Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1905

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1905|LOG_0188

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Vorträge und Abhandlungen.

Das Becken von Guadix und Baza.*

Von Dr. **L. Siegert** in Berlin.

(Schlufs.)

Über dem Seron-Konglomerat liegen diskordant die eigentlichen Beckenablagerungen von Baza, Verhältnisse, wie wir sie ganz ähnlich im Becken von Granada vorfinden, wo über dem Helvetien ein jüngerer Schichtenkomplex gleichfalls diskordant auftritt.

Dieser gliedert sich in beiden Becken in drei Stufen. Auf eine untere marine Ablagerung folgt ein mächtiger Horizont, charakterisiert durch das Auftreten zahlreicher Gipsbänke; den Abschlufs bilden lakustre Schichten.

Von allen Ablagerungen innerhalb beider Becken sind die eben angeführten wohl am besten bekannt. Sie beschränken sich wesentlich auf das Becken von Baza. In der gröfseren Osthälfte desselben herrschen hauptsächlich die marinen, also tiefsten Ablagerungen vor, die kleinere Westhälfte umfafst die Gipsformation und die lakustren Bildungen. Die Grenze beider Gebiete verläuft nach Gonzalo y Tarin von der Sierra de Periate nach Cortes, dann am Rio de Baza aufwärts, bis sie ihn zwischen Baza und Caniles überschreitet und an die Sierra de Baza stöfst.

Tortonien.

Da die marinen Sedimente bereits aus dem Becken von Granada durch die französischen Forscher sehr gut bekannt sind, wurden sie nicht näher untersucht, zumal auch Gonzalo y Tarin ihnen schon eine ausführliche Darstellung gewidmet hat. Er rechnet sie zum Pliocän. Ihre geologischen Lagerungsverhältnisse, die Einschaltung zwischen dem Helvetien und der Gipsformation, lassen, zumal bei den sonstigen Ähnlichkeiten im geologischen Bau der beiden Becken von Granada und Guadix-Baza,

*) I. Teil des Berichts s. S. 528 ff. — Auf S. 548 oben ist an Stelle des Striches die Überschrift Helvetien zu setzen.

kaum einen Zweifel, dafs diese Schichten mit den marinen Ablagerungen unter den Gipsen der zentralen Partien des Beckens von Granada zu parallelisieren sind, also nach den Bestimmungen von Bertrand und Kilian dem oberen Miocän, dem Tortonien bzw. Sarmatien angehören. In petrographischer Beziehung sind die einzelnen Formationsglieder im ganzen Becken von Baza einander sehr ähnlich. Abgesehen von den nach oben hin immer mächtiger werdenden Konglomeraten, wechsellagern beständig Kalkmergel und Tone, deren Eintönigkeit durch die gleichmäfsige rein weifse oder schwach gelbliche Farbe noch verstärkt wird.

Messenien.

Durch das Auftreten zahlreicher Gipslagen in den mittleren Partien der gesamten Beckenablagerungen wird ein leicht erkennbarer, scharf charakterisierter Horizont geschaffen, den man direkt als „Gipsformation" bezeichnen kann. Zwischen Baza und Caniles ist sie in vielen Ramblas aufgeschlossen, und wiederholt konnte ich hier die Diskordanz zwischen ihr und den darunter liegenden marinen Schichten beobachten.

Ein charakteristisches Bild der Entwicklung der Gipsformation gewinnt man, wenn man von Baza aus die Hauptstrafse nach Cullar de Baza verfolgt. Anfangs senkt sich der Weg nach dem Rio de Baza zu und durchquert die breite, fruchtbare Hoya de Baza. Sowie der andere Talrand erreicht ist, befindet man sich mitten in der Gipsformation, die namentlich flufsabwärts gut zu verfolgen ist. Hunderte von Rawinen erschliefsen hier eine unendliche Wechselfolge von lichten Kalken, Mergeln, Konglomeraten und Gipslagern.

Der Gips ist sehr mannigfaltig entwickelt; es kommen dichte, faserige, geschichtete Lagen vor. Wohlausgebildete flache Kristalle von Hand- bis Papierbogengröfse liegen oft vereinzelt in tonigen oder mergeligen Schichten oder sind lose hintereinandergereiht wie Perlen an der Schnur. Bald bildet der Gips Linsen, bald weithin aushaltende Bänke von sehr wechselnder Mächtigkeit. Von Fingerdicke an sind alle Stärken vertreten bis zu einem Maximum von 0,5 m. Die Lagerung ist meist schwebend. Jeden mächtigeren Horizont kristallisierten Gipses kann man von erhöhtem Standpunkt aus kilometerweit verfolgen durch das Blinken und Glitzern der in Millionen von Blättchen zerfallenden Kristalle, die gleich glänzenden Bändern die Abhänge in ein und derselben Höhenlage begleiten.

Sehr häufig sind in diesen Schichten Stauchungserscheinungen, die sich oft auf das Gipsband allein beschränken. Von allen diesen

Störungen, denen ebenso wie zahlreichen kleinen Verwerfungen meist nur lokale Bedeutung zukommt, gibt Gonzalo y Tarin eine ausführliche Beschreibung. Gröfsere Störungen wurden nur in der Nähe des Jabalcon beobachtet. Im Westen dieses alten Horstes sieht man nicht selten die Schichten nach dem Berge zu einfallen, ein Beweis, dafs die Bodenbewegungen in dieser Gegend später zum Stillstand gelangten als im übrigen Teil des Beckens, wo die Schichten allgemein schwebend liegen. Es haben sich auch in diesem Becken wie in denen von Guadix und von Granada längs gewisser Hauptstörungslinien Zonen herausgebildet, in welchen die Bewegung fortdauert, während die Nachbarschaft schon zur Ruhe gekommen ist. Längs solcher Linien finden auch heute noch Bewegungen statt, wie die furchtbaren Erdbeben beweisen, die Andalusien von Zeit zu Zeit heimsuchen.

Während die Gipsbänke nach oben zu immer vereinzelter und zuletzt nur noch als dünne Lagen auftreten, nehmen die Konglomerate an Häufigkeit und Mächtigkeit zu. Ihre Gerölle bestehen fast ausschliefslich aus Juragesteinen, also einem Material, das aus nächster Nähe stammt.

Beim Aufstieg von Zugar nach dem Jabalcon durchschreitet man folgendes Profil: grüne Mergel, rötliche Mergel, weifse Kalksteine, Konglomerate von Jurageröllen, schwarze, tonige Kalke, Mergel mit Gipsbänken, mächtige Konglomerate, die ein Drittel des gesamten Profils einnehmen. Angenommen, dafs die höchste beobachtete Gipsbank auch in Wirklichkeit dem letzten Gipshorizont entspricht, so würde die Gipsformation in der Umgebung von Baza in einer Mächtigkeit von weit über 100 m erschlossen sein.

Da die Gegend, in welcher die Gipsformation entwickelt ist, mit zu den sterilsten der ganzen Steppe gehört, so hat man öfters dem Gips die Hauptschuld an der Unfruchtbarkeit der Steppe zugeschrieben; doch zeigt sich namentlich in der Nähe von Zugar, dafs bei reichlicher Bewässerung auch der Gipsboden reiche Ernte tragen kann. Schuld an der Unfruchtbarkeit ist das durchlässige, klüftige Gestein, das, durch Hunderte von Rawinen angeschnitten, durch die glühende Sonne bis zu beträchtlicher Tiefe erhitzt und jeder Feuchtigkeit beraubt wird.

Nicht selten stellen sich nach obenhin kleine Braunkohlenflöze ein. Auf dem Wege von Baza nach dem Jabalcon beobachtet man wiederholt solche Flözchen, oft unterlagert von einem dunklen Ton mit Pflanzenresten; doch sah ich hier kein Flöz, welches selbst bei dem grofsen Mangel an Heizmaterial in dieser Steppe lokale praktische Bedeutung hätte erlangen können, während an anderen Orten kleine Flöze ausgebeutet werden sollen.

Die Häufung der Gipshorizonte, die Ausbildung grofser Kristalle, die häufige Wechsellagerung mit kalkigen und mergeligen Gesteinen weist gleich dem wiederholten Auftreten von *Melanopsa compressa* wohl auf Strandbildung hin mit zahlreichen Schwankungen des Meeresspiegels. Die letzte dauernde Erhebung leitete endlich die nächste Periode, die der lakustren Bildungen, ein. Diese negative Strandverschiebung ist für weite Strecken Andalusiens wie anderer Mittelmeergebiete nachgewiesen worden, doch hat sie in Andalusien eine ganz besondere Bedeutung. Während anderwärts auf die Gips- bzw. lakustren Bildungen abermals marine Ablagerungen folgen, ist diese Strandverschiebung in Andalusien die letzte geblieben. Alle jetzt folgenden Ablagerungen sind terrestere Bildungen.

Diese bestehen im wesentlichen aus Kalken und Mergeln mit einer oft sehr individuenreichen, aber formenarmen Schneckenfauna. Sie stimmen vollständig mit den von Bertrand und Kilian aus dem Becken von Granada beschriebenen gleichalterigen Schichten überein und könnten in Anlehnung an die genannten Forscher wohl zum Messenien gestellt werden. Bei der Besprechung ähnlicher Schichten aus dem Becken von Guadix müssen wir jedoch auf diese Altersbestimmung nochmals zurückkommen.

Wesentlich anders bauen sich die Ablagerungen auf, welche das Becken von Guadix ausfüllen. Hier lassen sich nur zwei verschiedene Schichtenkomplexe unterscheiden, von denen wir den unteren nach dem Ort, an welchem er am besten entwickelt ist, Fonelas-Kalk nennen, während wir für die räumlich weitausgedehnteren hangenden Schichten den durch v. Drasche eingeführten Namen Guadix-Formation beibehalten.

Fonelas-Kalk.

Der kleine Flecken Fonelas liegt etwa 10 km flufsabwärts von der Mündung des Rio Guadix in den Rio Fardes. Einige Minuten nördlich vom Dorfe, in der Nähe einer kleinen Kapelle, findet man hier auf dem linken Flufsufer und wenige Meter über dem Talboden einen reichlich Fossilien führenden Horizont. Das Gestein ist ein ziemlich harter, aus feinstem Material bestehender, stark kalkhaltiger Tonmergel. Er ist im allgemeinen wenig geschichtet, jedoch häufig brockig abgesondert. Dieser Tonmergel ist ungemein reich an Resten von Landschnecken, deren gebleichte, weifse Gehäuse zu Tausenden auf dem gelblichgrauen Grund des Gesteins sichtbar werden. Allerdings sind die dünnen Schalen selten gut erhalten.

Dieser etwa 10 m mächtige Horizont wird überlagert von einem feinkörnigen, mergeligen Kalkstein. Die einzelnen Bänke desselben besitzen etwas verschiedene Härte. Alle enthalten zahlreiche Schnecken, die jedoch fast nur als Abdrücke und Steinkerne erhalten sind. In den folgenden paläontologischen Erörterungen wird diese Abteilung mit Horizont II, ihr Liegendes mit Horizont I bezeichnet.

Nach oben geht Horizont II in einen porösen, bisweilen tuffartigen Kalkstein über, der in mehreren mächtigen Bänken auftritt. Konchylien sind in diesem Horizont III nicht mehr so ungemein häufig wie im Liegenden und nur schwer in unverletzten Exemplaren aus dem harten Kalk zu gewinnen.

Das Profil wird abgeschlossen von Bänken eines weifsen, porösen bis tuffigen, sehr feinkörnigen, ziemlich reinen, fossilleeren Kalksteins. Diese Ablagerungen, welche infolge ihrer charakteristischen Tuffstruktur sehr leicht wiederzuerkennen sind, bilden auch weiterhin überall den obersten Horizont. Auf dem rechten Ufer des Rio Fardes konnte ich jene versteinerungsreichen Bänke nicht wiederfinden. Obgleich petrographisch ähnliche Gesteine hier überall anstehen, so führen diese doch nur ganz vereinzelt Schnecken. Möglicherweise beschränken ich jene massenhaften Anhäufungen von Schnecken auf engbegrenzte Stellen, die alten Wasserlachen entsprechen. Tuff- und Sinterbildungen sind auf dem rechten Ufer weit häufiger als auf dem linken, wo nur die höchsten Bänke in dieser Weise entwickelt sind. Im allgemeinen besitzen alle diese Bänke einen sehr ähnlichen Charakter, schliefsen sich namentlich gegenüber den ganz andersartigen Ablagerungen der Guadix-Formation zu einem einheitlichen Komplex zusammen. Alle Schichten des Fonelas-Kalkes fallen bei einem ziemlich genauen ost-westlichen Streichen mit etwa 5° nach Süden ein.

Herr Professor Dr. O. Boettger in Frankfurt a. M. hat mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit die kleine Fauna bestimmt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Über das zugesandte Material äufsert sich Herr Prof. Boettger folgendermafsen:

„Alle drei Horizonte scheinen einer Formation anzugehören. In dem oberen Horizont III konnte *Hydrobia ventrosa* und *Helix* nov. sp., im untersten Horizont I neben der *Hydrobia* der *Euchilus* cf. *lemani* und die *Limnaea* cf. *girondica* nachgewiesen werden, die sämtlich auch im Horizont II, zum Teil in Masse, auftreten.

Im Horizont II, dem an Fossilien reichsten, sind mit mehr oder weniger Sicherheit nachzuweisen:

1. *Planorbis* (*Coretus*) *cornu* Brongn. in einer Form, die fast identisch ist mit Formen der var. *solida* Tho. aus dem mittleren Miocän

von Pontlevoy und Manthelan. Diese Varietät geht vom unteren Miocän bis ins obere Miocän. Die älteren (oligocänen) und die jüngeren (pliocänen) Varietäten von *Pl. cornu* sind flacher gebaut und zeigen breiter ausladende und weniger involute Innenwindungen (var. *mantelli* Dkr. u. a.).

Mein reiches Vergleichsmaterial in dieser Spezies läfst die Bestimmung absolut sicher erscheinen. Aus Spanien besitze ich *Pl. cornu* aus dem „Miocän" von Teruel, Aragonien (leg. Ingen. C. Reuleaux 1889), aus Frankreich u. a. aus dem Calcaire blanc de l'Agenais von Nouillau (var. *mantelli* Dkr.) und aus dem Calcaire gris de l'Agenais von Labrède (var. *solida* Tho.) (leg. Touzin-Degrange 1890); beide Schichten „unteres Miocän".

2. *Hydrobia ventrosa* Mtg.

Ebenfalls häufig im Calcaire blanc und Calcaire gris de l'Agenais, aber bis in die Jetztzeit gehend und auch noch lebend jetzt weit verbreitet.

3. *Limnaea* cf. *subovata* Hartm., Oberoligocän und Untermiocän.

4. *Patula* sp. unbestimmbar.

5. *Euchilus* cf. *lemani* Bast., Untermiocän.

6. *Helix* nov. sp. Offenbar neu, mit sehr eigentümlicher Runzelskulptur, wie sie mir aus jüngeren Schichten unbekannt ist. Ein Pleistocän ist durch diesen Fund ganz ausgeschlossen.

7. *Limnaea* cf. *girondica* Noul., Untermiocän.

8. *Euchilus* cf. *subpyrenaicum* Noul., Untermiocän.

Die übrigen Formen sind unsicher. Danach ist nach meinen Vergleichungen ein untermiocänes Alter am meisten wahrscheinlich, obgleich ich ein mittelmiocänes Alter nicht ganz verneinen darf, da die meisten der genannten Arten bis ins Mittelmiocän einsetzen oder dort wenigstens durch schwer unterscheidbare Formen ersetzt werden. Die vorliegenden Fossilien erinnern in ihrem ganzen Zusammenvorkommen an die mir wohlbekannten Süfswasserkalke des Agenais, wobei wir unentschieden lassen können, ob sie sich mehr dem Calcaire blanc oder dem Calcaire gris vergleichen lassen. Sie haben auch manche Züge mit den Hydrobienschichten (Unt. Mioc.) des Mainzer Beckens gemein.

