit *Exogyra Overwegi*, welche der obern Kreide angehören. Diese innige Verbindung des eigentlichen nubischen Sandsteins mit der obern Kreide gestattet keine Identification desselben mit dem viel älteren kohlenführenden Cenomansandstein in der arabischen Wüste (vgl. Anmerkg. 13), denn weder am oberen Nil, noch in der libyschen Wüste ist die mittlere Kreide entwickelt.

23) Herr Professor Schenk in Leipzig hatte die Güte meine in der libyschen Wüste und in Unter-Aegypten gesammelten Hölzer zu untersuchen. Es befinden sich darunter eine Art von Monocotyletonen (*Palmacites Zitteli* Schenk, eine Conifere *Dadoxylon Aegyptiacum* Unger) und zwei oder drei Dikotyletonen. Unter letzteren erkannte Herr Professor Schenk ausser einem neuen Leguminosenholz auch *Nicolia Aegyptiaca* Unger, deren verkieselte Ueberreste bekanntlich bei Cairo den versteinerten Wald bilden und zwar ist unter allen Hölzern des nubischen Sandsteins *Nicolia Aegyptiaca* bei weitem am häufigsten.

24) Die verkieselten Hölzer, z. Th. Baumstämme von ansehnlichen Dimensionen finden sich am häufigsten in den weicheren Lagen des nubischen Sandsteins. Sie wittern leicht aus, so dass Trümmer von verschiedener Grösse in Menge auf dem Sandsteinplateau zwischen Dachel und Regenfeld herumliegen. Ich habe indess dieselben Hölzer in Gesellschaft von obercretacischen Hayfischzähnen auch noch in den marinen Mergeln der oberen Kreide westlich von Dachel gefunden.

25) Am oberen Nil hat Figari-Bey diesen Schichtencomplex mit zwei Bohrlöcher durchstossen. Das eine im Wadi Ouh südöstlich von Redeshieh unfern Edfu erreichte bei 360 Fuss Tiefe den festen nubischen Sandstein, nachdem zuerst wechselnde Schichten von Sandstein, gyps- und salzhaltigen Mergeln von verschiedener Färbung durchbohrt waren. Die gleichen Verhältnisse zeigte auch ein Bohrloch in der arabischen Wüste im Wadi Qeneh.

Ein längerer Aufenthalt in der Oase Dachel gab mir Gelegenheit eine Reihe von Profilen an dem nördlichen Steilrand sorgfältig aufzunehmen, von denen eines als Beispiel angeführt werden mag. Dasselbe beginnt an dem Hügel dicht hinter

dem nordwestlichen Thor von Gassr Dachl und wurde bis zum Plateaurand des Gebel Lüfte geführt. Fügt man diesem Profil nach unten noch etwa 60 Meter bunte, meist grellroth oder grün gefärbte Mergel bei, so ist die wasserführende Schicht des nubischen Sandsteins bei Gassr Dachl erreicht.

		Plateau des Gebel Lüfte	
Oberste Kreide	{	1. Schneeweisser fester Kreidekalk mit <i>Ananchytes ovata</i> , <i>Micraster</i> , <i>Spondylus Dutempleanus</i> d'Orb, <i>Gryphaea vesicularis</i> Lam, zahlreichen <i>Acephalen</i> und <i>Gastropoden</i> ; <i>Korallen</i> und <i>Spongien</i> , (<i>Schizorhabdus libycus</i> Zitt., <i>Ventriculites poculum</i> Zitt.)	60 m
		2. Dünnblättrige grünliche und bräunliche Thonmergel mit kleinen Brauneisensteinknollen und Faserkalk	100 m
		3. Chloritische Mergelbank mit Feuerstein und Steinkernen von <i>Voluta</i> , <i>Fusus</i> , <i>Nucula</i> , <i>Alaria</i> , <i>Nautilus Danicus</i> und <i>Nautilus desertorum</i>	1,5 m
		4. grünliche, dünnblättrige Thonmergel	45 m
		5. grauer, thoniger Mergelkalk in dicken Bänken geschichtet mit <i>Pecten Farafrensis</i> Zitt.	2,5 m
		6. dunkelgrüne Blättermergel	10 m
Schichten mit <i>Exogyra Overwegi</i>	{	7. grauer knolliger Mergelkalk	2 m
		8. graue kalkige Blättermergel	6 m
		9. grauer Mergelkalk mit <i>Ostrea</i> und <i>Pecten</i>	2 m
		10. graue blättrige Kalkmergel	3 m
		11. grauer Mergelkalk	2 m
		11. graue blättrige Kalkmergel	2 m
		12. grauer Mergelkalk mit <i>Ostrea</i> cfr. <i>Verneuili</i> Leym., <i>Crassatella</i> , <i>Ammonites Kambysis</i> Zitt.	1 m
		13. brauner und ziegelrother Kalkmergel	1 m
		14. dunkel grünlich-graue blättrige Thonmergel mit <i>Eisenvitriol</i> imprägnirt	20 m
		15. rothe Kalkbank erfüllt mit <i>Exogyra Overwegi</i>	0,3 m
		16. grüne Blättermergel	1 m
		17. rothe Kalkbank erfüllt mit <i>Exogyra Overwegi</i> und <i>Cardita libyca</i> Zitt.	0,3 m
		18. dunkelgrüne und aschgraue Blättermergel	1,0 m
		19. grauer sandiger Mergelkalk mit <i>Exogyra Overwegi</i> , Steinkernen von <i>Lucina</i> , <i>Crassatella</i> und <i>Trigonocardia costata</i> Zitt., <i>Nautilus desertorum</i> Zitt.	0,3 m
20. grüne dünnblättrige Thonmergel abwechselnd mit grauen sandigen Bänken und <i>Inoceramus</i> cfr. <i>Cripi</i>	25 m		

21. lichtgrauer, plänerartiger Kalkstein mit *Pecten* 3 m
22. rother plattiger Kalkstein, 0,4 m
bildet das Plateau des kleinen Tafelberges hinter dem Haus von
Gassr Dachel.
23. gelblichgraue, fleckige Thonmergel mit *Pecten* und dünnchaligen
Austern 1,0 m
24. grünlichgraue gelbliche und braune blättrige Thonmergel von weissen
Kalkadern durchzogen 4 m
25. braune feinkörnige Sandsteinbreccie und sandige Mergel mit *Otodus*
biauriculatus Zitt., *Lamna Bronni* Ag., *Lamna libyca* Zitt., *Arhi-*
zodon anceps Zitt., *Corax pristodontus* Ag., *Lamna* cfr. *Texana*
Roem., *Stephanodus splendens* Zitt., *Ancistrodon* sp., *Pyenodus* sp.,
Strophodus pygmaeus Zitt. 2 m
26. grüne, gelbliche, braune dünnblättrige Mergel, von weissen meh-
ligen Kalkadern durchzogen 3 m
27. braune feinkörnige Sandsteinbreccie mit Fischzähnen, wie Nr. 25 1,5 m
28. grüne thonige Blättermergel 1 m
29. gelber, feinkörniger und schieferiger Quarzsteindstein 0,5 m
30. braune, eisenschüssige grobkörnige Sandsteinbank 1,2 m
31. grüne, dünnblättrige Thonmergel 2 m
32. brauner, unreiner, etwas sandiger Mergelkalk ganz erfüllt mit
Steinkernen von Muscheln (besonders häufig *Plicatula Aschersoni*
Zitt., *Arca* sp., *Pectunculus* sp., *Lucina* sp., *Corbula* sp., *Ne-*
aera sp. etc.) 0,3 m
33. braune Sandsteinbreccie mit Fischzähnen (wie Nr. 25) 0,5 m
34. dünnblättrige grüne oder grünlich gelbe, aschgraue zum Theil etwas
sandige Blättermergel ohne Versteinerungen, imprägnirt mit Gyps,
Steinsalz und Alaun 10 m
35. sehr feinkörniger, gelblichweisser Quarzsandstein 1 m
36. grünlich graue, vitriolhaltige Blättermergel, in der oberen Parthie
mit dünnen Schichten von Brauneisenstein durchzogen 6 m
Fuss des Hügels bei Gasr Dachel.