Jedenfalls aber zeigt die kleine Fauna, dafs wir es hier mit echtem Miocän zu tun haben, mag auch das mittel- oder untermiocäne Alter noch strittig sein."

In petrographischer wie teilweise in faunistischer Beziehung stimmt der Fonelas-Kalk überein mit den lakustren Schichten, welche in den Becken von Granada und von Baza die Gipsformation überlagern. Die Ansichten über das Alter dieser Schichten wie über ihr Lagerungs-

verhältnis zur Gips- und Molasse-Formation haben im Lauf der Zeit ziemlich geschwankt. Nachdem bereits 1830 Silvertop die gesamten Ablagerungen als Miocän erkannt und die marinen von den lakustren durch die Gipsformation getrennt hatte, stellte Gonzalo y Tarin eine Wechsellagerung von lakustren und marinen Schichten fest. Demgegenüber behaupten Bertrand und Kilian mit voller Bestimmtheit, dafs eine solche im Becken von Granada nicht vorkommt, dafs die lakustren Schichten vielmehr stets über dem Gipshorizont liegen. Ganz dieselben Lagerungsverhältnisse konnte ich im Becken von Baza beobachten.

Bertrand und Kilian führen von Versteinerungen aus den lakustren Schichten des Beckens von Granada *Limnaea girondica* Noul. und *Planorbis mantelli* Dunker (*solidus* G. & F.) an. Von diesen erklären sie den Planorbis nach sorgfältiger Prüfung als vollständig übereinstimmend mit den von Verneuil bei Concud (Teruel) gesammelten Planorbis-Arten und parallelisieren infolgedessen die Ablagerungen von Teruel mit denen des Beckens von Granada. Die Süfswasserablagerungen von Teruel aber entsprechen nach ihrer Säugetierfauna den Schichten von Pikermi. Bertrand und Kilian bestimmen deshalb die lakustren Schichten von Granada als oberes Miocän (Messenien). Sandberger stellt, im wesentlichen gestützt auf Knochenreste, die schneckenführenden Ablagerungen von Teruel gleichfalls ins Unterpliocän.

Herr Professor Boettger bemerkt in seinen oben erwähnten brieflichen Mitteilungen hierzu: „Es ist sehr wohl möglich, dafs die Ablagerung von Teruel jünger ist als die vorliegende. Da Bertrand und Kilian zwei der vorliegenden Arten (den Planorbis freilich als var. *mantelli* Dkr., was er nicht ist) richtig erkannt haben, nimmt es mich Wunder, dafs sie die Schichten so hoch — zum Messenien — stellen wollen, da doch *L. girondica* Noul. bis jetzt nur aus Untermiocän-Schichten bekannt ist.“ Gonzalo y Tarin rechnet die Fonelas-Schichten, ebenso wie die lakustren Ablagerungen im Becken von Baza und Granada zum Pliocän. Auch auf der geologischen Karte von Cortázar ist dieselbe Ansicht vertreten, die wohl nicht mehr zu halten ist.

Guadix-Formation.

Die jüngste aller Beckenablagerungen ist in der Literatur unter dem durch v. Drasche aufgestellten Namen Guadix-Formation allgemein bekannt.

Die Gesteine, welche sie zusammensetzen, sind im wesentlichen Konglomerate, Schotter, Sandsteine, Sande, Mergel, Lehme, Tone und Tonmergel und (meist sandige) Kalksteine. Sämtliches Material entstammt ausschliefslich den Bergketten, welche das Becken umranden.

In der Nähe eines jeden Gebirgszuges herrschen daher naturgemäfs dessen Gesteine vor. Die Sierra Nevada hat hauptsächlich den sehr leicht verwitternden, oft granatreichen Glimmerschiefer beigesteuert, aufserdem Quarz, der in Sprüngen und Adern jene Schichten durchsetzt, und endlich noch Kalkstein, letzteren teilweise aus den nördlichen Vorbergen. Die Hauptmasse der Kalkgerölle lieferten aber die Kalkberge der Sierra Harana und der Sierra de Baza, welche das Becken im Osten und Westen flankieren.

Die gröfseren Gerölle sind im allgemeinen nicht sehr weit transportiert worden; deutlich läfst sich dies an den charakteristischen, leicht erkennbaren Nevada-Gesteinen verfolgen. Während diese vom Fufs der Sierra an bis zu dem einige Stunden nördlich davon gelegenen Guadix fast ausschliefslich das Material der Guadix-Formation bilden, werden sie weiter nach Norden und besonders nach Nordwesten zu sehr bald fast vollständig von Kalkgeröllen verdrängt. An der Ostseite des Beckens tritt ähnliches oder gleiches Material sporadisch in den Kalkkonglomeraten auf; doch entstammt es wohl nicht der Sierra Nevada, sondern dem hier sehr hochliegenden Untergrund, der z. B. vom Rio Baul wiederholt angeschnitten wird. Die Dimensionen der Gerölle schwanken beträchtlich. Von Kopfgröfse an sind alle Zwischenstufen vertreten bis herab zum feinsten Detritus. Da jedoch gleichzeitig immer nur Material von ungefähr gleicher Gröfse zur Ablagerung gelangte, ist es trotzdem zu einer deutlichen Bankung und Schichtung gekommen.

Häufig sind diese Schotter selbst in den tieferen Partien noch völlig lose, oft jedoch auch durch ein äufserst feinkörniges, toniges Bindemittel zu einem lockeren Konglomerat vereinigt. In der Nachbarschaft der Kalkgebirge dagegen werden die Gerölle durch Kalk zu festen, widerstandsfähigen Konglomeratbänken verkittet, und wieder an anderen Stellen erzeugt ein stark eisenschüssiges, tiefrotes Zement beinahe unzerstörbare Bänke.

Mit den Schottern und Konglomeraten und den ihnen entsprechenden Sandsteinen wechsellagern Lehm- und Mergelbänke. Teilweise ist der Lehm stark sandig, bisweilen ganz von Geröllen erfüllt; häufig treten diese in dünnen Lagen und Schmitzen auf, meist jedoch sind sie völlig richtungslos eingestreut, sodafs man, wenn sie überhandnehmen, den Eindruck eines mageren Geschiebemergels, also einer Grundmoräne, erhält. Namentlich beim Betrachten von kleineren Partien oder gar von Handstücken ist dieser Eindruck so lebhaft, dafs sich mir immer und immer wieder die Frage aufdrängte, ob diese Ablagerungen nicht doch Geschiebemergel seien.

Verschiedene Gründe sprechen jedoch gegen diese Auffassung. Trotz gröfster Mühe ist es mir nicht gelungen, in diesen Schichten ein geschrammtes oder gekritztes Geschiebe zu finden. Allerdings mufs man bedenken, dafs das Hauptgestein, der Glimmerschiefer, für die Entstehung und Erhaltung so zarter Bildungen das denkbar schlechteste Material abgibt, weil er leicht verwittert und abblättert; doch auch an festeren Gesteinen war keine Spur einer Schrammung wahrzunehmen.

Weiter spricht gegen den Grundmoränen-Charakter der Umstand, dafs überall da, wo man diese Bänke auf gröfsere Erstreckung hin verfolgen kann, eine gewisse Schichtung nicht zu verkennen ist. Nun hält sich zwar die norddeutsche Grundmoräne auch nicht immer streng an das Schema, sondern weist auch Andeutungen von Schichtung auf. In den Lehmen der Guadix-Formation ist die Schichtung aber weit häufiger und deutlicher.

Besonders erschwert wird die Entscheidung der Frage, ob die in Rede stehenden Gesteine Grundmoräne sind oder nicht, durch den Umstand, dafs sie aus ganz anderem Material entstanden sind wie unsere norddeutsche Grundmoräne. Diese besteht aus dem Detritus der verschiedensten Gesteine, unter denen dem Kalk ein Hauptanteil zukommt. Das Material der Grundmoräne eines Nevada-Gletschers hätte dagegen fast ausschliefslich der Glimmerschiefer liefern müssen, und es ist klar, dafs eine solche Grundmoräne ganz andere petrographische bzw. physikalische Eigenschaften besitzen würde als unsere heimische.

Von Wichtigkeit für die Beurteilung der Verhältnisse sind daher diejenigen Eigenschaften der Grundmoräne, welche nicht von der petrographischen Ausbildung abhängen, vor allem die glazialen Stauchungen und Aufpressungen. Von diesen in Nord-Deutschland so verbreiteten Erscheinungen war im Becken von Guadix keine Spur zu erkennen.

Endlich ziehen sich die Schotterschichten an keiner der zahlreichen von mir beobachteten Stellen weit in die Täler der Randgebirge hinauf. Fast überall schneiden sie mit horizontaler Linie am Gebirge ab.

Eine weitere charakteristische Ablagerung sind sehr feine, magere Tone, die unter dem Mikroskop vor allem Quarz und Glimmer erkennen lassen, also wohl hauptsächlich aus den Schiefern der Sierra Nevada entstanden sein werden. Schichtung ist wie bei allen Ablagerungen von feinstem Korn nicht vorhanden. Beim Zerreiben zwischen den Fingern fühlen sie sich infolge des Reichtums an feinsten Glimmerschüppchen talkig an. Am ähnlichsten sind sie, um bekanntere Bildungen zum Vergleich heranzuziehen, den norddeutschen diluvialen Beckentonen. Teilweise erinnern sie wohl auch an Löfs. Je nach der Nähe des einen oder des anderen Randgebirges sind sie bald kalkführend, bald kalkfrei. Auch

heute noch dauert die Bildung ganz ähnlicher Gesteine in diesen Gegenden an. Am Fuſse der Sierra Nevada und auf den angrenzenden Ebenen kann man Schritt für Schritt die fortschreitende Verwitterung der Glimmerschiefer-Gerölle verfolgen, die schlieſslich im Verein mit der Aufbereitung der Materialien durch das Regenwasser zur Entstehung ganz ähnlicher glimmerreicher Tone führt.

Die Grenzlinie zwischen Schotter und Sand einerseits und den feinen Ablagerungen andererseits ist nicht immer so scharf ausgeprägt, wie man aus der Ferne anzunehmen wohl geneigt ist. Häufig gehen die verschiedenen Schichten ineinander über. Die Wasser schnitten sich oft tiefe Rinnen in die Lehm- und Mergelbänke ein und füllten diese mit Schottern aus, so daſs in der Horizontalen oft ein plötzlicher Wechsel von feinsten und gröbsten Materialien stattfindet und die Grenzlinien zwischen den einzelnen Ablagerungen sehr unregelmäſsig werden. Weit verbreitet ist endlich in den Schottern und Sanden die Diagonalstruktur.

Für alle Ablagerungen gilt im groſsen und ganzen die Regel, daſs sie um so feiner werden, je näher sie dem Zentrum des Beckens liegen, obwohl auch dort noch vereinzelte Bänke grober Schotter auftreten. Am vorzüglichsten entwickelt finden wir die feinkörnigen Schichten in der Umgebung von Purullena, das so ziemlich gleichweit von allen Gebirgsrändern entfernt ist.

Die Färbung dieser Bildungen variiert mannigfach. In der Nähe erscheinen sie meist gelb, vielfach bräunlich, grünlich, rötlich. Einzelne Bänke haben eine tiefrote, oft an Terra rossa erinnernde Farbe angenommen, ebenso tritt diese an der Oberfläche der Steppe oder an groſsen Wänden ganz allgemein auf, wodurch jene eingangs geschilderten Farbeneffekte entstehen.

Eine weitere charakteristische Bildung der Guadix-Formation sind die Löſskindel. Löſskindelartige Bildungen sind ja keineswegs auf den Löſs allein beschränkt. In der Gegend von Leipzig und Halle finden sie sich im Geschiebemergel nicht gerade selten. In Süd-Schantung sah ich an den Ufern des Iho zahlreiche Löſskindelbänke sich in alluvialen Bildungen kilometerweit hinziehen. Ich glaube nicht, daſs man trotzdem nötig hat, den Namen Löſskindel abzuändern. In der Guadix-Formation sind sie sehr häufig, doch zeigen sie mancherlei Abweichungen von der uns geläufigen Art ihrer Ausbildung.

Zunächst treten sie fast stets bänkebildend auf. Isolierte Löſspuppen, welche bei uns die Regel sind, kommen weit seltener vor. Die Bänke haben eine Mächtigkeit von 10—50 cm. An ihrer Oberkante bilden sie oft auf hundert und mehr Meter eine fest zusammenhängende

Schicht von sehr wechselnder Dicke. Von dieser hängen in den bekannten absonderlichen Formen bleistift- bis fingerdicke, vielfach verzweigte und zusammenfliefsende, stalaktitenartige Zapfen herab. Besonders schön treten diese Bildungen dann hervor, wenn die Mergellagen, in die sie hineingewachsen waren, weggewaschen sind. Man könnte dann wohl fälschlich glauben, eine so sonderbar verwitterte und ausgelaugte Kalkbank vor sich zu haben.

Beim Anschlagen findet man, dafs die Löfskindel keineswegs aus reinem Kalk bestehen, sondern dieser nur das Zement bildet, welches feinen Sand u. s. w. verkittet. Vielfach macht das Ganze den Eindruck, als ob es eine ursprüngliche Oberflächenbildung sei. Daneben kommen auch Löfskindel vor, die nach Struktur und Anordnung im Nebengestein ganz denen des mitteldeutschen Löfsgebietes gleichen.

Alle diese eben besprochenen Gesteine wechsellagern vielfach miteinander, ohne dafs irgend eine bestimmte Regelmäfsigkeit zu erkennen wäre. In den höchsten Lagen treten sehr häufig Sinterbildungen auf, (s. S. 602), die oft ausgedehnte Lager und Decken bilden. Die Ursache ihrer Entstehung wird später berührt werden. Die Oberfläche dieser Decken ist oft so glatt, dafs man im ersten Augenblick an Gletscherpolitur denken möchte, doch nirgends ist eine Spur von Schrammung zu erkennen, und auch die Zeit ihrer Entstehung am Ende der Aufschüttungsperiode der Guadix-Formation macht eine derartige Annahme völlig unmöglich.

Die Sinterbildung ist eine der auffälligsten und verbreitetsten Erscheinungen im ganzen Becken. Einerlei, ob man von Diezma nach Süden, nach dem Fufse der Sierra Nevada, zu wandert, ob man von Purullena aus das jenseitige Ufer des Rio Fardes erklimmt, ob man die Strafse von Guadix nach Baza verfolgt, überall findet man, sobald man die tiefen Täler und Schluchten verlassen hat und auf die Ebene gelangt ist, ausgedehnte Strecken mit Sinter überzogen. Die Entstehung der Sinterdecken ist natürlich unabhängig von der Beschaffenheit des Untergrundes, dagegen an die Nachbarschaft der umgebenden Kalkgebirge gebunden. Je weiter entfernt von ihnen, desto dünner werden sie, bis sie endlich in dem südlich von Guadix gelegenen Marquesada del Cenet ganz verschwinden. Immerhin ist auch hier noch genügend Kalk vorhanden, um einzelne Geröllbänke zu festem, grobem Konglomerat zu verkitten. Dieser Kalk kann jedoch sehr wohl auch den kleinen Kalkvorbergen der Sierra Nevada entstammen. Die Sinter- und Konglomeratdecken stempeln die Gegend, deren Boden sie bilden, von Anfang an zur Wüste. Sie bedingen jene furchtbare Öde, die umsomehr auffällt, als dicht an die Steppe heran die Gartenlandschaft der Vega reicht.

Sinterdecken bilden nicht nur allgemein den obersten Abschluſs der Guadix-Formation, sondern sind auch häufig zwischen den obersten Sand- und Geröllschichten eingeschaltet, ein Beweis dafür, daſs die klimatischen Verhältnisse, welche ihre Entstehung bedingten, bereits gegen das Ende der Bildung der Guadix-Formation eintraten.

Die Gesamtmächtigkeit der erschlossenen Ablagerungen beträgt nach den Messungen v. Drasches, mit denen meine eigenen übereinstimmen, etwa 350 m. Der ganze Schichtenkomplex ist vollständig versteinerungsleer. Nur in der obersten Bank fand ich unweit Diezma einige schlecht erhaltene Abdrücke einer Xerophila.

Wie eingangs bereits erwähnt, hat man beim ersten Anblick des Beckens lebhaft das Empfinden, daſs sich die Schichten der Guadix-Formation absolut horizontal ausbreiten. Diese Ansicht bedarf jedoch nach den Ergebnissen der genaueren Untersuchung einer kleinen Korrektur. Wohl liegen vielfach die Schichten tatsächlich horizontal; häufig ist jedoch eine minimale Neigung vorhanden, was man z. B. deutlich an den Ufern des Rio Fardes in der Nähe von Fonelas beobachten kann. Hier fallen die Fonelas-Kalke mit etwa 5° nach Süden ein. Transgredierend auf ihnen liegt die Guadix-Formation, die zugleich auch wieder nach Süden, aber nur mit einem Winkel von 2° einfällt. Eine so minimale Neigung läſst sich natürlich im Einzelaufschluſs nicht mehr nachweisen, ist aber unverkennbar, wenn man die meilenlangen Profile an den Flusufern aus der Ferne betrachtet. Diese Erscheinung ist ein Beweis dafür, daſs die miocäne Bodensenkung die Ablagerung des Fonelas-Kalkes überdauert und bis nach der Ablagerung der Guadix-Formation angehalten bzw. dann wieder neueingesetzt hat.

Blickt man von der Höhe der Straſse nach Baza zurück nach Guadix, so bemerkt man, daſs die Steppe südlich von diesem Ort gleichfalls nicht absolut horizontal liegt; sie fällt vielmehr von allen Seiten nach ihrem Mittelpunkt, nach Guadix, zu sehr flach ein. Ob es sich hier um tektonische Störungen handelt, ist sehr schwer zu entscheiden. Möglicherweise ist es nur das natürliche Einfallen der Schotter u. s. w. vom Ursprungsgebiet der sie ablagernden Flüsse an nach dem tiefsten Punkt des Beckens zu.

Echte tektonische Störungen sind in den Ramblas öfters aufgeschlossen, doch beträgt die Sprunghöhe häufig kaum 1 m. Südöstlich von Diezma aber konnte ich eine kaum 1 qkm groſse Scholle beobachten, welche unter einem Winkel von 30° geneigt war, so daſs sie schon von weitem zwischen den übrigen horizontalen Linien des Landschaftsbildes sehr auffiel. Überhaupt sind die Störungen nach den Gebirgsrändern zu etwas häufiger und deutlicher als in der Mitte des

Beckens. Namentlich in der Südwestecke, wo die Guadix-Formation den scharfen Winkel zwischen der Sierra Nevada und der Sierra Harana ausfüllt, waren Verwerfungen und geneigte Lagerung der Bänke nicht selten. Ähnliche Verhältnisse konnte ich im Becken von Granada am Alhambra-Konglomerat feststellen. In Granada liegt dies Konglomerat absolut horizontal, wie die Steilwand im Darro-Tal zeigt, und wie man auf dem Albaicin und den benachbarten Bergen beobachten kann. Weiter im Norden jedoch, in der Nähe des Fufses der Sierra Harana, ist geneigte Schichtenlage gar nicht so selten. Höchst wahrscheinlich fanden auch in jüngster Zeit immer noch Bewegungen auf jenen alten Randspalten statt, welche bei der Entstehung der Becken eine Rolle spielten.

Über die Entstehung der Guadix-Formation sind die Meinungen sehr geteilt. Wir haben bereits erörtert, dafs an eine Grundmoränen-Bildung nicht zu denken ist. Auch die Entstehung dieser Ablagerung in einem Seebecken ist nach v. Drasche ausgeschlossen, weil diesem im Norden angeblich eine natürliche Grenze fehlt. Die höchsten Bänke der Guadix-Formation besitzen eine ungefähre Meereshöhe von 1320 m; die höchsten Schichten bei Baza erreichen nach meinen Messungen etwa 1250 m. Es bleibt also eine Differenz von etwa 70 m. Diese gleicht sich aber zum Teil noch dadurch aus, dafs Reste der miocänen Konglomerate, wie unten näher ausgeführt werden wird, sich noch etwa 30 m höher am Jabalcon hinauf verfolgen lassen. Ferner können ganz junge tektonische Störungen das ursprüngliche Höhenverhältnis noch etwas verschoben haben. Bei diesen verhältnismäfsig geringen Niveaudifferenzen könnten nur ein Nivellement oder barometrische Messungen, die sich auf korrespondierende Stationsbeobachtungen stützen, Sicherheit über das wahre Höhenverhältnis bringen. Die Möglichkeit, dafs die Gegend von Baza früher hoch genug lag, um ein Seeufer zu bilden, ist also nicht unbedingt zu verneinen.

Dagegen spricht der ganze Schichtenbau gegen die Annahme, dafs die Guadix-Formation in einem See abgelagert worden ist. Bei den ausgezeichneten Aufschlüssen, die uns Querschnitte von der Mitte des Beckens bis zum Rande nach allen Richtungen hin liefern, müfste man irgendwo Deltastruktur antreffen, falls wir eine Seeablagerung vor uns hätten. Ferner wären das weite Aushalten dünner Schotterbänke, der plötzliche Wechsel von grobem und feinem Material, die Auswaschung tiefer Rinnen, die wilde Diagonalstruktur und manche andere Erscheinung in einem See nicht möglich. Dies alles deutet vielmehr auf einen fluviatilen Absatz, auf Ablagerung aus schnellfliefsenden Gebirgsbächen und Flüssen hin, die ihren Lauf oft verlegten und daneben Staubecken

bildeten, in denen wie in etwaigen Überschwemmungsgebieten ein langsam fliefsendes Wasser den feinsten Detritus absetzte.

Ob zur Entstehung dieser Ablagerungen weit gröfsere Wassermassen nötig waren, als heute noch den Sierren entströmen oder zur Regenzeit die Trockenrisse erfüllen, scheint mir sehr fraglich zu sein. Wissen wir doch, dafs einzig und allein die Verteilung der Niederschläge und nicht die absolute Regenmenge mafsgebend ist für die geologische Wirkung des fliefsenden Wassers.

Möglicherweise aber ist die Guadix-Formation diluvialen Alters, wie weiter unten näher erörtert werden soll. Nach den Ausführungen Pencks fielen damals in Spanien weit mehr Niederschläge als gegenwärtig. Dies bedingte eine vermehrte Verwitterung und schnelleren Transport der hierdurch zerstörten Gebirgsmassen. Zu gleicher Zeit entstanden an den Hängen der Sierra Nevada einzelne Gletscher. Mit der Annahme einer Ablagerung der Guadix-Formation aus kalten Gletscherbächen stände gleichfalls die grofse Fossilarmut gut im Einklang.

Wohin aber sind die Wasser geflossen, welche das Material der Guadix-Formation von den Hängen der Gebirge herabflöfsten? Heute wird das gesamte Becken von Guadix und Baza durch den Guadiana menor entwässert. Ein solcher Weg hat zur Zeit der Ablagerung der Guadix-Formation nicht bestanden; denn in gerader Linie ziehen sich diese Schichten an den nördlichen Randgebirgen hin, ohne in das Durchbruchstal des Guadiana menor einzutreten, und weder in diesem Tal selbst noch jenseits des Randgebirges finden sich ähnliche Ablagerungen vor. Von anderen Abflüssen kommt heute nur noch der Rio de Almeria in Betracht, welcher den äufsersten südöstlichen Zipfel des Beckens nach dem Mittelländischen Meer entwässert. Ich habe dieses Tal allerdings nur flüchtig begehen können; doch glaube ich nicht, dafs die Schichten der Guadix-Formation sich durch das ganze Tal hindurchziehen. Zur Zeit ihrer Ablagerung bestand also dieser Flufslauf wohl noch nicht.

Dagegen konnte ich einen alten Abflufs in der Nordwestecke des Beckens, in der Gegend von Moreda, nachweisen. Hier durchragt die Guadix-Formation ein flacher Sattel von Eocän, der heute die Wasserscheide bildet. Auf seiner Ostseite strömen alle Niederschläge dem Guadiana menor zu, während auf der Westseite sich die Bäche zu einem Nebenflufs des Rio Cubillos sammeln. Dieser durchfliefst noch wenige Stunden weit die Guadix-Formation und durchschneidet dann in einem engen Tal die Sierra Harana. Bei Iznalloz, wo sich das Tal wieder erweitert, wendet sich der Rio Cubillos dem Becken von Granada zu. Auf diesem Wege sind überall teils mächtige Schichten, teils

Spuren der Guadix-Formation nachzuweisen. Eine alte Verbindung der beiden Becken ist daher sehr wahrscheinlich.

Für einen Abfluſs der Gewässer in der soeben angeführten Richtung spricht auch die Verteilung der Geschiebe innerhalb der Guadix-Formation. So scheinen sich die Gesteine der Sierra Nevada an der Westseite des Beckens weiter nach Norden zu ziehen als im Osten. Bei einem Abfluſs nach Almeria zu wäre eine solche Verteilung unmöglich. Ob das gesamte Becken freilich in der geschilderten Weise entwässert wurde, kann ich nicht entscheiden, weil ich den Nordosten des Beckens von Baza nicht aus eigener Anschauung kenne.

Die Schichten der Guadix-Formation sind allem Anschein nach in der Umgebung von Moreda am Nordrande des Beckens von wesentlich geringerer Mächtigkeit als in der Nähe von Guadix. Bei ungefähr gleicher Meereshöhe beider Gegenden liegt mithin die Basis der Ablagerungen dort viel höher als in den übrigen Teilen des Beckens. Da aber selbst die tiefsten Schichten in der Nähe von Guadix nicht als Seeablagerungen angesehen werden dürfen, so bleibt nur die Annahme übrig, daſs die zentralen und südlichen Partien des Beckens zu Beginn der Ablagerung der Guadix-Formation höher lagen als heute, sich aber im Verlaufe derselben mehr senkten als die nördlichen.

Während die Guadix-Formation die Westhälfte des Doppelbeckens fast vollständig erfüllt, verliert sie nach Osten zu sehr rasch an Bedeutung. Kaum eingetreten in das Becken von Baza, verschmälert sie sich und zieht dann als Saum von wenigen Kilometern Breite am Nordrande des Beckens hin. Die obersten Beckenschichten in der Umgebung des Jabalcon rechnet Gonzalo y Tarin gleichfalls zur Guadix-Formation. Wie dieser Rest erkennen läſst, besaſs also die Guadix-Formation früher auch im Becken von Baza eine gröſsere Verbreitung, wenn auch ihre Ablagerungen hier nie von ähnlicher Mächtigkeit gewesen sein können wie im Becken von Guadix. Der gröſste Teil dieser verhältnismäſsig dünneren Decke ist, wie einer der nächsten Abschnitte zeigen wird, der Denudation und Erosion zum Opfer gefallen.

Der lebhafte Farbenkontrast zwischen den Ablagerungen der Guadix-Formation und den miocänen Schichten des Beckens von Baza ermöglicht oft schon aus der Ferne eine Trennung beider Formationen. Befindet man sich z. B. in der Nähe von Zugar auf einem hohen Punkt am Ufer des Rio Fardes, so erblickt man auf der einen Seite des Flusses die weiſsen miocänen Bildungen des Beckens von Baza, während sich auf der anderen die bunten Massen der Guadix-Formation weithin in die Ferne verfolgen lassen.

So leicht es ist, einzelne charakteristische Glieder der Guadix-

Formation vom Miocän des Beckens von Baza zu unterscheiden, so schwer wird es oft im Einzelfalle, eine genaue Grenze zwischen der Guadix-Formation und den lakustren Schichten des Beckens von Baza zu ziehen, da beide oft täuschend ähnlich entwickelt sind. Eine kartographische Darstellung kann daher nur bei fortgesetzter, ins Einzelne gehender Arbeit Anspruch auf Beachtung erheben. Aus diesem Grunde ist es unterlassen worden, der vorliegenden Arbeit eine Karte beizugeben; denn wie die Grenzführung auf den Karten der spanischen Geologen nur in grofsen Umrissen als richtig gelten kann, so müfste auch jeder anderen auf Grund von Einzelprofilen gewonnenen Begrenzung derselbe Mangel anhaften.

Über das Alter der Guadix-Formation gehen die Meinungen der Autoren gleichfalls sehr weit auseinander. R. v. Drasche parallelisiert die Guadix-Formation mit dem Alhambra-Konglomerat, ohne für beide ein bestimmtes Alter anzugeben; Gonzalo y Tarin hält sie für diluvial, während Bertrand und Kilian sie gleich dem Alhambra-Konglomerat zum Tortonien stellen.

Solange nicht ein glücklicher Fund uns mit einer charakteristischen Fauna bekannt macht, wird eine jede spezielle Formationsbestimmung mehr oder weniger Spekulation bleiben. Aber gerade diese Formation scheint an Versteinerungen äufserst arm zu sein. Die oben schon erwähnten Helices sind bisher die einzigen Conchylienfunde, welche bekannt geworden sind.

Eine Anzahl von mir gesammelter Knochenreste, die Herr Landesgeolog Dr. Schröder freundlichst bestimmt hat, boten gleichfalls keinerlei Anhalt. Doch reichen die Beobachtungen dazu hin, das Alter der Guadix-Formation in gewisse Grenzen einzuengen. So weit ich mir ein Urteil bilden konnte, scheint mir die Ähnlichkeit zwischen Guadix-Formation und Alhambra-Konglomerat für eine Parallelisierung beider zu sprechen, ebenso der Nachweis einer alten Verbindung des Beckens von Guadix und Baza mit dem von Granada durch den Pafs von Iznalloz. Sicher ist ferner, dafs die Guadix-Formation diskordant auf dem Fonelas-Kalk und auf den obersten lakustren Bildungen des Beckens von Baza liegt. Demnach mufs die Guadix-Formation jünger als das Messenien sein. Für die Zeit ihrer Ablagerung kommen Pliocän und Diluvium in Betracht. Eine wesentlich engere Begrenzung der Zeiträume ist augenblicklich nicht mit Sicherheit möglich. Zugunsten einer Entstehung dieser Ablagerungen in diluvialer Zeit könnte man vielleicht die durch Penck nachgewiesene bedeutende Zunahme der Niederschläge in Spanien während jener Periode anführen.

Alluvium.

Von jüngsten Bildungen sind endlich ausgedehnte Sinter- und Tuffablagerungen zu erwähnen. Die allgemeine Verbreitung dieser Gebilde in Andalusien fiel bereits den älteren Geologen auf[1]).