In obigem Profil repräsentiren die Schichten Nr. 36 bis 7 den durch *Exogyra Overwegi* charakterisirten Schichtencomplex, die darüber folgenden Nr. 6—1 die oberste Kreide.

26) Die Original-Exemplare von *Exogyra Overwegi* (v. Buch) Beyr. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. IV. S. 152 und 4 fig. 1. stimmen vollständig mit der in der libyschen Wüste verbreiteten *Auster* überein, gehören jedoch nicht zu der in

viel älteren (Cenomanen) Schichten vorkommenden *Ostrea Overwegi* Coquand, welche sich durch kräftigere radiale Berippung leicht unterscheidet. Mein verehrter Freund Professor H. Coquand hat die libysche *Auster* als identisch mit seiner *Ostrea Fourneli* Coq. erkannt. Letztere findet sich in Algerien in den jüngsten Kreideschichten, welche Coquand zu seiner Etage Dordonien rechnet. Nach einer brieflichen Mittheilung Coquand's wurde *Exogyra Overwegi* neuerdings auch zu Lanquais (Dordogne) in den Schichten des *Hippurites radiosus* (Etage Dordonien) gefunden.

27) Zahlreiche Fundstellen für die Fauna aus den Schichten mit *Exogyra Overwegi* sind am Steilrand der Oase Dachel, namentlich nördlich und östlich von Gasr Dachel; in der Oase Chargeh ist der Gebel Ter sowohl von Dr. Schweinfurth, als auch von mir selbst ausgebeutet worden. Die vorzüglichste Fundstelle befindet sich jedoch in der pfadlosen Wüste, nordwestlich von Regenfeld, an den sog. Ammonitenbergen, woselbst neben einer grossen Menge trefflich erhaltener Conchylien auch der grosse *Ammonites Ismaëlis* Zitt., häufig vorkommt. Derselbe unterscheidet sich von *Am. Pedernalis* v. Buch. nur dadurch, dass die Loben etwas stärker gezackt sind, die Sättel aber vollständig aller secundären Einschnitte entbehren.

28) Zu den wenigen anderwärts bekannten Arten gehören *Corax pristodontus* Ag (Maëstricht), *Lamna Bronni* Ag (Maëstricht) *Exogyra Overwegi* v. Buch (Algier, Dordonien), *Ostrea Forgemolli* Coq. (Algier, Dordonien,) *Ostrea* cfr. Verneuli, Leym. (Garumnien). Der ganze Habitus der Fauna ist ein entschieden obercretacischer, ja die zahlreichen Turrifellen, Crassatellen, Carditen und Chamen erinnern schon an eocaene Formen.

Merkwürdiger Weise zeigt die Fauna der oberen Kreide in Texas, Neu-Mexico und den westlichen Territorien eine grössere generelle Aehnlichkeit mit der libyschen, als irgend eine Ablagerung in Europa oder Asien. Wahrscheinlich ziehen sich die Schichten mit *Exogyra Overwegi* durch die ganze Sahara. Unter der geologischen Ausbeute der jüngsten Expedition von Rohlfs nach Kufarah befinden sich aus der Gegend von Sokna und Djafra mehrere charakteristische Arten dieses Horizontes, welcher auch in der Algerischen Sahara die Kreideformation nach oben schliesst.

Für die Altersbestimmung der oberen Kreide in der arabischen Wüste dürfte es von Wichtigkeit sein, dass Rohlfs am Fusse des Gebel Tar nördlich von der Oase Djafra in Tripolitanien die *Exogyra Overwegi* in Gesellschaft von *Ostrea larva* und *serrata* gefunden hat. Schon früher hatte Vatonne (Missions de Ghadames Rapports officiel S. 242. 244. 247) die *Ostrea Overwegi* und *larva* in Fezzan nebeneinander beobachtet. Die Kreidekalksteine vom Kloster S. Antonio und vom Gebel Atakkah dürften somit die Schichten der *Exogyra Overwegi* vertreten.

29) Reisen Bd. II. 1. S. 283. u. S. 336—341.

30) Man vergleiche das Profil des Gebel Lüfte (Anmerkung 25), woselbst Nr. 6—1 zur obersten Kreide gehören.

31) Die Versteinerungen der grünen Blättermergel liegen in erstaunlicher Menge an der Carawanen-Strasse zwischen Farafreh und Dachel. Sie wiederholen sich aber an vielen anderen Orten namentlich in der Oase Chargeh (Gebel Ter, Omm Renihma etc.). Ich zweifle nicht, dass die grauen Blättermergel mit zahlreichen in Brauneisenstein umgewandelten Versteinerungen, welche Delanoüe und d'Archiac (Comptes rendus 1868 Bd. 67. S. 704—707) von Theben in Ober-Aegypten beschreiben, zu unserem Horizont gehören. Die beiden französischen Geologen rechnen die fraglichen Schichten („cinquième étage“) noch zum Eocäen und glauben unter den Versteinerungen eine ganze Reihe alttertiärer Arten bestimmen zu können; wohl der beste Beweis für den jugendlichen Habitus unserer Fauna.

32) Die grünen Blättermergel enthalten zahlreiche Arten, die sich auch in den höheren weissen Kreidekalken mit *Ananchytes ovata* finden. Nur sind in letzteren alle Versteinerungen trefflich erhalten und die Conchylien fast ausnahmslos beschalt. Unter den beiden Abtheilungen gemeinsamen Arten mögen hervorgehoben werden: *Nautilus Danicus* d'Orb., *Schizorhabdus libycus* Zitt., *Ventriculites populum* Zitt., mehrere Bivalven, Gastropoden, zahlreiche einzellige Korallen aus der Ordnung der Turbinoliden und merkwürdiger Weise auch einzellige Eupsammiden, die bis jetzt nur aus der Tertiär- und Jetztzeit bekannt waren.

33) Die grösstentheils verkieselten und meist noch unbeschriebenen Gastropoden und Bivalven aus diesen Schichten erinnern in noch höherem Maasse an alttertiäre Typen, als jene aus den Schichten mit *Exogyra Overwegi*. Allein das Mitvorkommen von *Ananchytes ovata*, *Ventriculiten*, Bruchstücken von Rudisten (*Radiolites*) gestatten eine scharfe Abgrenzung gegen die darüber liegenden eocänen Kalksteine mit *Alveolinen* und *Nummuliten*.

34) Mein verehrter Freund Professor Dr. Zirkel in Leipzig hatte die Güte dieses Gestein zu untersuchen und theilt mir darüber folgendes mit:

„Das in der Oase Beharieh mitten im Kreidemergel mehrere kleine Hügel bildende, mit Recht „sog. vulkanische Gestein“, welches schon von Caillaud erwähnt wird, ist schwarz, mitunter etwas feinporös und scheint plattig abgesondert; es ist vielfach scheinbar ziemlich homogen, bietet aber auch stellenweise dem blossen Auge deutlich krystallinische, feinkörnige, anamesitähnliche Structur dar.“

Unter dem Mikroskop ergibt sich das Gestein als ein ausgezeichneter typischer Plagioklasbasalt, der mit den Basalten aus N.-O.-Irland, welche bei Portrush und am Giants Causeway die feuersteinführende Kreide überlagern, sowie mit manchen Vorkommnissen aus dem Siebengebirge die allergrösste Aehnlichkeit hat. Die einzelnen Gemengtheile sind:

Augit, in bräunlichgelben Durchschnitten, darunter ausgezeichnete Querschnitte, begrenzt von ∞P , $\infty P \infty$, $\infty P \infty$; ab und zu führt er Glaseinschlüsse von relativ beträchtlichem Umfang, Gasporenreihen setzen durch ihn hindurch. Einige Augite sind sehr deutlich polysynthetisch verzwillingt nach $\infty P \infty$ mit einer Menge von eingeschalteten feinen Lamellen. Bei Durchschnitten annähernd parallel zur Symmetrie-Ebene findet sich zwischen gekreuzten Nicols eine Auslösungsschiefe von 42° — 45° .

Plagioklas, in farblosen langleistenförmigen Durchschnitten, grösstentheils von fremden Einschlüssen frei, meist schön gestreift durch Zwillingsbildungen parallel $\infty P \infty$; Zwillinge nach anderen Gesetzen wurden nicht beobachtet. Zonenaufbau ist nicht wahrzunehmen, wie es bei den basaltischen Plagioklasen die Regel. Die optische Prüfung für die Orientirung der Hauptschwingungsrichtung gab keine völlig übereinstimmenden Resultate: bei geeigneten Durchschnitten aus der Zone OP : $\infty P \infty$ lieferte die gemessene Neigung der Auslöschungsrichtung rechts und links von der Zwillingssebene aber doch namentlich Winkel von 20° — 25° .

Olivin, relativ reichlich, ziemlich frisch, indem die fast farblosen Durchschnitte mit der bekannten rauhen Oberfläche nur am Rande und längs Sprüngen in eine schmutzig-bräunliche Serpentinmaterie umgewandelt sind. Diese letztere ist übrigens auch in zarte Spältchen des benachbarten Feldspaths streckenweise eingedrungen. Der Olivin enthält ab und zu Glaseinschlüsse (bis 0,025 Mm gross) und Reihen von schlauchförmigen Poren, dagegen werden jene scharfkantigen regulären, bräunlich durchscheinenden Kryställchen, welche früher für Picotit gehalten wurden, jetzt mehr als Chromit gelten, wie es scheint, hier vermisst.

Das schwarze Erz ist zum Theil frischer Magnetit in isometrischen Körnern, daneben kommt aber wohl auch Titaneisen vor, welchem die langen balkenähnlichen ganz schmalen Durchschnitte (bis fast 1 mm lang) angehören dürften; sie sind im auffallenden Licht schwarz metallglänzend, und, wie es in den Basaltgesteinen die Regel, frei von dem bekannten weisslichen Umwandlungsproduct des Titaneisens in den Diabasen.

Apatit, in dickeren und dünneren bisweilen sehr langen farblosen Prismen, mit scharf hexagonalem Querschnitt, so klar, dass er bisweilen mehrere ineinandergeschachtelte Sechsecke zu zeigen scheint; diese bis 0,03 mm dicken zarten Apatitnadeln kann man in den gröberkrystallinischen Varietäten des Gesteins bei günstiger Beleuchtung schon makroskopisch, wie kurze Stückchen eines Seidenfadens, glänzen sehen.

Lange, blaugrünlichgelbe Mikrolithen, oft parallel kammförmig nebeneinander gestellt, bisweilen ein lockeres Gespinnst in farblosem Feldspath bildend, gehören wohl dem Augit an, und sind nicht mit dem Apatit zu verwechseln; ebenfalls sind spärliche, ziemlich intensiv grüne kleine Körner von unregelmässiger Gestalt doppeltbrechend und undichroitisch, wohl Augit, wie auch stellenweise ein und derselbe bräunliche grössere Augitschnitt grüne Partien aufweist.

Höchst spärlich sind braune zerlappte Biotitblättchen vorhanden.

Von Sanidin, Nephelin, Leucit, einem rhombendodekaedrischen Mineral der Sodalithgruppe, von Hornblende ist wie dies in den oben genannten ähnlichen Basalten gleicher Weise der Fall, nichts wahrzunehmen.

Die Mikrostructur ist völlig krystallinisch, es kann wenigstens in keinem Praeparat eine glasige oder eine halbglasige globulitische oder mikrofelsitische Basis auch in noch so schwacher Betheiligung nachgewiesen werden. Der Typus der krystallinischen Structur ist der ziemlich gleichmässig-körnige: es findet sich kein porphyrisches Hervortreten gewisser grösserer Individuen gegenüber einem Aggregat anderer kleinerer.

Diese Beschaffenheit scheint nach den vorliegenden Handstücken mit grosser Constanz festgehalten zu werden; die von verschiedenen derselben angefertigten Praeparate unterscheiden sich in der That nur durch den mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Grad der Olivinzersetzung und das Eindringensein der secundären Serpentinmaterie in andere Gemengtheile; vielleicht auch noch dadurch, dass in den etwas mehr umgewandelten die Serpentinadern eine detaillirtere Schichtenstructur entwickelt und eine schmutzige braune Farbe angenommen haben. Sonst sind mineralische Zusammensetzung, Structur der Gemengtheile und des Gestein durchgängig übereinstimmend.

35) An dem hohen Steilrand, welcher die weite Bucht von Farafreh begrenzt, zeigt sich auch in petrographischer Hinsicht ein gewisse Differenz zwischen oberer Kreide und Eocäen, indem sich zwischen der ersteren und den weissen Alveolinkalken ein mächtiger Complex von dünnblättrigen, grünlich oder grau gefärbten Mergeln einschaltet, worin zahlreiche Versteinerungen von entschieden eocänem Gepräge vorkommen.

36) Nachstehende übersichtliche Darstellung der Verbreitung der obersten Kreide und des ältesten Eocäen und deren Wechselbeziehung mag als Rechtfertigung dieser Behauptung dienen.

Im ehemaligen anglo-gallischen Becken, dem typischen Eocängebiet, beginnt die Tertiärformation fast allenthalben mit Süsswasser- oder brackischen Schichten. Fehlen diese letzteren, so fand fast regelmässig eine Unterbrechung in der Sediment-

bildung statt und es berühren sich marine Ablagerungen, welche wahrscheinlich durch eine Festlandsperiode getrennt waren und eine total verschiedene Fauna umschliessen. So entsprechen z. B. die marinen Thanetsande im südlichen England welche unmittelbar auf der weissen Kreide liegen, keineswegs den ältesten Eocänschichten des Pariser Beckens, sondern den Meeressanden von Bracheux, unter welchen an verschiedenen Orten Süsswassergebilde (Kalkstein und Sand von Rilly) vorkommen. Nur an einem einzigen Punkt in der Nähe von Mons in Belgien folgt über der weissen Kreide ein mariner Tertiärkalk, welcher die ältesten bis jetzt in Europa bekannten Eocaenversteinerungen enthält. Letztere bieten leider so wenig Vergleichspunkte mit anderen namentlich südeuropäischen oder asiatischen Eocaenfaunen, dass eine genaue Parallelsirung bis jetzt unmöglich ist.

Durchgreifende Veränderungen in der Vertheilung von Land und Meer bezeichnen in Mittel- und Norddeutschland den Abschluss der Kreideformation. Mögen auch grossartige Denudationen ehemals vorhandene Ablagerungen vielfach weggeschwemmt haben, so lässt sich doch nicht zweifeln, dass in der zweiten Hälfte der Kreidezeit Deutschland immer weiter aus dem Meere empor tauchte, so dass gegen Schluss dieser Formation nur noch Pommern, Mecklenburg, der nördliche Theil von Hannover, die zwischen Teutoburger Wald und dem Rothhaargebirg gelegene rheinisch-westfälische Bucht, und einige Striche auf dem linken Rheinufer Meeresboden bildeten. Das ältere Tertiär-Meer erreichte auch diese Gegenden nicht mehr, ebensowenig wie Dänemark, Schonen oder irgend eines der nördlichen Polarländer, in welchen marine Kreidebildungen nachgewiesen sind. Aehnlich liegen die Verhältnisse in Russland und in der nördlichen Hälfte von Asien, wo nirgends obere Kreide und älteres Eocän mit einander in Berührung treten