Die Sinterdecken treten, wie schon S. 596 erwähnt wurde, bereits in den oberen Lagen der Guadix-Formation auf, wo sie mit Konglomeraten, Sandsteinen u. s. w. wechsellagern. Ihre Hauptentwicklung erreichen sie jedoch erst am Ende dieser Periode, und auch heute noch dauert ihre Bildung an, wie man sehr schön an den Abhängen der Sierra de Baza verfolgen kann. Diese sind überschüttet von losen, nufs- bis eigrofsen Kalkgeröllen. Viele davon weisen einen äufserst dünnen Überzug von Kalksinter auf, andere sind mit den benachbarten Geröllen bereits fest verkittet, und weiterhin zieht sich über kleine, oft nur fufs- oder quadratmetergrofse Flächen schon eine manchmal nur papierdünne, aber doch vollständig zusammenhängende Kalkkruste. Andere Stellen zeigen, dafs diese jüngsten Bildungen wiederholt von neuen Wassergüssen zerrissen und später abermals verkittet wurden.

Endlich machen sich Sinter-Neubildungen auf allen Gesteinsspalten bemerkbar. Zerfällt dann in tieferen Einschnitten das Nebengestein, so bleiben die viel widerstandsfähigeren Sinterplatten stehen und hängen von den obersten Sinterplatten gardinenartig hernieder, ganz wie ähnliche Bildungen in Tropfstein-Höhlen.

Die Ursache dieser ausgedehnten Sinterbildung ist wohl in klimatischen Verhältnissen zu suchen; denn wäre nur die Löslichkeit des Kalkes die Veranlassung, so müfsten wir Sinterdecken auch in ähnlichen Ablagerungen, z. B. in den alpinen Nagelfluhbildungen, antreffen. Vielleicht hängen sie mit der schnellen Verdunstung des Wassers bei sommerlichen Regengüssen zusammen.

Dieselben klimatischen Faktoren müssen aber schon gegen das Ende der Guadix-Formation wirksam gewesen sein; denn die alten Sinterdecken in den obersten Lagen dieser Formation lassen sich nicht von den jüngsten recenten Sinterdecken unterscheiden. Vielleicht ist dies auch mit ein Grund, der Guadix-Formation ein sehr junges, diluviales Alter zuzuschreiben.

An den Rändern der Steppe, in der Nähe der durch Spalten begrenzten Kalkgebirge sind ferner mächtige Lager von Kalktuff abgesetzt worden. Ich konnte solche näher untersuchen im Becken von Granada am Westabhang der Sierra Nevada, sowie im Becken von Baza am

[1]) Hausmann, Über das Gebirgssystem der Sierra Nevada. Abh. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1838—1844.

Fufs des Jabalcon. Hier sind sie besonders gut im Tal des Rio Fardes in der Nähe der Baños de Zugar aufgeschlossen. Diese Tuffe sind reich an vegetabilischen Resten, namentlich Pflanzenstengeln und Baumzweigen; Schnecken finden sich weniger zahlreich in ihnen.

Der Kalk hat sich wie gewöhnlich mit Vorliebe an Wurzeln, Stämmen und Zweigen von Bäumen abgesetzt. Als diese später verwesten, entstanden Hohlcylinder, die jetzt in den verschiedensten Dimensionen bis zur Stärke eines Armes zerstreut in einem stark kalkhaltigen Ton herumliegen. Das gleiche Material füllt auch die Hohlräume dieser Cylinder aus. Stellenweise sind in jenem Ton Tausende kleiner, löfskindelartiger Kalkkonkretionen eingebettet. Ihre Oberfläche ist reichlich mit Warzen bedeckt. Alle bauen sich um einen, wenn auch oft sehr kleinen Kern in feinen, konzentrischen Lagen auf. Daneben kommen auch tropfsteinartige Bildungen häufig vor.

Sehr wahrscheinlich gehören zu diesen jüngsten Ablagerungen auch gewisse Konglomerate, denen man am Fufse der südlichen Vorberge des Jabalcon begegnet. Sie bestehen ausschliefslich aus den leicht erkennbaren Jurakalkgeröllen des Jabalcon. Dieser Kalk ist durchzogen von Tausenden von Sprüngen, ähnlich wie man es bei dem paläozoischen Kieselschiefer so häufig findet. An diesen Sprüngen setzt die lösende Kraft des Wassers zuerst an; die Oberfläche des Kalkes ist daher bedeckt mit meist kaum millimetertiefen Rinnen, die allein schon dem Gestein einen nicht zu verkennenden Habitus verleihen. Bei tiefer gehender Verwitterung zerfällt das Gestein nach diesen Sprüngen. Durch einen sehr feinkörnigen bis dichten, meist rötlich gefärbten Kalk sind die Trümmer äufserst fest verkittet worden, so dafs beim Anschlagen der Sprung glatt durch Geröll und Bindemittel geht. Die Entstehung dieses Konglomerates ist mithin ein äufserst instruktives Beispiel für das stete Wechselspiel der zerstörenden und wiederaufbauenden Kräfte in der anorganischen Natur. Nach dem Verlauf des geschilderten Prozesses darf man wohl annehmen, dafs er wie die Bildung der Sinterdecken auch jetzt noch fortdauert.

Die breiten Täler, die tiefeingeschnittenen Schluchten und wildzerrissenen Talwände haben verschiedene Forscher zu der Annahme veranlafst, dafs es zur Ausarbeitung dieser Bodenformen weit gewaltigerer Wassermassen bedurfte, als heute in jenen Gegenden angetroffen werden.

Jetzt sind die Niederschläge in der Steppe sehr gering. Nach den Untersuchungen von Hellmann[1]) und der Darstellung, die Fischer[2]) vom

[1]) Regenverhältnisse der Iberischen Halbinsel. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1888, Bd. 23.

[2]) Unser Wissen von der Erde Bd. III, 2.

Klima Spaniens gibt, ist die Steppe von Guadix und Baza wohl eine der regenärmsten Gegenden Andalusiens. „Afrikanische Trockenheit ist einer ihrer hervorstechendsten Charakterzüge". Die jährliche Regenmenge mag kaum 400 mm betragen.

Mehr jedoch als die absolute Regenhöhe kommt für die Erosion die Verteilung der Niederschläge in Betracht, und in diesem Sinne liegen die Verhältnisse im Becken keineswegs ungünstig. Es herrscht hier bereits der maritime Typus der Regenverteilung. Der Gegensatz winterlicher Regen- und sommerlicher Trockenzeit ist so ausgesprochen, dafs auf den Sommer oft nur $2-3\%$ der absoluten Regenmenge kommen. Aber auch innerhalb der Regenzeit selbst drängen sich die Niederschläge gewöhnlich auf einzelne Tage, ja an diesen wieder meist auf wenige Stunden zusammen, in denen gewaltige Sturzregen niedergehen. Dann füllen sich alsbald die engen Schluchten mit wild dahinbrausenden Wassermassen, und breite Ströme durchfluten die weiten Trockentäler. An der neuangelegten Strafse von Guadix nach Almeria sprechen verschiedene Brücken, die in weitem Bogen sich über armselige Rinnsale spannen, deutlich von den gewaltigen Wassermassen, welche zuzeiten hier ihren Weg nehmen. Wir müssen also auch heute noch mit ganz gewaltiger zerstörender und transportierender Arbeit der fliefsenden Wasser in dieser Steppe rechnen. Die öfters wiederkehrende Vermutung, dafs das heutige Bodenrelief nur in einer früheren niederschlagsreicheren Zeit hätte modelliert werden können, ist also wohl hinfällig.

Wie wir früher gesehen haben, liegt die Möglichkeit sehr nahe, dafs die mächtigen Schotter und Lehmlager der Guadix-Formation ein Werk der reichlichen Niederschläge der Diluvialzeit sind. Wir können dann aber kaum annehmen, dafs fortgesetzt reiche Niederschläge diese Bildungen auch wieder vernichtet hätten. Im Gegenteil darf man behaupten, dafs nur unter dem heutigen Klima so eigenartige Bodenformen entstehen konnten. Ein feuchteres Klima würde durch Vermehrung des Pflanzenwuchses und Steigerung der Verwitterung eine doppelte Decke über das anstehende Gestein gebreitet und es so gegen die Gewalt der Regengüsse geschützt haben. Die steilen Wandungen würden bald verschwunden und sanfte Böschungen an ihre Stelle getreten sein. Die Ursachen für die plötzliche Umkehr der Akkumulation in die Erosion sind wohl überhaupt nicht in einem Wechsel der klimatischen Bedingungen zu suchen. Wie wir bei der Besprechung der Sinterdecken sahen, haben sich diese seit dem Ende der Guadixzeit kaum mehr geändert. Die wahre Ursache für diese vollständige Umkehr der geologischen Vorgänge dürfte vielmehr in der Verlegung des gesamten hydrographischen Systems zu suchen sein.

Wir haben gesehen, dafs sehr wahrscheinlich früher die Gewässer des Beckens von Guadix über den Pafs von Iznalloz nach Westen abflossen. Sicher aber ist, dafs damals die nördlichen Randgebirge noch eine geschlossene Schranke bildeten, die jeden Abflufs nach Nordwesten verhinderte, während sie heute vom Quertal des Guadiana menor durchbrochen wird. Obwohl dies Tal einer uralten tektonischen Linie folgt, ist es doch erst in allerjüngster Zeit durch die rückschreitende Erosion ausgebildet worden.

Auf der Nordwestseite des breiten Gebirgswalles im Norden des Beckens hat die rückwärtsschreitende Erosion schneller gearbeitet als auf seiner Südostseite. Die Folge davon ist, dafs sich die Wasserscheide der nach Norden und Süden abfliefsenden Bäche weit nach Südosten vorgeschoben und den durch den Faltenbau angedeuteten ehemaligen Kamm des Gebirges längst weit überschritten hat. Die nach Nordwesten abfliefsenden Bäche müssen jetzt das Faltengebirge fast in seiner ganzen Breite durchqueren, während von dem schmalen Südabhang nur kleine Bäche herabfliefsen. Dieser Prozefs der Wanderung der Wasserscheide schritt, wahrscheinlich begünstigt durch den alten Querbruch, am schnellsten im Flufsgebiet des heutigen Guadiana menor vorwärts. Dieser Flufs durchschnitt die Gebirgskette in ihrer ganzen Breite. Nachdem er die Grenze von Kreide- und Guadix-Formation, von Gebirge und Ebene erreicht hatte, mufste jede weitere Vertiefung seines Bettes in dem ebenen, aus schwebenden und leicht erodierbaren Schichten aufgebauten Hinterland die Ausbildung eines meilenlangen Oberlaufes hervorrufen, der wahrscheinlich sofort das alte Flufssystem anzapfte. Diese plötzliche Vermehrung des Wasserzuflusses hatte natürlich eine Verstärkung der Erosion im Unterlaufe zur Folge, die wiederum auf den Oberlauf zurückwirkte, bis sich eine regelmäfsige Stromkurve entwickelt hatte. Es mufste demnach unter allen Umständen der Akkumulation die Erosion folgen, einerlei ob die Niederschläge im Becken von Guadix und Baza sich vermehrten oder verminderten. Die Erosion ist also nicht die Folge klimatischer Änderungen, sondern sie trat dadurch ein, dafs das alte hydrographische System des Beckens durch die rückschreitende Erosion des Guadiana menor an ein anderes Flufssystem mit tiefer liegendem Erosionsniveau angeschlossen wurde.

Die regelmäfsige Aufeinanderfolge ausgedehnter harter und weicher Bänke hat in den Becken die Ausbildung grofser und gut ausgeprägter Terrassen bedingt. Am besten sind diese im Becken von Baza entwickelt. Auf dem etwa 30 km langen Weg von Baza nach dem Jabalcon steigt man über drei Hauptterrassen aufwärts. Am vollständigsten erhalten ist die tiefste, welche mit noch ziemlich geschlossener Fläche

den Flufs begleitet. Je höher die Terrassen liegen, desto häufiger sind sie von tiefen Schluchten zerrissen und in einzelne isolierte Partien aufgelöst. Die höchste der Terrassen aber ist, wie Abbild. 37 zeigt, bis auf einzelne zeugenartige Reste zerstört. So sicher, wie auch diese in kurzer Zeit verschwunden sein werden, so sicher können wir auch annehmen, dafs eine noch höhere Schichtenreihe bereits vollständig abgetragen ist. In den engen, steilen, oft kaminartigen Rinnen am Jabalcon fand ich in verschiedenen versteckten Winkeln bis zu einer Höhe von 30 m über der obersten Bank des Beckens noch Reste ehemaliger Kalk- und Konglomeratbänke. Meist sind diese vollkommen horizontal gelagerten Schichtenreste sehr klein, oft kaum spannenlang, selten erreichen sie die Gröfse eines Quadratmeters. Jene engen Rinnen müssen also schon zur Miocänzeit vorhanden gewesen sein, und der harte, glatte Kalkblock des Jabalcon mit seinen steilen Wänden, an denen das Wasser sofort herabschiefst, zeigt demnach heute noch wesentlich dieselbe Oberfläche, welche einst das Miocänmeer bespülte, während die Ablagerungen dieses Meeres selbst auf meilenweite Strecken in einer Mächtigkeit von wenigstens 30 m spurlos vernichtet worden sind.

In den viel weicheren Schichten des Beckens von Guadix ist es zwar zur Ausbildung so vorzüglich ausgeprägter Stufenlandschaften nicht gekommen, doch lassen sich auch hier einzelne Terrassen verfolgen. Beispielsweise zieht sich südlich von Guadix eine ausgedehnte Terrasse parallel dem Fufse der Sierra Nevada hin. Sie ist allerdings nur wenige Meter höher als ihr Vorland, und bei der sanften Abböschung schreitet man leicht achtlos über die Stufe hinweg, wenn nicht der Anblick aus der Ferne die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt hat. Von der in der Nähe des Dorfes Fonelas hoch über dem Flufs gelegenen Eisenbahnbrücke aus erblickt man im Osten zwei niedrige, der Sierra Harana vorgelagerte Terrassen. Die untere ist noch ziemlich vollständig erhalten, die höhere dagegen besteht nur noch aus einzelnen zeugenartigen Resten. Der Westrand des Beckens von Guadix weist allem Anschein nach eine gröfsere Anzahl von Terrassen auf; doch konnte ich nicht feststellen, wie viele es sind. Bei der Begehung des Gebietes selbst ist dies infolge der starken Zerklüftung des Geländes nicht möglich; von der Ferne aus aber verhüllte mir eine dichte Dunstschicht stets den Überblick über eine gröfsere Strecke.

Diese grofsen Terrassen dürften wohl kaum durch ein periodisches Einschneiden der Hauptflüsse entstanden sein. Sie bildeten sich wohl da aus, wo besonders harte Bänke dem Angriff der Atmosphärilien energischen Widerstand leisteten. Aus diesem Grunde entsprechen sie einander hinsichtlich der Höhenlage immer nur in kleineren Gebieten.

Wo anders struierte Schichten auftreten, hört auch jede Übereinstimmung ihrer Anordnung auf.