Unter den Ländern der mediterranen Provinz bietet die iberische Halbinsel in der Nähe von Malaga und Alicante obere Kreide und Nummulitenschichten in sehr ungünstiger, fossilärmer Entwicklung. Am Fuss der Pyrenäen treten die beiden Nachbarformationen zwar öfters miteinander in Contact, allein es gehören die Tertiärbildungen entweder nicht zu der ältesten Gruppe dieser Formation oder es schaltet sich wie in der Nähe von Barcelona eine obercretacische Süsswasserbildung (Etage Garumnien) an ihrer Basis ein. Auf der französischen Seite hatte man früher bei Biarritz einen allmäligen Uebergang vom mesolithischen zum käolithischen Zeitalter zu finden geglaubt, indess auch dort gehören die Nummulitenschichten einer viel jüngeren Gruppe an, als früher vermuthet wurde. Weiter nach Westen im Languedoc und in der Provence bilden Süsswasser- und brackische Schichten den Schluss der Kreideformation. In der Charente und Dordogne wo die obere Kreide in mariner Facies auftritt, fehlen die älteren Nummulitengesteine. Also auch hier, wie im Norden von Europa überall eine durch eine bedeutende Oscillation in

der Höhenlage und durch Verschiebungen in der Vertheilung von Festland und Meer bezeichnete Formationsgrenze. Es würde sich wenig lohnen die Entwicklung von oberer Kreide und Eocän durch die französischen, schweizerischen und deutsch-österreichischen Alpen im Detail zu verfolgen, denn weder in diesem Gebirgszug, noch in den Karpathen gibt es irgendwelche Ablagerungen, welche als Zeitäquivalente des Kalksteins von Mons oder der Süßwasserschichten von Rilly beansprucht werden könnten. Noch grösser ist der Hiatus auf der Südseite der Alpen in Piemont und in den Venetianischen Bergen, woselbst wie uns die congruirenden Untersuchungen hervorragender Wiener und Pariser Geologen neuerdings gelehrt haben, die tiefsten Glieder der Nummulitenformation bereits dem mittleren Eocän zugehören. Entsprechend haben sich nach Handtken's neuester Darstellung die Ereignisse in Ungarn und Siebenbürgen entwickelt.

Etwas nähere Betrachtung verdienen die fraglichen Formationen auf der Balkanhalbinsel, wo wenigstens in Istrien und Dalmatien nach der Ansicht Stache's, des besten Kenners dieser Länder vielerorts zwischen Kreide und Tertiärzeit keine Unterbrechung der Ablagerungen eintrat. „Der Uebergang von der einen zur andern Periode ist hier nur durch einen Kampf des Meeres mit den Binnengewässern um die Herrschaft bezeichnet, von welchen aber die letzteren, nachdem sie für eine relativ kurze Zeit die Oberhand gewonnen hatten, in der Zeit der Ablagerung des Nummulitenkalkes schon wieder von den ersteren gänzlich verdrängt wurden.“ (Hauer Geologie von Oesterreich, 2. Aufl. S. 570). Allein wenn der verdienstvolle Entdecker der Cosina-Schichten, den ich auf seinen geognostischen Wanderungen in Dalmatien begleiten durfte, aus dem innigen Contact, der concordanten Auflagerung, und der absoluten petrographischen Uebereinstimmung der cretacischen Hippuritenkalke und der marinen Nummulitengesteine auf eine ununterbrochene Sedimentbildung schliesst, so kann ich dieser Folgerung nicht beitreten, da für die Existenz der obersten Kreide bis jetzt keine genügende Beweise erbracht sind. Die weissen Hippuritenkalke der Karstländer dürften vielmehr das obere Turon oder höchstens noch das untere Senon repräsentiren.

Im Apenninenzug vertritt die „Scaglia“ alle Sedimente der oberen Kreide. Sie ruht auf Hippuritenkalken, welche wahrscheinlich mit den dalmatinischen von gleichem Alter sind, und wird in der Regel von Macigno, einem jungen Glied der Eocänzeit bedeckt. An den wenigen Localitäten, wo zwischen Scaglia oder dem toskanischen „Alberese“ und dem Flysch, marine Nummuliten erscheinen, sind es Arten, die anderwärts vorzugsweise in den höheren Schichten der Nummulitenformation verbreitet sind. Sicilien und das südliche Calabrien stellen in geologischer Hinsicht nur einen Vorsprung der tunisisch-algerischen Küste dar; Kreide- und

Nummulitenbildungen sind daselbst wie in Nordwest-Afrika entwickelt; es fehlen somit von der ersteren die höchsten, von der letzteren die tiefsten Schichten.

In der Krim beginnt jener merkwürdige Zug Nummuliten führender Gesteine, welcher sich fast ohne Unterbrechung durch den Caucasus, über Persien nach Beludschistan, Kutsch und von da wieder herauf durch das Industhal ins Punjab und in die höchsten Theile des Himalaya verfolgen lässt. Wie weit dieselbe nach Tibet und Central-Asien hineingreift, werden uns die gegenwärtig in jene Gebiete vordringenden Reisenden vielleicht schon in nächster Zeit berichten. In Hinter-Indien richtet sich der Nummulitenzug gegen Süden, begleitet die West-Küste von Assam und Birma und zeigt sich wieder auf Java, Sumatra und Borneo, um schliesslich in den Philippinen zu endigen.

Es ist gewiss eine überaus merkwürdige Erscheinung, dass in diesem unermesslich ausgedehnten Gebiet die oberste Kreide in mariner Entwicklung niemals unmittelbar von den ältesten Eocaenschichten bedeckt zu sein scheint. Wohl hat man in früheren Jahren geglaubt, dass in der Krim, in Klein-Asien und Persien die beiden Formationen in continuirlicher Reihenfolge zur Entwicklung gelangten, ja man hat bisweilen sogar von Zwischenbildungen mit einer gemischten halb cretaceischen, halb tertiären Fauna gesprochen. Indess bei einer genauen Prüfung hat diese Annahme die Probe niemals bestanden. In der Krim erwiesen sich die auf der weissen Kreide liegenden Nummulitengesteine als zeitliches Aequivalent des Pariser Grobkalks (E. Favre. *Etude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée*. Genève 1877. S. 31—35.) Von gleichem Alter scheinen die Eocaenablagerungen am Südfuss des Caucasus und in Armenien zu sein, wo sie nach Abich überdies gegen die obere Kreide eine discordante Lagerung behaupten. Die wichtigen Aufschlüsse über die Geologie und Paläontologie von Klein-Asien mit Ausschluss von Palästina, Syrien, Arabien und Persien, welche wir in neuester Zeit namentlich durch Tchihatcheff, d'Archiac, Fischer, de Verneuil und Tietze erhalten haben, reichen nicht aus, um über die Beziehungen der beiden in Frage stehenden Formationen ein sicheres Urtheil zu gestatten, dagegen gewinnen wir wieder sicheren Boden, sobald wir das von der Geological Survey of East India durchforschte Gebiet betreten. Und da zeigt sich die Thatsache, dass vom Indus bis nach Assam und Birma die obere Kreide niemals in mariner fossilreicher Entwicklung in Berührung tritt mit den meerischen Ablagerungen der Nummulitenformation, welche zuweilen die colossale Mächtigkeit von 4—6000 Fuss erreicht. (Medlicott und Blanford a *Manuel of the Geology of India*. Calcutta 1879.) Wenn schon auf dem indischen Festland das mesolithische Zeitalter sich scharf vom kämolithischen geschieden zeigt, so erweitert sich auf den südlicher gelegenen Sunda-Inseln die Kluft noch mehr durch das völlige Verschwinden von Kreide-Ablagerungen.

Für die vorliegende Frage kommen das nordöstliche Asien und Australien nebst ihren Dependenzen nicht in Betracht, da in diesen Ländern Kreide und Eocäen nur in unvollständiger Weise zur Ablagerung gelangten. Ein hervorragendes Interesse beansprucht dagegen Nord-Amerika. Dort lassen sich für Kreide und Tertiär-Ablagerungen zwei vollständig heteropisch und heteromesische Gebiete unterscheiden. Das eine begleitet von Neu-Yersey bis nach Texas als mehr oder weniger schmaler Saum das Ufer des Atlantischen Oceans und greift nur im Mississippithal etwas weiter nach Norden ins Festland herein; das andere liegt in den weiten, von den Rocky Mountains durchzogenen Flachländern zwischen dem Missouri und dem stillen Ocean. Im Osten, am Atlantischen Ocean, erinnern Gesteine und Fossilien der obern Kreide und des unteren Tertiär so sehr an nordeuropäische Verhältnisse, dass wir allen Grund haben in ihnen die Sedimente ein und desselben Meeres zu vermuthen, welches sich quer über den atlantischen Ocean von Europa nach Nord-Amerika ausdehnte.

Die specifisch amerikanische Entwicklung der beiden Formationen müssen wir in den unermesslichen Prairien der westlichen Staaten und in den beckenartigen Hochebenen zwischen den Parallelketten der Cordilleren suchen, deren Ursprung sich auf einen ehemaligen Ocean zurückführen lässt, welcher vom mexicanischen Golf bis nach British Columbia den nordamerikanischen Continent der Länge nach durchschnitt. In einer Mächtigkeit von 2—3000 Fuss gelangte dort die mittlere und obere Kreide zur Entwicklung und ihre fast horizontal auf einander geschichteten Sedimente enthalten eine reiche vielfach abgestufte marine Fauna. Ebenso ungestört ging die Sedimentbildung in der Tertiärzeit fort. Aber ein Umstand, den wir aus anderen Gründen als ein günstiges Ereigniss zu begrüßen haben, verhinderte die Ueberlieferung der marinen Kreidefauna in die Tertiärzeit. Es erfolgte nämlich am Schluss des mesolithischen Zeitalters eine allmälige Aussüßung des Meeres; brackische Schichten mit Reptilienresten von cretacischem Charakter und einer fossilen Flora von eocänem Gepräge finden sich an der Grenze beider Formationen.

Dann wandelte sich das ehemalige Meer in einen Süßwassersee von ungeheurem Umfang und beispiellos langer Dauer um. Sämmtliche Phasen der Tertiärzeit, vom ältesten Eocäen bis zum Pliocäen sind in dem Braunkohlen führenden Schichtencomplex von mehr als 5000 Fuss Mächtigkeit vertreten. Er enthält neben anderen Fossilien einen, wie es scheint unerschöpflichen Reichthum an Säugethierresten, deren Erforschung dur Leidy, Marsh und Cope wohl das glänzendste Blatt in der neueren Geschichte der Paläontologie darstellt.

Wenn ich vorher angedeutet habe, dass die Kreideversteinerungen in der östlichen Sahara vielfache Vergleichungspunkte mit den Formen aus den gleichaltrigen westamerikanischen Ablagerungen bieten, so hören mit Beginn der Tertiärzeit selbstverständlich alle paläontologischen Parallelen auf, denn in der libyschen Wüste sind

die eocänen Sedimente überall marin geblieben. Das einzige Land, wo wie in Aegypten eine ununterbrochene Sedimentbildung stattfand, lässt somit keinen specielleren Vergleich zu.

37) Fraas Aus dem Orient I. S. 128—156. Ein vollständiges Verzeichniss aller bislang aus Aegypten beschriebenen Eocæn-Versteinerungen ist von L. Lartet (Annales des Sciences géol. vol. III. S. 25—91) zusammengestellt worden.

38) *Nummulites Gizehensis*, *Caillaudi* und *curvispira*.

39) Hierher gehören z. B. *Lobocarcinus Paulino-Würtembergicus* Meyer sp., *L. Cairensis* Fraas, *Carolia placunoides* Cantraine, *Vulsella lingulata* Caillaud, *Ostrea Reili* Fraas, *Lucina Aegyptiaca*, *Pharaonis* und *Osiridis Bellardi*, *Schizaster Africanus* Loriol, *Conoclypus Osiridis* Desor, *Porocidaris serrata* d'Arch. etc.

40) Ich bezeichne diese Abtheilung der Nummulitenformation als „libysche Stufe.“ Ein Theil ihrer Versteinerungen ist bereits von Fraas (Aus dem Orient I, S. 114) vom Todtenberg bei Siut und von Delanotie und d'Archiac aus der Gegend von Theben (l. c. S. 701—704 Etage 1 bis 3) aufgezählt worden. In den tieferen Schichten finden sich massenhaft Steinkerne von 2 grossen Lucinen, wovon die eine aufgeblähte Form gewöhnlich mit *Lucina Aegyptiaca* Bellardi, die andere mit *L. Aspidis* Bell. identifirt wird. Ein charakteristisches und überall verbreitetes Fossil dieser Stufe ist auch die Belemniten ähnliche *Graphularia desertorum* Zitt. (Handb. d. Paläontologie S. 209.)

41) Die kugeligen, ziemlich grossen Alveolinen, welche die libysche Stufe charakterisiren, werden von Fraas l. c. S. 115 als *Alveolina oblonga* d'Orb. angeführt, gehören jedoch nach den Untersuchungen von Herrn C. Schwager einer neuen Art an. Ebenso unterscheidet sich der kleine von Fraas als *N. planulata* d'Orb. citirte Nummulit von der im Pariser Becken vorkommenden Form.

42) Die Araber nennen diese Riesenknollen „Batich“ (Melonen).

43) Die Süsswasserschichten, welche südlich von Siuah den miocänen Grobkalk unterlagern, scheinen im libyschen Sandmeer eine ansehnliche Verbreitung zu besitzen. In der Oase Siuah selbst und an der Strasse nach Beharieh dürften sie fehlen; ich habe dort mehrfach marinen Grobkalk und eocäne Mokatamschichten im Contact beobachtet. Die Süsswasserablagerungen haben nur geringere Mächtigkeit. Zuunterst steht ein fester, etwas unreiner löcheriger Kalkstein mit *Lymnaea*, *Bithynia* und *Planorbis* an. Die Versteinerungen sind meist durch Hohlräume angedeutet, zuweilen auch als Steinkerne erhalten. Ueber dem Kalkstein folgt sehr

fester, durch Kieselerde cämentirter Quarzsandstein und darüber brauner löcheriger Süsswasserquarzit, welcher dem Mühlsteinquarz (Meulière) des Pariser Beckens täuschend ähnlich sieht.

44) Ein schönes, versteinungsreiches Profil der miocänen Ablagerungen bietet der 1 1/2 Wegstunden vom Städtchen Siuah entfernte nördliche Steilrand der Oase. Der Boden der Ammons-Oase besteht wenigstens bei Siuah, Manschieh und Aghermi aus grünlichen oder grauen, mit Salz und Gyps imprägnirten Mergeln, worin Stacheln von Seeigeln, Platten von Oreaster und zahlreiche Austern und Pecten-Schalen vorkommen. Diese Mergel sind auch am Fuss des Gebel Ndefer aufgeschlossen; darüber setzt sich der 130 Meter hohe Steilrand folgendermassen zusammen: (die Schichten sind von oben nach unten aufgezählt):

1. Grobkalk, ganz erfüllt mit Steinkernen von Strombus cfr. Bonelli Brgt, Conus cfr. Mercati Bronn, Natica cfr. redempta Micht, Cypraea sp., Tapes vetula Bast., Venus cfr. Dujardini Desh, Dosinia cfr. orbicularis Ag, Lucina multilamellata Desh, Cardium sp., Avicula phalaenacea Lam, Spondylus crassicosta Lam, und vereinzelte Exemplare von Scutella cfr. subrotundata. 30 m
2. Schneeweisser, dichter, kreideartiger Kalkstein, arm an Versteinungen 16 m
3. Kalkbank ganz erfüllt mit Ostrea Virleti Desh, Ostrea Rohlfsi Fuchs, Ostrea vestita Fuchs, Placuna cfr. Lincolnii Reeve 25 m
4. grünliche Kalkmergel mit zahlreichen kleinen Steinkernen von Cardien, Mactra und Tapes; Eschara monilifera ME., Cellepora palmata, foliacea Mich. und Cellepora polythele Reuss 10 m
5. Grobkalk mit Steinkernen von Gastropoden und Bivalven, wie Nr. 1 2,5 m
6. Brauner Grobkalk mit zahlreichen Exemplaren von Scutella cfr. subrotundata Lam., Clypeaster Martinianus Laube, Amphiope cfr. perspicillata Ag., Echinolampas angustistellatus Laube 3 m
7. grüne blättrige, salzhaltige Mergel 15 m
8. röthlich gefärbter mergeliger Grobkalk mit Scutella, Clypeaster und Amphiope 3 m
9. grünliche und gelblich grüne Salzmergel mit Fasergyps, Marienglas; reich an Cidarisstacheln, Platten von Oreaster, Pecten Zitteli Fuchs, Pecten acuticostatus Lam, P. Escoffinae Fontannes Ostrea Rohlfsi Fuchs 10 m
10. Schutt den Fuss des Steilrandes bedeckend 13 m