Der Widerstand, welchen die einzelnen Ablagerungen der Verwitterung entgegenstellen, ist ein ungemein verschiedener. Es gibt in dieser Hinsicht wohl kaum gröfsere Gegensätze auf kleinem Raum, wie zwischen den feinen löfsartigen Bildungen und den steinharten Konglomeraten oder dichten Sinterkrusten. Von den einen vermag schon ein zarter Windhauch feinste Teilchen abzulösen, während von den anderen auch der stärkste Sturzregen machtlos abprallt und seine Wasserfluten wirkungslos darüber hinwegrollen. Nirgends findet man an der Oberfläche dieser harten Gesteine eine Spur von Verwitterung. Dennoch unterliegen auch sie mit der Zeit dem Verfall. Die Insolation bereitet den Atmosphärilien den Weg, auf welchem sie diese scheinbar unzerstörbaren Gebilde mit Erfolg angreifen können. Sie zersprengt teilweise die harten Massen in Tausende von kleinen messerklingenartigen, scharfen Scherben. An anderen Stellen löst die Insolation quadratmetergrofse, oft nur wenige Millimeter dicke Schalen ab, die scheinbar noch fest an ihrer Unterlage haften, sich jedoch mit geringer Kraftaufwendung von einer Fuge aus abheben lassen. Oft liegen mehrere solcher Platten übereinander, oft sind sie dachziegelartig angeordnet. Auf den Kluftflächen zwischen dem festen Gestein und diesen Schalen setzt nun die Verwitterung ein. Das eindringende Wasser ist hier keiner sofortigen Verdunstung ausgesetzt. Es wirkt lösend auf das Gestein und erweitert so allmählich den Zwischenraum. In die erweiterten Spalten drängen sich Wurzeln, wodurch das Gefüge bedeutend gelockert wird; Spinnen und Tausendfüfse suchen sie als Wohnräume auf. Im Verlauf der Entwicklung häuft sich eine dünne Humuslage an, die hier vor dem sofortigen Wegspülen durch den nächsten Regengufs geschützt ist. Gewaltige Zeiträume mögen freilich vergehen, ehe durch diese Vorgänge eine einzige centimeterdicke Platte zerstört ist. Eines Tages aber spült ein starker Regengufs die Trümmer und mit ihnen den spärlichen Verwitterungsboden hinweg, welchen sie schützten, so dafs aufs neue eine glatte, sterile Kalkplatte zutage tritt.

Die Längsprofile der Ramblas und Barrancos zeigen mitunter die normale, anfangs langsam, gegen den Talanfang hin immer steiler ansteigende Kurve, häufiger aber endet das flach ansteigende Tal plötzlich mit einer oft 20—30 m hohen, senkrechten Wand. Oft sind, von einer Wasserscheide aus gesehen, die Bachbetten und Wasserrisse der einen Seite nach dem ersten, die der anderen nach dem zweiten Typus gebaut. Die letzteren gehören dann meist einem tiefer gelegenen Flufssystem an.

Unter den Tausenden von Tälern und Schluchten, welche die Ebene zerreifsen, finden sich alle Stadien der Entwicklung, wodurch eine unerschöpfliche Menge wechselvoller Landschaftsbilder erzeugt wird. Bei näherer Prüfung aber kann man in dieser Fülle zwei charakteristische Typen unterscheiden.

Den ersten Typus veranschaulicht Abbildung 38. Das hier dargestellte Trockental erhält sein charakteristisches Gepräge dadurch, dafs es in ein Gebirge eingeschnitten ist, welches sich aus harten Kalk- und Sandsteinbänken und nur lose verkitteten Schotter- und Sandschichten in vielfacher Wechselfolge aufbaut. Diese Ablagerungen leisten den zerstörenden Kräften, wie bereits früher erwähnt, einen ganz verschiedenen Widerstand. Lange bevor sich an den Kalkbänken die ersten Spuren der Verwitterung bemerkbar machen, sind die Konglomeratbänke, die Schotter und Sande an ihrer Aufsenseite aufgelockert worden. Ein einziger kräftiger Platzregen vermag mit Leichtigkeit die nur noch lose zusammenhängenden Gerölle, ja selbst gröfsere Blöcke aus der Wand herauszuspülen. An den Abhängen treten jetzt die vertieften Ränder der weichen Bänke als Hohlkehlen zutage. Auf den vorspringenden Kanten der härteren Schichten lagern sich bald kleine Sand- und Geröllhalden ab und verwischen das scharfkantige Relief, bis ein neuer Regenguls sie hinwegfegt, die Hohlkehlen wieder blofslegt und der Prozefs wieder von neuem beginnt. Die harten Gesteinsbänke bleiben von diesen Vorgängen zunächst fast unberührt. Sie brechen aber in gröfseren Stücken nieder, wenn ihre weiche Unterlage auf die eben geschilderte Weise so tief ausgehöhlt ist, dafs sie keine genügende Stütze mehr finden. Die herabrollenden Schollen schlagen auf vorstehende Kanten, die unter der Wucht des Stofses teilweise abbrechen, ein Vorgang, der in quantitativer Hinsicht nicht zu unterschätzen ist. Nebenbei arbeitet natürlich auch der Wind an der Modellierung der Wände, indem er aus den weicheren Lagen zahlreiche feinste Stäubchen und selbst gröbere Sandkörner ausbläst. Keineswegs sind wir jedoch genötigt, dem Winde eine besondere Rolle bei der Ausarbeitung einzelner Formen, wie etwa der Hohlkehlen, zuzuweisen. Sicher wird ein einziger heftiger Sturzregen mehr Material von den Wänden niederreifsen und aus den Ramblas fortführen, als es eine monatelange Winderosion vermag. Würde dieser eine besonders wichtige Rolle in unserem Gebiete zufallen, so müfsten am Fufse der steilen Wände der Ramblas gewaltige Schutthalden angehäuft sein und gröfsere Stücke der niedergebrochenen Kalkbänke in den Trockenbetten liegen. Aber nichts von alledem. Alle abgestürzten Massen sind durch die Wildwasser, welche alljährlich die Trockentäler durchbrausen, fortgeschwemmt worden.

Diese Wildbäche unterwühlen aufserdem stellenweise die Talwände und bringen diese so zum Einsturz. In wenigen Jahren können auf diese Weise hohe Wände spurlos verschwunden sein, während der Wind allein, nur in Verbindung mit der Verwitterung, Jahrtausende zur Beseitigung so bedeutender Massen gebraucht haben würde. Bei der Ausarbeitung dieser Täler im grofsen, wie der Modellierung der Wände im einzelnen hat also unbedingt das fliefsende Wasser die Hauptarbeit geleistet.

Der beschriebene Erosionstypus ist keineswegs an eine bestimmte Formation gebunden. Er tritt, wie oben angedeutet, überall da auf, wo sehr feste, zusammenhängende Bänke mit lockeren Schichten, Schottern oder Sanden, wechsellagern. Besonders häufig ist er dementsprechend in den von Kalkgebirgen begrenzten Randpartien der Guadix-Formation, wo die Verschiedenheiten in der Härte der einzelnen Gesteinsbänke am schärfsten ausgebildet sind. Im Innern des Beckens, wo die Gegensätze zurücktreten und das Gestein überhaupt weicher und feinkörniger wird, herrscht dagegen ein völlig anders gearteter Erosionstypus vor.

Eine charakteristische Landschaft dieser Region zeigt Abbild. 39. Mit scharfer Linie schneidet am Horizont die den Rand der Ebene bildende Bergwand ab. Ihre oberen Partien stehen vollständig frei und senkrecht, ihr Fufs aber wird verhüllt durch eine Menge von vorgelagerten Kuppen und Küppchen. Zahlreiche enge Schluchten und Rinnen ziehen sich zwischen ihnen von der Steilwand an herab ins Tal. Während an den Steilwänden die anstehenden Schichten völlig blofs liegen, werden sie in den vorgelagerten Hügeln mehr und mehr von Schotterhalden verdeckt, bis sie in den vordersten nur noch den Kern bilden. Je weiter wir vom Hintergrund aus nach dem Ausgang der Schluchten vorrücken, desto flacher werden die Böschungen der Hügel und ihrer Schutthalden, um so gröfseren Widerstand leisten sie natürlich auch der Erosion, während die nackten Steilwände den erodierenden Kräften schutzlos preisgegeben sind.

Die Erosion schreitet daher ziemlich schnell nach rückwärts fort, während die Kuppen am Ausgang der Wasserrisse lange Zeit ziemlich unverändert bleiben. Die Art und Weise der Zerstörung der Wände im einzelnen zeigt deutlich Abbild. 40. Überall sind senkrechte, scharfe Rillen und Rinnen in die weiche Masse eingegraben. Es ist klar, dafs diese nur durch herabrinnendes Wasser, nicht aber durch den horizontal fegenden Wind ausgearbeitet werden konnten. Noch deutlicher wird dies beim Fortschreiten der Zerstörung. Die Weiterentwicklung der Landschaftsform aus diesem Stadium hängt davon ab, ob die vom

Regen niedergerissenen Massen sofort vollständig hinwegtransportiert werden (Abbild. 41), oder ob sie sich gröfstenteils am Fufse der Wände ansammeln (Abbild. 42). Wäre die Winderosion vorherrschend, so könnten wir nie eine Landschaft erwarten, wie sie uns Abbild. 41 zeigt.

An den Seitenwänden der Schluchten greift natürlich die Erosion gleichfalls an. Bald ist der schmale Grat, welcher zwei benachbarte Schluchten trennt, durchsägt; die beiden Schluchten vereinigen sich, aber an ihrem Eingang bleibt ein Pfeiler zurück, das isolierte Ende der früheren Scheidewand. In ähnlicher Weise spielt sich derselbe Prozefs auch im grofsen zwischen zwei benachbarten Tälern ab. Am weitesten vorgeschritten ist er gewöhnlich da, wo ein tiefes Nebental unter spitzem Winkel in das Haupttal mündet. Die Abbildungen 40 und 41 stammen aus einer solchen Gegend. Die ausgedehnte gerade Linie, welche auf Abbild. 39 die Landschaft nach oben hin abschliefst, ist hier vollständig verschwunden. An ihre Stelle ist ein stark zerklüfteter und zerhackter Kamm getreten, der zugleich die schmale, oft nur fufsbreite Wasserscheide zwischen zwei Tälern bildet. Schaut man von einem erhöhten Punkt auf dies zerrissene Land nieder, so glaubt man vor dem Modell eines Hochgebirges zu stehen. Wandert man dagegen in einem der Täler aufwärts, so werden bald die Formen sanfter. Eine Schuttdecke breitet sich schützend über das Gestein aus. Von weitem sieht die Landschaft aus wie ein riesiges Feldlager, in dem sich Zelt an Zelt reiht (Abbild. 42).

Wie wir gesehen haben, ist die Ausarbeitung der beiden beschriebenen typischen Landschaftsformen auf denselben Hauptfaktor zurückzuführen, nämlich auf die Erosionswirkung des fliefsenden Wassers. Es ist dies garnicht überraschend, wenn man bedenkt, dafs beide Landschaften kaum 10 km weit auseinanderliegen, also unter völlig gleichen klimatischen Verhältnissen stehen.

Dafs aber trotz des gleichen Werkzeuges und der gleichen Arbeitsweise so verschiedene Bilder entstehen können, ist ausschliefslich in den Verschiedenheiten des Materials begründet. In beiden Gegenden herrscht zwar die schwebende Lagerung vor. In der ersten Landschaft jedoch sind die horizontalen Linien durch äufserst feste Bänke bestimmt und daher sehr schwer verwischbar. Sie müssen also unter allen Umständen zur Geltung kommen, gleichgültig, ob Wind oder Wasser auf das Gestein einwirkt. Im zentralen Teile des Beckens dagegen vermag das rinnende Wasser auch bereits die härtesten Bänke senkrecht zu durchschneiden und verwischt und übertönt durch die so gebildeten viel auffälligeren senkrechten Linien die sanften horizontalen Hohlkehlen, welche sich gleichfalls in den weichsten Schichten ausbilden. Würde der Wind allein auf diese

Wände wirken, so würde eine viel deutlichere Ausarbeitung der horizontalen Linien, welche ja auch hier in dem Gestein vorgebildet sind, erfolgen.

Als eine weitere auffällige Erscheinung in unserem Gebiet ist die nicht seltene Zeugenbildung zu erwähnen, für welche die Abbildungen 43 und 44 zwei Beispiele aus der Umgebung von Purullena bringen. Auch diese Bildungen glaube ich in unserer Gegend als Erosionsprodukte ansprechen zu müssen. Die Entstehung eines Zeugen kann Abbild. 45 veranschaulichen. Der grofse Block in der Mitte des Bildes mit den weifsen Fassaden der Höhlenwohnungen ist auf seiner linken Seite bereits durch eine enge Schlucht vollständig von dem übrigen Gebirge abgetrennt, nur nach rechts bzw. nach hinten hängt er noch durch eine schmale Brücke mit seiner Umgebung zusammen, in welche sich gleichfalls schon eine tiefe Scharte eingeschnitten hat. Während der gröfste Teil der Umgebung bereits durch die zerstörenden Atmosphärilien mehr oder minder stark erniedrigt worden ist, hat der Block, augenscheinlich geschützt durch eine härtere Gesteinsplatte, noch seine ursprüngliche Höhe behalten. Die Umgebung wird daher wahrscheinlich weit eher vernichtet werden und der Block dann als Zeuge zurückbleiben. Die Abtragung der umgebenden Massen aber müssen wir auch hier, wie die stark ausgeprägten senkrechten Rinnen beweisen, der Erosion zuschreiben. Die Ursache für das Übrigbleiben einzelner Zeugenberge ist wohl in Härteunterschieden des Gesteins zu suchen, die oft so unbedeutend sind, dafs sie dem Beobachter entgehen, aber dennoch bei der Erosion ins Gewicht fallen. Hierfür spricht auch, dafs die Zeugen auf unseren Bildern kaum eine Spur jener senkrechten Rinnen aufweisen, die dicht in ihrer Nachbarschaft so stark entwickelt sind.

Beiden Zeugen auf unseren Bildern ist endlich noch eine breite Basisterrasse gemeinsam. Diese würde man für sich allein wohl einfach als Erosionsrückstand auffassen, und doch ist sie nichts anderes als der Stumpf eines ehemaligen Zeugen. Solche Zeugenstümpfe sind ziemlich häufig, namentlich in der Nähe des ärmlichen Dörfchens Benalahua im weiten Tal des Rio Fardes. Auch die ausgeprägte Kegelform der beiden abgebildeten Zeugen weist auf die Tätigkeit des Wassers bei ihrer Modellierung hin. Bei reiner Winderosion müfsten die Formen sich häufiger der eines Cylinders nähern, brechen ja auch sonst die Gesteine in senkrechten Wänden ab.

Für die Entscheidung, ob Deflation oder Erosion den Hauptanteil an der Modellierung der fremdartigen Formen hat, kann auch folgende an sich unscheinbare Tatsache wertvoll sein. Man beobachtet selten,

dafs bei einem Zeugen oder einem vorgelagerten Pfeiler eine harte Bank den allerobersten Schichtenabschlufs bildet. Fast überall trägt die letzte harte Bank noch eine Kappe eines weicheren, oft löfsartigen Gesteins. Die höchste Bank übt also nicht nur nach unten hin, sondern gewissermafsen auch nach oben hin einen schützenden Einflufs aus. Diese Kappen besitzen meist einen sehr flachen Böschungswinkel, so dafs das spülende Regenwasser keine grofsen Veränderungen an ihnen hervorbringen kann, während für die Windwirkung der Böschungswinkel gleichgültig ist. Sollte nicht der Wind, falls er die gewaltigen Massendefekte zwischen den einzelnen Zeugen bewirken konnte, vor allem die Oberfläche der höchsten Platten reingefegt haben?

Seltsamerweise findet man in dem ganzen weiten Becken keine Erdpyramiden, so geeignet auch viele Partien zu ihrer Entstehung erscheinen mögen.

Reine Deflationsformen sind gleichfalls sehr selten. Nur zwei an Pilzfelsen oder Gletschertische erinnernde Formen (Abbild.) 46 habe ich gesehen. Ob sie ihre Entstehung ausschliefslich dem Wind verdanken, oder ob auch der Regen dabei mitgewirkt hat, ist bei der Seltenheit dieser Gebilde wohl ziemlich nebensächlich.

Eine Anzahl der hier geschilderten Bodenformen kommen so häufig in Wüsten vor, dafs man sie direkt als Wüstenformen bezeichnet hat. Zur Erklärung ihrer Entstehung nimmt man, den dortigen klimatischen Verhältnissen entsprechend, mit Recht die Arbeit des Windes in Anspruch. Für unsere Gegend konnten wir nachweisen, dafs die gleichen Bildungen Erosionsformen sind. Völlig verschiedene Kräfte erzeugen also in der Wüste und in unserer Steppe dieselben charakteristischen Bodenformen. Die Erklärung dieser zunächst befremdlichen Tatsache ergibt sich einfach aus folgenden Erwägungen. In beiden Gebieten sind die Niederschläge so gering, dafs sich gar keine oder wenigstens keine zusammenhängende Vegetationsdecke entwickeln kann. Andererseits fallen in regelmäfsigen Zwischenräumen so heftige Sturzregen, dafs die wenigen in der Zwischenzeit angesammelten Verwitterungsprodukte immer wieder vollständig entfernt werden. Dieser gänzliche Mangel einer Verwitterungsdecke, infolgedessen das nackte Gestein überall der vollen Gewalt des Windes und Regens wie der Sonnenstrahlung preisgegeben ist, mufs als die eine der beiden Hauptursachen für die Entstehung charakteristischer Bodenformen angesehen werden. Der andere Faktor ist in der Beschaffenheit des Gesteins selbst zu suchen, in seiner Struktur und seinen Lagerungsverhältnissen. Für die hier in Frage stehenden Bildungen spielt namentlich die verschiedene

Härte der einzelnen Bänke im geschichteten, schwebend gelagerten Gebirge eine bedeutende Rolle. Die Linien, welche uns in der erodierten Landschaft entgegentreten, sind gewissermafsen im Keime schon in dem noch nicht zerstörten Gebirge vorgebildet, sodafs trotz der gänzlich verschiedenen Arbeitsweise von Wind und Wasser die gleichen Landschaftsformen resultieren müssen.

Mangel einer Schutzdecke und geeignete Gesteinsstruktur bedingen auch in ganz anderen Gegenden als in Wüsten und Steppen charakteristische Landschaftsformen. Es sei nur an die so verschiedenen Hochgebirgsbilder erinnert, welche die Kalk-Alpen und die krystallinen Zentral-Alpen bieten. Die gleichen Faktoren verleihen auch den Granit- und Gneifsgebirgen Schantungs schon in ganz geringer Meereshöhe wilden Hochgebirgscharakter.

Ausdrücklich sei noch hervorgehoben, dafs durch diese Erörterungen keineswegs die denudierende Kraft des Windes bestritten werden soll. Es sollte nur betont werden, dafs die sogenannten Wüstenformen nicht immer notwendig durch reine Deflation entstehen müssen.

Ganz kurz sei noch einer oft besprochenen Eigentümlichkeit der Steppe von Guadix und Baza gedacht, nämlich ihrer zahlreichen Höhlenwohnungen.

Die löfsartigen Gesteine der Guadix-Formation neigen sehr zur Bildung von Höhlen. Bei einer Wanderung durch die Täler des Beckens kann man solche in allen Stadien ihrer Entstehung beobachten, von der einfachen flachen Einbuchtung einer Wand mit überhängender First an bis zur wohlausgebildeten Höhle. Oft führt nur ein enger Spalt zu der dahinter liegenden unregelmäfsig gestalteten Weitung, in welcher manchmal einzelne Säulen oder Wände eine Trennung in verschiedene Abteilungen andeuten. Meistens zeugen rauchgeschwärzte Wände und Decken davon, dafs selbst in den einsamsten Gegenden diese Höhlen schon Wanderern oder Hirten als Zufluchtsort dienten. Oft haben diese ihre Behausungen etwas wohnlicher zugerichtet. Gefahrdrohende überhängende Wände sind abgetragen worden. Die Eingangsöffnung hat man regelmäfsiger gestaltet und durch eine kleine Dachtraufe vor dem Eindringen des Regenwassers geschützt. Im Innern ist in einer Wand bisweilen eine erhöhte Bettstatt ausgearbeitet, um das Lager nicht auf dem feuchten Boden bereiten zu müssen. Diese verschiedenen Grade der Wohnlichkeit deuten den Weg an, der im Laufe der Jahrtausende von der zufälligen Benützung der Höhlen bis zur Anlage wohlgepflegter Höhlenwohnungen geführt haben mag. Häufig schliefsen sich derartige Wohnungen zu kleinen Siedelungen zusammen.

Gröfsere Dörfer und Städte besitzen stets Höhlenkolonien, die oft ebensoviel Einwohner zählen mögen wie der eigentliche Ort. Natürlich sind es immer ärmere Leute und namentlich Zigeuner, die in den Höhlen hausen. Übrigens sind diese keineswegs so unwohnlich, als man auf den ersten Augenblick, beeinflufst durch den Namen, glauben möchte. Die Fassade ist meist gemauert, weifs getüncht und mit einer Dachtraufe versehen. Eine Tür, zu beiden Seiten von je einem Fenster flankiert, führt zu dem in regelmäfsigem Rechteck angelegten Innern mit wohlgeglätteten Wänden. Dem ersten Wohnraum schliefst sich oft noch eine zweite, ja dritte geräumige Kammer an. Selbst Ställe sind bisweilen vorhanden. Der Hausrat ist der übliche des andalusischen Bauern, namentlich fehlen nie die gewöhnlich zur Seite der Tür aufgestapelten grofsen porösen Wasserkrüge (Alkarazzos). Über der Herdstelle ist die Decke durchbrochen, in der Regel ist auch ein primitiver Schornstein vorhanden. Mancher Bergabhang ist dicht besetzt mit rauchenden Essen, zwischen denen sich nach allen Richtungen Pfade hindurchschlängeln. So seltsam uns diese Höhlenwohnungen in der Beschreibung anmuten, so wenig fallen sie in der Natur selbst auf. In der wildzerrissenen Steppe, wo die Natur gewissermafsen schon Häuserblocks mit Gassen und Strafsen dazwischen geschaffen hat, fügen sich diese Anlagen als ganz selbstverständliches, naturnotwendiges Glied in die Landschaft ein. Häuser fallen hier mehr auf als Höhlenwohnungen.

Ergebnisse der Höhenmessungen von Prof. A. Philippson im westlichen Klein-Asien im Jahre 1902.

Von O. Kiewel in Berlin.

In den Monaten April bis Juli 1902 hat Prof. Philippson auf Kosten der „Hermann und Elise geb. Heckmann-Wentzel-Stiftung" der Kgl. Preufsischen Akademie der Wissenschaften einen Teil Klein-Asiens bereist und dabei wieder eine gröfsere Anzahl barometischer Höhenmessungen vorgenommen, deren Berechnung mir übertragen wurde. Diese Messungen bilden eine Fortsetzung der Messungen Prof. Philippsons aus den Jahren 1900 und 1901, welche von Dr. Brennecke berechnet sind[1]). Sie erstrecken sich auf die Landschaft Mysien und einen Teil Phrygiens, vom Ägäischen Meer im Westen bis zur Anatolischen Bahn im Osten, vom Marmara-Meer im Norden bis zum Temnos-Gebirge und dem Gebiet des oberen Mäander im Süden. Der Direktor an den Kgl. Museen, Dr. Th. Wiegand, hatte sich Prof. Philippson auf dem ersten Teil der Reise angeschlossen und an den Höhenmessungen teilgenommen.

Als Mefsinstrumente dienten die Aneroide von Bohne No. 1113 und 3900. Dieselben waren vorher wiederholt auf der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft und sind während der ganzen Reise durch häufige Vergleichungen mit zwei zuvor ebenfalls auf der Reichsanstalt geprüften Siedethermometern No. 16192 und 17681 kontrolliert worden. Dabei hat sich gezeigt, dafs das Aneroid 1113, welches von Prof. Philippson bereits auf den beiden früheren Reisen in Klein-Asien benutzt war und sich dabei gut bewährt hatte, auch jetzt wieder ziemlich unverändert geblieben war. Das Aneroid No. 3900 dagegen, dessen Stand schon zwischen den beiden Prüfungen auf der Reichsanstalt vom 1. März 1901 und 23. September 1901 um 1 bis 2 mm hinaufgegangen war, hatte seinen Stand bis zur Reise etwa um weitere 5 mm erhöht.

[1]) Vgl. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin 1901, S. 100—114; 1903, S. 122—137.

Der Teilungsfehler des Instruments ist aber unverändert geblieben, wie sich aus einer graphischen Darstellung aller Prüfungsergebnisse erkennen läfst.

Die Siedethermometer kontrollierten sich gegenseitig. Ihre Abweichungen von den Aneroiden zeigen einen recht parallelen Gang, so dafs man annehmen darf, dafs diese Instrumente immer ordnungsmäfsig funktioniert haben. Nur in zwei Fällen hat offenbar eine Störung unbekannter Art stattgefunden: am 3. April bei No. 16892 und am 19. Mai bei No. 17681. Diese beiden Ablesungen mufsten daher verworfen werden, während im übrigen die Mittel aus je zwei gleichzeitigen Ablesungen der Siedethermometer als genaue Werte des Luftdrucks angesehen werden konnten. Nachstehende Tabelle gibt die Resultate der Vergleichungen.

Vergleiche der Reise-Aneroide mit den Siedethermometern

* bedeutet zuerst gekocht.

1902	Ort	Zeit nach Ankunft	Siedethermometer No. korrigiert		Aneroid No. 1113		Aneroid No. 3900		Differenz der Korrektion 1113—3900
			17681	16892	Ablesung auf 0° reduziert	Korrektion bei 0°	Ablesung	Korrektion	
29. Jan. 7 p	Bonn		754,3*	754,5	753,7	+ 0,7	755,3	— 0,9	+ 1,6
3. April 8 a	Aivaly		763,6*	[762,2]	763,5	+ 0,1	765,8	— 2,2	+ 2,3
16. „ 3¼ p	Gönen	18 St.	761,1*	761,0	759,7	+ 1,35	—	—	
28. „ 6½ p	Ivrindi	3¾ St.	763,8	763,5*	736,7	— 0,05	739,0	— 2,35	+ 2,3
19. Mai 6¾ p	Emed	3½ St.	[677,0*]	679,4	678,6	+ 0,8	681,5	— 2,1	+ 2,9
16. Juni 11 a	Brussa	7 Tage	741,4	741,8*	740,2	+ 1,4	743,8	— 2,2	+ 3,6
17. „ 7 p	Kyrkbunar	1½ St.	613,1*	613,4	610,4	+ 2,85	614,2	— 0,95	+ 3,8
23. „ 1½ p	Kutahia	1¼ Tag	676,0*	676,4	674,8	+ 1,4	677,9	— 1,7	+ 3,1
30. „ 7½ p	„	3½ St.	677,8*	677,9	676,9	+ 0,95	680,0	— 2,15	+ 3,1
17. Juli 6½ p	„	23 St.	679,8*	679,7	678,8	+ 0,95	680,0	— 0,25	+ 1,2
22. „ 2 p	Afiun-Karahissar	19 St.	673,0	672,9*	672,1	+ 0,85	673,8	— 0,85	+ 1,7
2. August 12 Mittag	Bonn	2¾ Tag	755,6	755,8*	754,3	+ 1,4	757,5	— 1,8	+ 3,2

Die Korrektion der Aneroid-Ablesungen wurde in der Weise vorgenommen, dafs immer, wenn gleichzeitige Ablesungen an Siedethermometern vorlagen, die verbesserten Werte der Aneroid-Ablesungen mit diesen übereinstimmen mufsten. Für die übrigen Ablesungen wurde eine allmähliche Änderung des allgemeinen Zustandes der Aneroide angenommen und zugleich der Teilungsfehler möglichst berücksichtigt. Aufserdem wurde beim Aneroid No. 1113 noch der allerdings recht

kleine Temperaturfehler verbessert, und zwar immer nur nach den Ermittelungen der Reichsanstalt, da die Vergleichungen während der Reise nicht zahlreich genug und vor allem nicht systematisch genug sind, um die Gröfse des Temperaturfehlers erkennen zu lassen. Beim Aneroid No. 3900 war eine Verbesserung des Temperaturfehlers ganz unmöglich, da derselbe nach den Prüfungsergebnissen der Reichsanstalt zu grofsen zeitlichen Veränderungen unterworfen und die Gröfse desselben zur Zeit der Reise demnach ganz unbekant war. Bedeutend kann dieser Fehler aber nicht gewesen sein; denn bei der Prüfung am 23. September 1901 bewegte er sich zwischen 0,00 und + 0,01 mm für 1° C. bei Luftdrucken von 503 bis 780 mm.

Die elastische Nachwirkung habe ich aus denselben Gründen, wie Dr. Brennecke[1]), unberücksichtigt gelassen.

Die Basiswerte des Luftdrucks konnten diesmal mit einer verhältnismäfsig grofsen Genauigkeit bestimmt werden. Fürs erste standen wieder die Aufzeichnungen des Richardschen Barographen in Smyrna zur Verfügung, welche schon bei den Berechnungen des Dr. Brennecke gute Dienste geleistet hatten. Sodann konnten diesmal die Luftdruckangaben von Konstantinopel benutzt werden, welche in den österreichischen Wetterkarten für jeden Morgentermin, aufserdem in den russischen Wetterkarten auch für die meisten Abendtermine zu finden sind. Schliefslich war es durch die Freundlichkeit Prof. Fitzners in Rostock möglich geworden, auch von Afiun Karahissar (Station der Anatolischen Bahn und zugleich Endpunkt der Reise Prof. Philippsons) kontinuierliche Aufzeichnungen eines Richardschen Barographen zu benutzen. Derselbe war zwar nicht kontrolliert oder verglichen, aber dennoch zur Ermittelung der Schwankungen des Luftdrucks sehr willkommen. Das durch diese drei Punkte Smyrna, Konstantinopel und Afiun Karahissar gebildete Dreieck entspricht einigermafsen dem diesmal bereisten Gebiet.

Mit Hilfe dieses Materials wurden die Basiswerte des Luftdrucks für die Höhenberechnungen in folgender Weise ermittelt: Zunächst wurde zu jeder Ablesung eines Reisebarometers der gleichzeitige Luftdruck in Smyrna und Konstantinopel aufgesucht. Für Smyrna konnte derselbe direkt aus den Barogrammen abgelesen werden; für Konstantinopel wurde er aus der zunächst vorhergehenden und der nächstfolgenden Terminablesung durch lineare Interpolation gefunden. Sodann wurde auf der Landkarte Smyrna mit Konstantinopel durch einen Millimeterstab verbunden. Ebenso wurde Afiun mit dem Orte

[1]) a. a. O. 1901, S. 100.

H, dessen Höhe berechnet werden sollte, durch einen zweiten Millimeterstab verbunden. Für den Schnittpunkt P beider Stäbe wurde nun der Luftdruck im Meeresniveau berechnet aus den entsprechenden Werten für Smyrna und Konstantinopel, die ja ohne weiteres für das Meeresniveau gelten. Dabei wurde natürlich ein gleichmäfsiges Ansteigen des Luftdrucks zwischen beiden Orten angenommen.

Die Aufzeichnungen des Barographen in Afiun konnten nicht in derselben Weise benutzt werden, wie diejenigen von Smyrna, da sie nicht im Meeresniveau, sondern in der beträchtlichen Seehöhe von 1008 m gewonnen waren und überdies ihre Korrektion unbekannt ist. Man mufste sich also darauf beschränken, aus diesen Aufzeichnungen die Differenzen des Luftdrucks in Afiun zwischen je zwei Ablesungen der Reiseinstrumente zu entnehmen. Dementsprechend wurden auch zwischen je zwei aufeinander folgenden Werten des Luftdrucks im Meeresniveau der Punkte P die Differenzen gebildet und aus je zwei zusammengehörigen Differenzen beider Reihen unter Berücksichtigung des Verhältnisses der Entfernungen der Punkte H von Afiun und von P die Zu- oder Abnahme des im Meeresniveau von H anzunehmenden Luftdrucks berechnet. Die Basiswerte wurden also durch successive Addition bzw. Subtraktion von Luftdruckänderungen erhalten.