Herr Dr. Theodor Fuchs hatte die Güte die Fossilien aus den Miocän-schichten von Siuah zu bestimmen und theilt mir nachstehende Liste der von ihm erkannten Arten mit:

- 1, 2, 3. *Cypraea* 3 sp. hh.
4. *Ancillaria* sp. ss.
5. *Conus* sp. cf. *Mercati* Bron h.
6. *Strombus* sp. cf. *Bonelli*. Brong. hh.
7. *Rostellaria* sp. cf. *dentata*. h.
8. *Tritonium* sp. (klein ähnlich dem *T. piraster* Lam.) ss.
9. *Spirilla rusticula* Bast. h.
10. *Ficula* sp. ss.
11. *Cerithium* sp. (ähnlich dem *Cer. vulgatum*.) ss.
12. *Turritella* sp. cf. *gradata* Menk. s.
13. " *Archimedis* Hörn. non Brong. ss.
14. *Trochus miliaris* Brocc. ss.
15. *Natica* cf. *redempta* Micht. hh.
16. " cf. *millepunctata* s.
17. *Bulla* sp. cf. *ampulla* Linné.
18. *Pholadomya* (*Pholas*) *altior* Sow. sp. h.
19. *Mactra* sp. h.
20. *Tapes vetula* Bast. hh.
21. " sp. h.
22. *Venus* sp. cf. *Dujardini*. Desh. hh.
23. " sp. cf. *Lugensis* Fuchs. ss.
24. " sp. cf. *plicata*. Lin. s.
25. *Cytherea erycina* Lam. ss.
26. *Dosinia* sp. cf. *orbicularis* Ag. hh.
27. *Tellina lacunosa* Chemn. h.
28. *Lucina columbella* Lam. ss.
29. " sp. cf. *ornata* Ag. ss.
30. " *multilamellata* Desh. hh.
31. " *transversa* Bronn. ss.
32. *Cardita evanicosta* Lam. h.
33. " *hippopaea* Bast. ss.
34. " sp. cf. *diversicosta* Reuss. s.
35. " sp. cf. *intermedia*. Bron. s.
36. *Arca* sp. cf. *Turonica* Duj. s.
37. " sp. cf. *barbata* Linné. s.

38. *Pectunculus* sp. cf. *pilosus* Linné.
39. *Mytilus* nov. sp.
40. *Modiola* sp. cf. *Brocchii* Mayer.
41. *Cardium* sp. cf. *discrepans* Bast. ss.
42. " sp. cf. *oblongum* Chemn. h.
43. " sp. cf. *multicostatum* Brocc. h.
44. " sp.
45. *Avicula phalaenacea* Lam. h.
46. *Pecten Zitteli* nov. sp. hh.
47. " *acuticostatus* Sow. h.
48. " *Tournali*. Serres. s.
49. " *Malvinae* Desh. h.
50. " *substriatus* D'Orb. ss.
51. " *Escoffinae* Fontannes. h.
52. *Spondylus crassicosta* Lam. h.
53. *Ostraea Virleti* Desh. hh.
54. " *Rohlfssii* nov. sp. hh.
55. " *vestita* nov. sp. h.
56. " *caudata* Münst. s.
57. *Anomia striata* Brocc. h.
58. *Placuna* cfr. *Lincolni* Reeve hh.
59. *Cidaris Adamsi* Wright. s.
60. *Echinolampas angustistellatus* Laube. h.
61. *Clypeaster Martinianus* Desm. h.
62. *Scutella* nov. sp. cfr. *subrotundata*. Lam. hh.
63. *Amphiope* nov. sp. cfr. *perspicillata* Ag. hh.
64. *Eschara monilifera* Milne Edwards. h.
65. *Cellepora palmata* Mich. hh.
66. " *foliacea* Mich. hh.
67. " *polythele* Reuss. hh.
68. *Cryptangia parasitica*. Michel. sp.

Herr Dr. Fuchs fügt dieser Liste folgende Bemerkungen bei:

„Versucht man es auf Grundlage des vorhergehenden Verzeichnisses das Alter der Ablagerungen zu bestimmen, so ist es sofort klar, dass dieselben innerhalb jener Gruppe von Tertiärbildungen gestellt werden müssen, welche durch die marinen Ablagerungen des Wiener Beckens oder durch die sogenannte Leythakalkstufe im weiteren Sinne des Wortes gebildet werden, das heisst sie sind jünger als die Schichten

von Merignae und Schio (Aquitanien) und älter als die Ablagerungen der Sarmatischen Stufe. Etwas schwieriger wird jedoch die Sache, wenn man entscheiden soll, welcher der beiden Leythakalkstufen des Wiener Beckens man dieselben zuzählen soll, ob der älteren (Hornerschichten, 1. Mediterranstufe) oder der jüngeren (2. Mediterranstufe). Die vorliegenden Arten sind entweder neu oder sie kommen im Wiener Becken ziemlich gleichmässig sowohl in der ersten als der zweiten Mediterranstufe vor. Entscheidende Arten fehlen und die Fauna hat insofern in ihrem Charakter eine gewisse Aehnlichkeit mit derjenigen der Touraine und von Anjou, bei der es auch noch nicht festgestellt ist, ob man sie, verglichen mit dem Wiener Becken, der ersten oder der zweiten Mediterranstufe zuzählen soll.

Immerhin gibt es jedoch ein Moment, welches dafür spricht die fraglichen Ablagerungen der älteren Mediterranstufe (Hornerschichten) zuzuzählen. Es zeigen dieselben nämlich eine ausserordentliche Uebereinstimmung mit jenen Miocaenablagerungen, welche von Smith*) aus der Umgebung von Lissabon, und von mir**) vom Gebel Geneffe bei Suez beschrieben wurden; bei diesen beiden Ablagerungen kann es aber wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass sie der älteren Mediterranstufe zuzurechnen sind.

Verhältnissmässig wenig Aehnlichkeit zeigen die Miocaenablagerungen von Siuah mit den jüngeren Tertiärablagerungen der Insel Creta, welche entschieden jünger sind und zum grössten Theile der jüngeren Mediterranstufe des Wiener Beckens, zum Theil sogar bereits dem Pliocaen anzugehören scheinen.

45) Ramsay. Geology of Gibraltar and history of the Mediterranean Sea. Proceedings Roy. Institution of Great Britain vol. VIII, part. VI.

46) Gaudry Alb. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1863 und Animaux fossiles du Mont Lébéron (Vaucluse). Paris 1873.

47) Klein Herm. Die Gesetze der Wüstenbildung. Gaea XIII. Heft 11. 12.

48) Unger Fr. Der versteinerte Wald bei Cairo und einige andere Lager verkieselten Holzes in Aegypten. Sitzgsber. d. k. k. Ak. d. Wissenschaften, Wien. 1859. Bd. 33. S. 209 u. Bd. 54. 1. S. 289.

49) Aus dem Orient I. S. 159. 160. — Ueber den versteinerten Wald vgl. auch Carruthers Geological Magazine 1870. vol. VII. S. 306.

50) Vgl. Anmerkg. 23.

*) On the age of the Tertiary Beds of the Tagus. (Quart. Journ. Geol. Soc. III. 1847. 410.

**) Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez. (Denkschriften. Wiener Akademie. XXXVIII. 1877.)

51) Reisen Bd. II. 1. S. 279.

52) Vatonne. Mission de Ghadames. Rapports officiels.

53) Auch A. Pomel bekämpft in seiner trefflichen Monographie der Sahara mit grosser Entschiedenheit eine einstige Ueberfluthung durch ein Diluvialmeer. (Le Sahara, Observations de Géologie et de géographie physique et biologique avec des aperçus sur l'Atlas et le Soudan, Alger 1872).

54) *Cyprinodon dispar* (Varietät von *Cyprinodon Calaritanus*) das Vorkommen dieses kleinen Mittelmeerfisches in den brackischen Gewässern der ganzen nördlichen Sahara ist schon vielfach hervorgehoben und als Beweis für die Ueberfluthung durch ein Diluvialmeer geltend gemacht worden. In den Salzsümpfen von Siuah kommt es zu Tausenden vor und wird von den durchreisenden Arabern gefangen und verzehrt. Die Siuahner selbst verschmähen den Fisch.