Für die Punkte, welche nicht zu weit von der Linie Smyrna-Konstantinopel entfernt sind oder westlich von derselben liegen, vereinfachte sich dieses Verfahren. Hier genügte es, für jeden Punkt das Verhältnis seiner Entfernungen von Smyrna und von Konstantinopel nach der Landkarte zu bestimmen und die zugehörige Luftdruckdifferenz zwischen Smyrna und Konstantinopel nach demselben Verhältnis zu teilen.

Noch einfacher gestaltete sich das Verfahren für Punkte in der Umgebung von Aivaly. Hier kehrte die Reise in kurzen Zwischenräumen immer wieder zur Küste zurück, und es wurden deshalb die Basiswerte naturgemäfs allein aus den Reisebeobachtungen im Meeresniveau bestimmt, wobei nur noch das Barogramm von Smyrna berücksichtigt wurde, um den Gang des Luftdrucks möglichst genau zu erhalten.

Die Berechnung der Höhen geschah mit Hilfe der Tafel von Jordan. Jede Höhe ist doppelt berechnet worden: einmal durch direkte Vergleichung der in der Höhe abgelesenen Barometerstände mit den Basiswerten und aufserdem durch Bestimmung der Höhendifferenzen je zweier aufeinander folgender Orte. Das letztere Verfahren liefert die genaueren Werte, und diese wurden daher bei Aufstellung der nachfolgenden Tabelle fast ausschliefslich benutzt. Denn bei ihnen ist der schlimmste Fehler, den man bei barometrischen Höhenrech-

nungen machen kann, nämlich derjenige, welcher aus der mangelhaften Kenntnis der Temperatur der Luftschichten entspringt, auf ein möglichst kleines Mafs herabgesetzt. Diese Methode der Staffelrechnung hat aber den Nachteil, dafs, wenn auch nur bei einer einzigen Höhe ein Rechenfehler sich einschleicht, dieser auch alle übrigen Höhen beeinflufst. Es ist deshalb empfehlenswert, auch erstgenannte Methode, die Berechnung der Höhen direkt aus den zugehörigen Werten des Luftdrucks im Meeresniveau vollständig durchzuführen. Schreibt man die Resultate beider Rechnungen nebeneinander und ebenso die aus beiden Methoden sich ergebenden Differenzen zwischen je zwei aufeinander folgenden Höhen, so wird man bei Prüfung beider Tabellen ziemlich sicher erkennen können, ob und wo ein Fehler gemacht ist.

Um die mannigfachen Vorteile der staffelförmigen Rechnung möglichst auszunutzen, bin ich in folgender Weise vorgegangen: Bei den Übernachtungsstationen sowie bei allen andern Orten, von denen wiederholte Aneroid-Ablesungen vorlagen, habe ich es nicht für richtig gehalten, alle Ablesungen gleichmäfsig zu berücksichtigen und etwa Mittelwerte zu bilden. Vorteilhafter schien es mir, jedesmal diejenige Beobachtung auszuwählen, welche für eine zuverlässige Höhenbestimmung die beste Gewähr bot. So wurde denn, zumal die elastische Nachwirkung ohnehin unberücksichtigt blieb, die erste bald nach der Ankunft vorgenommene Ablesung benutzt, um die Höhendifferenz gegenüber dem vorher zuletzt besuchten Orte zu finden. Die letzte, kurz vor der Abreise gemachte Ablesung diente dann dazu, die Höhendifferenz gegenüber dem nächstfolgenden Höhenpunkt zu berechnen. Dadurch ist erreicht worden, dafs durchweg die zur Berechnung einer jeden Höhendifferenz dienenden Ablesungen nur um wenige Stunden auseinander lagen und somit die Wahrscheinlichkeit einer inzwischen etwa eingetretenen Störung der Temperatur- und Druckverhältnisse der Zwischenschicht gering ist. Es schien daher auch erlaubt, die mittlere Temperatur einer Luftsäule gleich dem arithmetischen Mittel aus dem im unteren und oberen Niveau, wenn auch nicht gleichzeitig abgelesenen Temperaturen zu nehmen, wobei freilich leider so manche fehlende Temperaturbeobachtung durch Interpolation ergänzt werden mufste.

Für die successive Addition bzw. Subtraktion der einzelnen Höhendifferenzen habe ich die ganze Reise in Abschnitte geteilt, deren jeder zwischen zwei Fixpunkten lag. Als solche kamen die am Meere gelegenen Orte und aufserdem die Eisenbahnstationen Kutahia und Afiun Karahissar in Betracht, deren Höhe durch Nivellement bestimmt ist. Wenn man nun innerhalb eines Abschnitts die Höhen durch Staffeln

berechnet und dabei für den Ausgangspunkt, der ein Fixpunkt ist, seine bekannte Höhe einsetzt, so mufs man verlangen, dafs die Rechnung für den Endpunkt des Abschnitts, der ebenfalls ein Fixpunkt ist, eine Höhe ergibt, die mit seiner bekannten Höhe übereinstimmt. In vielen Abschnitten wurde diese Forderung ziemlich genau erfüllt. Wo es nicht der Fall war, mufste eine Ausgleichung vorgenommen werden, indem die Höhendifferenzen des betreffenden Abschnitts um entsprechende, meist nur geringe Beträge erhöht oder erniedrigt wurden. Bei der Feststellung dieser Beträge wurde angenommen, dafs der Fehler mit der Zeit proportional gewachsen ist.

Wenn ein Ort wiederholt besucht war (Knotenpunkt), wurde der zwischen dem ersten und letzten Aufenthalt an demselben zurückgelegte Teil der Reise (Schleife) zunächst unbeachtet gelassen; erst, nachdem für alle übrigen Punkte des Abschnitts die Höhen berechnet und die etwa nötigen Ausgleichungen angebracht waren, wurde die Schleife berechnet, wobei der Knotenpunkt wie ein Fixpunkt behandelt wurde.

Eine Abweichung von diesem Verfahren mufste bei der Berechnung der Schleife Brussa-Mihalitsch-Setschköi-Brussa gemacht werden (30. Mai bis 9. Juni). Um nicht auf negative Höhen zu stofsen, wurde für den niedrigsten Punkt dieser Schleife — Flufs am 1. Juni $7^1/_2$ a — der direkt aus der Basis berechnete Höhenwert als richtig angenommen und von diesem aus staffelförmig vor- und rückwärts bis Brussa gerechnet. Die beiden so für Brussa erhaltenen Werte wichen nur wenig voneinander ab. Als genauer wurde derjenige vom 30. Mai $6^1/_2$ a angesehen, weil er dem Ausgangspunkt der Rechnung zeitlich am nächsten lag. Nach diesem Werte (190 m) wurden nicht nur alle Werte aus der Zeit vom 1. bis 9. Juni korrigiert, sondern auch diejenigen der Strecke Panderma—Brussa (24. April bis 25. Mai) und von Brussa—Kutahia (17. bis 24. Juni).

Die nachstehend angenommene, von Prof. Philippson herrührende geographische Gliederung der Reise weicht von der eben besprochenen etwas ab. Die von Dr. Wiegand abgelesenen Werte sind mit Sternchen versehen. Die Namen der wiederholt besuchten Orte sind gesperrt gedruckt. Die Meereshöhe solcher Orte ist nur einmal angegeben. Interpolierte Lufttemperaturen sind kursiv gesetzt.

Es bedeutet: K nach Kieperts Karte, D „ Diests „, T „ Tchihatscheff, B „ Karte von Buresch, P „ Perrot, H „ Humann,

Es bedeutet: R nach Ramsay, Pu „ Puchstein. Lq, M, SCh } unbekannte Autoren, auf Kieperts Karte angeführt. Ph „ Philippson im Jahre 1901.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeresniveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
		I. Aïvaly—Panderma.						
3. April	8 a	Aïvaly, Haus . .	11	763,6	763,6			
	1 p	„ „ . .	16,5	763,2	—			
	„	„ Meer . .	„	763,9	—			
	4¾ p	Taxiarchis auf Moschonisi . . .	15,25	746,0	—	762,9	190	195 K
	6 p	Aïvaly, Meer . .	*14,75*	763,0	—			
	6½ p	„ Haus . .	14,5	762,2	—	63,0	8	
4. April	6½ a	„ „ . .	11	761,1	—			
	7½ a	Höhe am Weg im Süden der Stadt	*12*	755,6	—	61,9	69	
5. April	6 a	Aïvaly, Haus . .	13	757,1	—	57,9		
	7 a	Höhe im Südosten der Stadt. . . .	*14,5*	752,1	—	57,9	65	
	8 a	Höhe bei Palaeochori.	*15,5*	751,6	—	57,9	71	
	9 a	Höhe hinter Arablar	17,5	744,6	—	57,9	133	
	10½ a	„ im Osten von Aïvaly	*17*	754,5	—	57,9	38	
	4 p	Meer bei Aïvaly	18,5	757,7	757,8*			
	7½ p	Keremköï	16	753,9	—	59,0	57	
6. April	6¾ a	„	13	755,3	—	60,4		
	8²⁰ a	Eskimeserlik bei Keremköï. . .	16,5*	—	752,8*	60,9	91	
	1½ p	Alt Adramyttion	21,5*	—	758,8*	59,4	7	
	2¼ p	Meer bei Karatasch	*20*	758,9	—		0	
	3 p	Hügel b. Karatasch	20	757,7	—	58,9	10	
	4¾ p	Kemer, 1. Stock .	21,5	756,9	757,0*	58,8	18	22 K
7. April	7 a	„ „ .	12,5	757,6	757,8*	59,0		15 K
	10¼ a	Edremid	*19*	—	757,1*	58,1	16	17 K
	1 p	„	24,5	756,2	—	57,6		
8. April	6 a	„	*15*	—	753,8*	55,9		
	6¼ a	„	15	753,7	—	55,9		
	10¼ a	Ano-Alatschali . .	21	733,9	733,5*	56,8	254	
	1¼ p	Freneli, 1. Stock .	25	753,7	—	57,2	27	34 K
	3¾ p	Pafshöhe Tschal .	22,2	744,8	—	58,5	146	
	3¾ p	Kutschuk Tschal .	20,5*	—	732,8*	58,5	286	

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeres-Niveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
8. April	6 p	Höchster Punkt der Strafse nebendem Tal des Euenos.	18	729,1	—	57,3	316	
	8½ p	Derbend	14	717,8	717,8*	58,9	467	
9. April	7 a	„	8	720,0	720,0*	60,0		
	11¾ a	Ottmanlar . . .	9,5	734,0	733,8*	60,8	315	470 D[1])
	3 p	Wasserscheide zw. Ottmanlar und Balia	9	729,4	—	61,1	369	230 K (Dorf)
	6½ p	Balia, Han . . .	9	745,3	744,9*	61,8	200	
10. April	6¼ a	„ „ . . .	8	746,0	—	63,5		
	7½ a	„ „ . . .	9*	—	746,0*	63,5		
	5½ p	Ari	10	749,3	—	63,4	160	
11. April	6¾ a	Balia, Han . .	8	745,3	—	63,7		
	12¼ p	Kysyltepe	8,2	730,2	—	62,3	362	
	6¼ p	Balia, Han . .	10	744,0	744,3	61,1		
12. April	6¼ a	„ „ . . .	8	743,3	—	60,7		
	6¾ a	„ „ . . .	7?*	—	743,0*	60,7		
	7½ a	1. Pafshöhe . . .	8	731,6	—	60,7	330	
	8¼ a	Mustadjab, Talsohle	8	742,3	—	760,7	210	
	9¾ a	Bengiler	8	738,7	—	60,4	247	
	11 a	Höhe vor Jailandjik	9	720,7	—	60,1	455	
	12 a	Jailandjik . . .	9	719,7	719,3*	59,9	460	
	2¼ p	Pafshöhe . . .	9	708,2	—	59,2	583	
	3 p	Höhe über Kyrklar	8,5*	—	710,3*	59,1	555	
	4⁴⁰ p	Bach bei Tschetmiovassi . .	9	738,7	—	59,0	231	
	7²⁰ p	Karaïdin, chr. Dorf	9	736,4	735,8*	59,6	264	250 K
13. April	7 a	„ „	7	735,3	—	58,0		
	11 a	Terrassenhöhe . .	9	737,2	—	57,5	237	
	2²⁰ p	Palaioskepsis . .	8,5*	—	689,0*	56,6	774	
	3½ p	Balia Basarköi . .	12	742,0	—	56,5	172	155 K
	5 p	Pafshöhe	11	727,5	—	56,3	334	
	6¾ p	Mandjilik, Dorf	9	737,0	—	56,2	224	218 K
	8½ p	Kujuneli	9*	—	734,8*	56,2		
14. April	6¾ a	Mandjilik, Dorf	7,8	736,4	—	55,2		
	7 a	Kujuneli	8*	—	734,3*	55,2	248	
	10½ a	Assar („Skepsis") .	9*	—	726,8*	54,8	322	
	2½ p	Quellenteich bei Tschinarköi . .	10*	—	736,8*	54,4	250	

[1]) Wahrscheinlich die Messung der Chaussee-Ingenieure.

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			°C	mm	mm	mm	m	m
14. April	$4\frac{3}{4}$ p	Mandjilik, Kohlengrube, Haus des Aufsehers auf der Höhe	8	735,3	—	54,0		
	5^{35} p	Mandjilik, Dorf	9,5*	—	733,8*	54,0	224	
15. April	11 a	Mandjilik, Kohlengrube, u. s. w. .	8	735,8	—	54,7	207	
	1 p	Pafshöhe	9	715,2	—	55,1	447	
	3^{20} p	Höhe a (Vorstufe)	9	727,4	—	55,4	310	
	7 p	Gönen, 1. Stock	10	754,6	—	57,4	28	20 K
16. April	$9\frac{1}{4}$ a	„ „	10,5*	—	759,8*	61,3		
	11^{25} a	Tschinarbunar . .	11*	—	743,8*	759,9[1]	207	
16. April	12^{10} p	Fufs des Tschal bei Tchinarbunar	11*	—	736,7*	759,9[1]	288	
	1^{20} p	Kale am Tschal .	13*	—	730,8*	760,0[1]	359	
	$3\frac{1}{4}$ p	Gönen, 1. Stock	12	760,1	—	61,8		
17. April	$5\frac{3}{4}$ a	„ „	6	760,3	—	62,4		
	6 a	Ketzidere . . .	12,5*	—	759,8*	62,4	34	
	$8\frac{1}{2}$ a	Tschimbischköi .	12,5*	—	733,8*	62,6	327	
	10 a	Tscharoluk . . .	6,5*	—	724,3*	62,6	436	
	$10\frac{3}{4}$ a	Tatarköi	9	750,4	—	62,5	743	
	$11\frac{3}{4}$ a	Porta (Berg) . .	4*	—	696,8*	62,4	749	
	$12\frac{1}{2}$ p	Horos-Felsen . .	4*	—	700,8*	62,4	702	
	2 p	Kasaklar, Manias-See	11	761,9	—	62,0	13	
	$6\frac{3}{4}$ p	Munomak	6	749,1	—	61,9	151	110 K
18. April	$6\frac{1}{4}$ a	„	6,2	748,0	—	61,1		
	$5\frac{1}{2}$ p	Panderma, Meer	10*	—	761,7*			
	7 p	„ , Meer + 3 m	9	761,2	—			
21. April	$6\frac{1}{4}$ a	„ „ „	7,5	763,9	—			
	1^{20} p	Pafshöhe zw. Ermeniköi u. Kodja-Burgas	16[2]	736,2	—	63,2	311	
	10 p	Scheitanköi, Meer + 2 m	10	762,1	—			
22. April	$6\frac{1}{4}$ a	„ „	8	759,3	—			
	1 p	Pafshöhe zw. Vathy u. Gonia . .	20,5	733,5	—	58,1	285	
24. April	$6\frac{1}{2}$ a	Panderma . . .	7	759,3	—		9	
	$1\frac{1}{2}$ p	„ , Meer	12,5*	—	762,3*			

[1]) Im Niveau von Gönen, 1. Stock.