55) *Cerithium conicum*. Die Saharaschnecke differirt durch ganz unerhebliche Abweichungen von der im Mittelmeer verbreiteten Art.

56) Nach brieflicher Mittheilung von Rohlf's finden sich die Schalen in grosser Menge theils lose auf der Oberfläche, theils in einem röthlich grauen Kalkstein eingeschlossen. Beide Lokalitäten liegen südlich von Bengasi nicht weit von der grossen Syrte entfernt. Der Bir Rissam dürfte kaum über dem Spiegel des Mittelmeers gelegen sein und auch Djedabia befindet sich höchstens 10—20 Meter über dem Meer.

57) Es ist höchst auffallend, dass in den zahlreichen beckenartigen Vertiefungen niemals marine Sedimente von diluvialem Alter vorkommen. Ich habe mehrfach den Boden solcher Mulden mit Eocäenversteinerungen bedeckt gefunden, die offenbar nur durch Verwitterung des anstehenden Gesteins an die Oberfläche gelangt waren.

58) Aus dem Orient I. S. 198. II. S. 107. 114.

59) Fraas. Aus dem Orient II. S. 109—113. Aus dem Nilthal ist das Vorkommen behauener Feuersteinsplitter seit dem Jahr 1869 bekannt. Schweinfurth fand dieselben im Wadi Arabah (zwischen dem Nil und rothen Meer) zu Tausenden auf unfruchtbarem Wüstenboden; in gleicher Menge sah er dieselben am Fuss des Gebel Om Rennihma in der Oase Chargeh und ich selbst habe mitten in der Wüste, westlich von Dachel einige Feuersteinsplitter aufgelesen, die sich nicht unterscheiden lassen von den bekannten Messerchen oder Schabern aus prähistorischen Stationen.

Bemerkungen zur geologischen Karte.

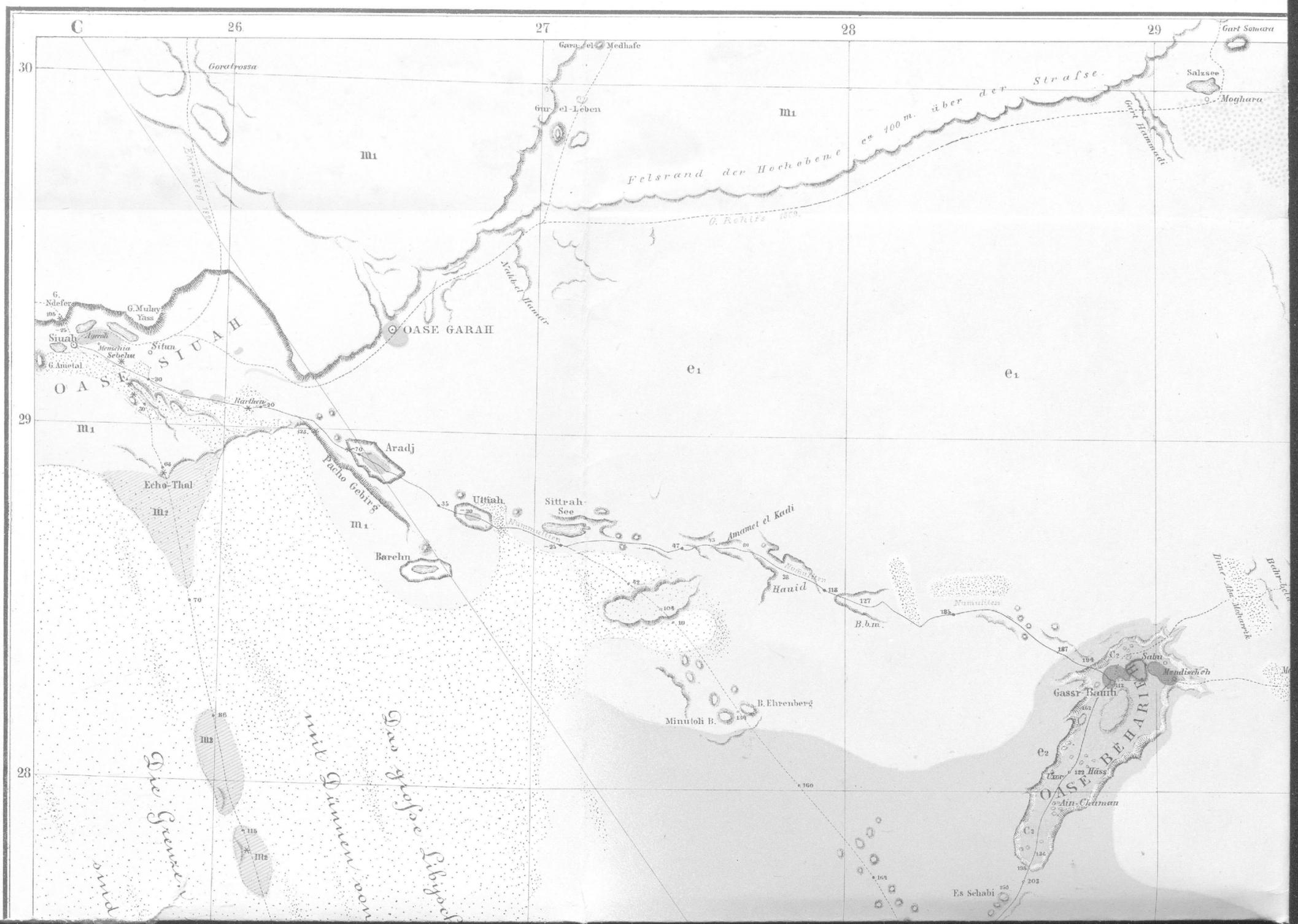
Die topographische Grundlage der beigeschlossenen Karte verdanke ich der Güte eines befreundeten Kartographen. Es wurde für die libysche Wüste vorzugsweise die Jordan'sche Aufnahme benützt, die Oase Beharieh jedoch, sowie die Route von dieser Oase zum Fayum nach den spätern Beobachtungen Ascherschon's eingetragen. Für die arabische Wüste lieferten die von Schweinfurth und Güssfeld veröffentlichten Kartenskizzen die wichtigsten Anhaltspunkte, für die Strecke Qeneh-Kosseir war die neue Klunzinger'sche Skizze massgebend.

Wenn der Versuch, nach wenigen Durchschnitten über ein grosses Gebiet eine geologische Uebersichtskarte zu construiren, in den meisten Fällen als ein bedenkliches Wagniss bezeichnet werden muss, so dürfte für die libysche Wüste die ausserordentliche Einfachheit ihres tektonischen Baues denselben rechtfertigen. Mögen spätere genauere Untersuchungen, die freilich lange genug auf sich warten lassen könnten, mancherlei Unrichtigkeiten im Verlauf der Formationsgrenzen nachweisen, den Totaleindruck des Bildes werden sie meiner Ueberzeugung nach nur wenig verändern. Eine bedenkliche Stelle auf der libyschen Seite bildet allerdings die Oase Beharieh, welche ich leider nicht selbst besucht habe. Nach den von Ascherschon mitgebrachten Gesteinsproben zweifle ich übrigens nicht, dass die Einsenkung bis in die Schichten der Exogyra Overwegi reicht, und dass die Sandsteine und bunten Mergel, welche den Boden dieser Oase bilden, dem genannten Horizont angehören. Leider fehlen mir aber sowohl aus diesen, als aus den höheren Kreideschichten Versteinerungen; auch über die Entwicklung und Verbreitung der letzteren sowie der darauf folgenden ältesten Nummulitenschichten liegen mir keine Beobachtungen vor. Schon in geringer Entfernung von Beharieh beginnen jedenfalls die oberen Nummuliten- oder Mokkatamschichten, wie ich aus den zahlreichen von Professor Ascherschon gesammelten Belegstücken mit Sicherheit entnehme. Die cyrenäische Hochebene wurde durchaus als Miocæn bezeichnet. Ich habe dieses Plateauland zwar nur an seinem

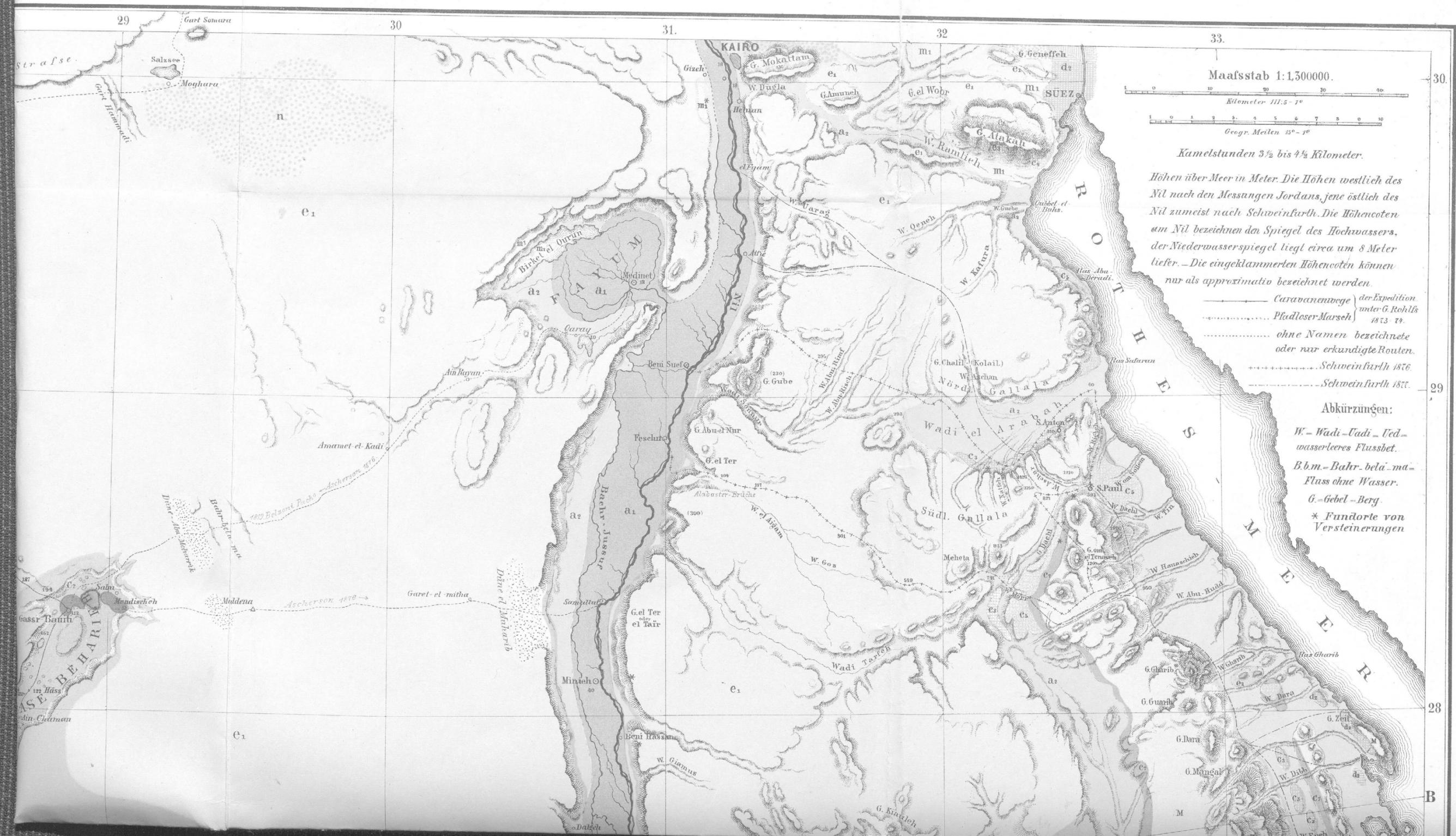
südlichsten Ende bei Siuah betreten; aber auch die im Berliner Museum aufbewahrten, von Ehrenberg aus nördlicheren Gegenden gesammelten Gesteinsproben enthalten nur neogene Fossilien. Der jungtertiäre „Grobkalk von Mex“ scheint in der ganzen Cyrenaika eine weite Verbreitung zu besitzen.

Die geologische Karte der arabischen Wüste verdanke ich meinem Freunde Dr. Schweinfurth. Sie ist das Resultat mehrjähriger, wiederholter Forschungsreisen und eine überaus werthvolle Bereicherung unserer Kenntniss der Geologie von Nordost-Afrika. Ich habe nur die Nähe von Suez nach dem von Th. Fuchs veröffentlichten geologischen Kärtchen colorirt und am Gebel Attakah das Vorkommen von Rudistenkalk und oberer Kreide in willkürlicher Weise eingezeichnet, da mir genaue Angaben über deren Verbreitung nicht vorlagen. Eine Correctur dieses Fehlers wird voraussichtlich nicht lange auf sich warten lassen, denn dieser nördlichste Ausläufer des arabischen Küstengebirges wird gegenwärtig häufig genug besucht.

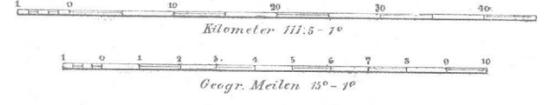
Geologische Uebersichtskarte d



htskarte der libyschen und arabischen Wüste.



Maafsstab 1:1,500,000.



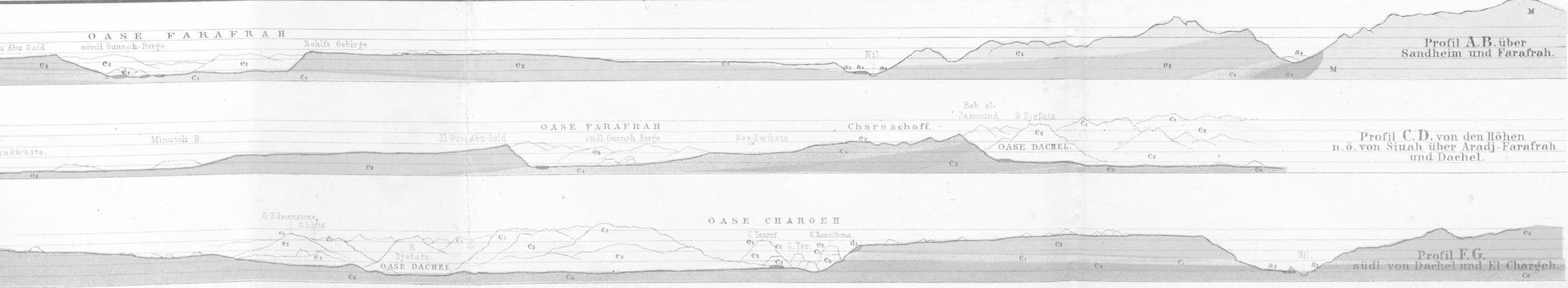
Kamelstunden 3 1/2 bis 4 1/2 Kilometer.

Höhen über Meer in Meter. Die Höhen westlich des Nil nach den Messungen Jordans, jene östlich des Nil zumist nach Schweinfurth. Die Höhenconten am Nil bezeichnen den Spiegel des Hochwassers, der Niederwasserspiegel liegt circa um 8 Meter tiefer. — Die eingeklammerten Höhenconten können nur als approximatio bezeichnet werden.

- Caravanenwege der Expedition unter G. Rohlfs 1873-74.
- Pfadloser Marsch ohne Namen bezeichnete oder nur erkundigte Routen.
- +++++ Schweinfurth 1876.
- Schweinfurth 1877.

Abkürzungen:

- W. — Wadi — Uadi = Ued = wasserleeres Flussbet.
- B.b.m. — Bahr. belä. — ma = Fluss ohne Wasser.
- G. = Gebel = Berg.
- * Fundorte von Versteinerungen



Verhältnis der Höhen zu den Längen wie 1 zu 20 d. d.
 Längen 1/1,300000, Höhen 1/63000.