[2]) $\frac{1}{4}$ St. später u. 100 m tiefer $16\frac{1}{2}$° abgelesen.

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeres-Niveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			°C	mm	mm	mm	m	m
		II. Panderma—Ivrindi—Balikeser.						
24. April	6 p	Pafshöhe vor Aksakal	9	753,3	—	62,9	109	
	7¼ p	Aksakal, Han . .	7	758,9	—	63,2	52	
25. April	6 a	„ „	2	760,4	—	65,7		
25. April	8 a	Fufs des Tumulus bei Aksakal[1])	7	756,7	—	765,8	92	
	10½ a	Höhe bei Jeniköi .	11	757,4	—	65,7	83	
	11¾ a	Jeniköi	13,5	760,0	760,3*	65,5	49	
	3¾ p	Burghöhe von Eski Manias . . .	12,5	741,9	—	64,7	242	
	4 p	Burghöhe von Eski Manias	12,5*	—	742,3*	64,6		
	65p	Eski Manias, Dorf	12	753,7	—	64,4	106	
26. April	6 a	„ „ „	5	752,1	753,0*	61,8		
	10 a	Pafs am Kel Dag	13	708,7	—	60,9	588	
	12[40] p	Höhe südl. Penirköi	19?*	—	727,8*	60,4	356	
	2 p	Batak	17	724,0	—	60,1	397	
	2½ p	Flufs östlich Batak	19	736,0	—	60,0	255	
	3½ p	Kaleh bei Assaralan	21*	—	737,8*	59,9	233	
	3¾ p	Höhe zw. Bulgarköi u. Jeroluk . . .	21	710,9	—	59,9	554	
	4¼ p	Jeroluk	19	719,2	—	59,9	453	
	7¼ p	Ilidja, Bad . . .	13,8	748,9	748,8*	59,6	107	100 K
27. April	7 a	„ „	7	748,6	749,3*	58,5		
	12½ p	Kajalar	19,5	734,4	734,8*	57,8	261	
	2½ p	Bojükbunar . . .	21	727,2	—	57,3	342	
	3¾ p	Bach zw. Bojükbunar u. Ali Demirdji . . .	22	744,2	—	57,2	141	
	7¼ p	Ali Demirdji . . .	16	732,6	732,3*	57,3	278	280 K
28. April	6 a	„ „ . . .	13	—	732,7	57,9		
	7¼ a	„ „ . . .	13	732,7	—	57,8		
	10 a	Bach Afschardere	19	743,9	—	58,3	153	
	11½ a	Dömenidj . . .	21	733,7	—	58,6	275	
	12[10] p	Flufs bei Dömenidj	23	742,5	—	58,6	171	
	12½ p	Dömenidj-Kaleh[2])	23*	—	742,3*	58,6	173	240,
	3½ p	Ivrindi	20*	—	735,3*	59,0	260	[350] K,
	5¾ p	„	17,5	736,0	—	59,4		280 T

[1]) Spitze des Tumulus etwa 15 m höher.

[2]) Kastell 50 m höher.

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			° C	mm	mm	mm	m	m
28. April	6½ p	Ivrindi	*16*	737,0	736,8	759,5		
29. April	6¾ a	„	8,2	737,2	737,3*	58,5		
	9¼ a	1. Pafshöhe . . .	*13,2*	736,4	—	57,3	255	
	12 a	2. „ . . .	16	731,6	—	56,0	295	230 K
	2 p	Pafs am Kara Gedik	18	724,4	726,3*	56,2	369	320
	4 p	Balikeser, Han am Basar	20	741,8	741,8*	55,9	173	130[165]K
1. Mai	6¾ a	„ „ „	14	741,3	—	53,9		
	7½ a	„ „ „	13,5*	—	741,8*	54,0		

III. Balikeser—Susurlu—Syndyrgy—Balat.

1. Mai	11 a	Pafshöhe (Wasserscheide) Chaussee Balikeser—Sultantschaïr . .	14	729,5	—	54,0	308	
	7 p	Boracitgrube Sultantschaïr	13	746,0	—	54,6	125	
2. Mai	6 a	„ „	11	747,1	—	55,4		
	8¾ a	„ „	17*	—	747,8*	55,4		
	6¾ p	Höhe zw. Omarköio und der Boracit-Grube	15*	—	744,8*	56,9	181	
	8¾ p	Susurlu	14	754,0	—	57,4	84	
3. Mai	6¾ a	„	13	756,3	—	60,4		
	7½ a	Boracit-Grube .	13,5*	—	753,3*	60,5		
	2 p	Pafshöhe Boracit-Grube—Kebsud	18,8	731,4	—	61,8	389	
	4¼ p	Kebsud, Han, 1. St.	21	754,4	—	62,0	124	
	9[55] p	„ „ „	13*	—	757,8*	63,0		
4. Mai	7¼ a	„ „ „	10,5[1])	757,5	758,6*	63,1		
	9¾ a	Dedeköi	17*	—	753,8*	63,3	167	
	12 a	Quelle am Weg Kebsud—Bigaditsch	20	734,4	—	62,9	386	
	6½ p	Bigaditsch . . .	20	747,3	—	61,8	222	130 K
5. Mai	6¾ a	„ . . .	12	747,6	—	61,4		
	8[5] a	1. Pafshöhe . .	15	728,0	—	61,3	444	220 K
	10 a	2. „ . . .	*21*	725,3	—	61,2	474	

[1]) Wiegand 8°.

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeres-Niveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			°C	mm	mm	mm	m	m
5. Mai	1 p	Simavtschai . . .	*25*	743,3	—	761,1	259	170 K
	3 p	Syndyrgy . . .	27,5	741,1	—	60,6	279	180 K
	9 p	Bigaditsch . . .	18,5*	—	746,8*	60,0	222	
6. Mai	6 a	Syndyrgy . . .	9	741,6	—	59,9	279	
	8¾ a	Kartelialan . . .	17	709,6	—	60,2	654	
	10¹⁰ a	Schahankaja . . .	*20,2*	679,5	—	60,8	1028	
	10¾ a	„ . . .	20,5	679,5	—	60,3		
	12¹⁰ p	Talboden östlich der Schahankaja	*23*	702,9	—	60,2	735	
	4 p	Syndyrgy . . .	26,5	740,3	—	59,9		
8. Mai	6¼ a	„ . . .	13	742,2	742,3*	60,8		
	12 a	Kutschuk Demian	27,5	711,5	—	60,3	236	
	12²⁰ p	Assaralan . . .	28,5*	—	697,8*	60,3	808	
	2¼ p	Kepes Dag . . .	24	660,5	—	59,5	1280	
	6 p	Pafshöhe Demian-Ingles	*18*	682,7	—	58,9	986	
	7 p	Ingles	17,5	689,3	—	58,9	904	700 B
	7¼ p	Umurlar	22*	—	700,8*	59,0	762	
9. Mai	5¾ a	Ingles	19	688,0	—	58,1	904	
	7¹² a	Umurlar	23*	—	700,8*	58,0	762	
	9¾ a	Simavtschai bei Tschikriktschi .	28,5	731,1	—	57,6	385	
	11⁵⁰ a	Adali	28,5*	—	724,8*	57,1	455	
	12½ p	Aliaka	28	704,2	—	57,2	711	
	2¾ p	Joch Aliaka-Ulus Dag	*30*	675,1	—	56,6	1077	
	4¾ p	Ulus Dag	15	616,7	—	56,3	1876	
	6½ p	Assarköi	26*	—	727,8*	56,0	419	
	8½ p	Göseren	*22*	675,5	—	55,7	1064	
10. Mai	7¼ a	„	19,5	674,2	—	55,9		
	7¼ a	Assarköi	25,5*		726,3*	„		
	9¾ a	Kebsud-Tschai . .	22	686, 4	—	„	911	
10. Mai	9⁵⁰ a	Wasserscheide Oktschilar-Jagdjilar	22*	—	704,3*	755,9	688	
	12 a	Jagdjilar	26*	—	724,8*	56,1	440	
	12⁵⁰ p	Wasserscheide bei Jagdjilar	20,5*	—	703,8*	56,1	695	
	„	Jaila	?	639,0	—	„	1518	
	1½ p	Alatscham Dag, Höhe	13	632,7	—	„	1601	
	2¼ p	Wasserscheide bei Kalafat[1]) . . .	19*	—	689,9*	„	866	

[1]) Tal von Dundagardjik.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeresniveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
	6¾ p	Tschataltscham	18,5	703,7	—	„	696	
	7½ p	Sagilar	18*	—	691,3*	„	854	
11. Mai	6⁵⁰ a	„	17,5	—	690,3*	56,3		
	7 a	Tschataltscham	15?	703,4	—	„	696	
	8 a	Brücke über den Flufs	*21,5*	716,3	—	„	538	
	10 a	Balat	22,5	702,5	—	56,4	707	680 T
	6 p	„	22*	—	703,8*	57,0		
12. Mai	9 a	„	17	705,5	—	59,1		
	10³⁰ a	„	20,5*	—	705,8*	58,7		

IV. Balat—Simav—Emed—Brussa.

	2 p	Brücke über den Flufs bei Begil	24	724,4	—	58,2	474	
	3¾ p	1. Pafshöhe	*22*	694,0	—	58,0	844	
	4 p	2. „	*22*	690,2	—	„	892	
	6¾ p	Göktsche Bunar	18[1])	694,5	694,8*	„	838	
13. Mai	6½ a	„ „	12,5	693,6	—	57,9		
	7½ a	„ „	18(?)* *15*	—	693,8*	„		
	9½ a	Plateaurand bei den Steinhaufen	20,5	681,7	—	57,6	983	
	12¼ p	Jassören	*20*	677,6	—	57,2	1029	
	1½ p	Pafshöhe	19	657,4	—	57,0	1287	
	7 p	Tschanaktji	18,7	669,6	672,0?	57,1	1130	
14. Mai	5½ a	Tschanaktji	6,2	671,8	673,6?	759,9		
	6²⁰ a	„	6*	—	673,3 (?)[2]) *	60,1		
	7¼ a	Flufs	7	682,6	—	59,9	1001	
	8¾ a	Erste Buchen	*9*	655,7	—	60,0	1334	
	11¾ a	Wiesenboden	13	613,0	614,0	59,4	1887	
	12²⁵ p	Baumgrenze	*11*	601,0	—	59,3	2052	
	12³⁵ p	Sattel	*10,5*	598,8	—	59,3	2085	
	12⁵⁰ p	Gipfel Ak Dag (bei Simav)	9,5	593,0	—	59,3	2168	
	1½ p	„ „ „	9,5	592,7	593,0*	59,4		
	2½ p	Wiesenboden	12	612,8	613,3	59,1	1887	
	4½ p	Übergang nach Ketzir	*13*	624,2	—	58,5	1729	
	6¼ p	Ketzir	16	668,6	664,9	58,0	1139	
15. Mai	6 a	„	16	664,9	665,0	54,7		

[1]) Wiegand 15°. [2]) Wohl richtiger 672,3.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeres-Niveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
	7 a	Ketzir	18*	—	662,6*	54,8		
	8½ a	Karabunar	21*	—	681,8*	54,9	887	
	9⁴⁰ a	Simavtschai, Brücke bei Jeniköi . . .	24	709,4	—	55,2	546	
	10⁴⁰ a	Jeniköi	*23*	695,6	—	55,5	721	720 B
	1 p	Pafshöhe des Temnos	19,5	642,8	—	56,6	1414	
	4 p	Demirdji	23	684,6	—	56,8	872	530 K, 900 T, 785 B, 841 Ph
	6¹⁰ p	Wasserscheide am Simav-See (Weg Ketzir-Simav)	ca. 18*	—	688,0*	56,5	825	
16. Mai	6½ a	Demirdji	18	685,5	—	57,0		
	9¾ a	Pafshöhe Demirdji-Assarköi . . .	15	639,8	—	57,2	1455	
	2 p	Pafsdurchgang = 15. Mai 6¹⁰ p	22	688,1	—	57,5		
	5¼ p	Simav	20,8	687,9	—	57,8	829	780 T, 820 B
18. Mai	5¾ a	„	7	687,0	687,6	57,8		
	9 a	See von Simav . .	16	690,9	—	56,0	759	800 B
	5 p	Wasserscheide Nassa-Tokat . .	15	639,3	—	55,9	1418	
	7½ p	Tokat	13	675,7	—	56,3	951	
19. Mai	6½ a	Tokat	13	675,2	675,3*	756,3		
	1 p	Jeniköi	19,5	674,0	—	55,2	951	
	2½ p	Flufs Assardjik Tschai	*22*	694,2	—	54,9	692	
	6¾ p	Emed	18	679,4	679,3*	55,1	879	750 B
20. Mai	5¾ a	„	10,5	682,6	—	57,9		
	5⁴⁰ a	„	13*	—	682,8*	57,9		
	7½ a	Flufs	*16*	699,3	—	58,6	685	
	11½ a	Baumgrenze . . .	*17*	611,0	—	58,6	1835	
	12 a	Erigös Dag, Westgipfel	10,5	593,2	—	58,6	2085	
	12½ p	Dorf Erigös . . .	20,5*	—	692,8	58,6	753	638 T, 850 B
	1⁴⁰ p	Höhe hinter Erigös	18*	—	644,3*	58,4	1111	
	6 p	Tschobanlar . . .	20	690,3	—	58,4	781	780 D
21. Mai	6¾ a	„ . . .	14,5	691,6	—	59,5		
	7 a	„ . . .	16*	—	691,8*	59,5		

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			° C	mm	mm	mm	m	m
	9½ a	Flufs(Emed-Tschai)	*18*	720,5	—	59.5	432	
	3¾ p	Bergwerk Dagardi + 20 m . . .	22,5	696,3	—	60,0	732	
	4 p	Wasserscheide Dagardi-Harmanjik	*18*	680,8	—	60,2	928	[725] K,
	7 p	Harmanjik . .	16	701,5	—	60,5	676	670 D
22. Mai	6¾ a	„	7,2	704,1	—	62,1		
	10¾ a	Wasserscheide Harmanjik-Beidje	13,5	677,8	678.8	62,4	997	
	2½ p	Rand des Granitplateaus . . .	18	680,8	—	61,5	947	450 K,
	7 p	Beidje	17	716,6	—	60,7	500	507 P
24. Mai	7¾ a	„	10,2	711,2	710,9	54.3		
	9½ a	Rhyndakos-Brücke	*11,2*	722,7	—	54,8	371	
	11½ a	Höhe	*19*	676,8	—	55,2	921	
	12⁵⁰ p	„ vor Tschatak	9,5	670,8	—	55,6	999	
	3¾ p	Ülfertschai . . .	13	723,7	—	56,2	373	
	7 p	Muraslar	8,2	695,8	694,8	57,2	712	
25. Mai	8¼ a	Muraslar	8,5	696,8	696,3	758,5		
	9½ a	Wasserscheide . .	*12*	664,9	—	58,7	1103	
	3 p	Brussa, Hotel d'Anatolie . .	16,2	741,4	—	58,4	180	130, 150 K
30. Mai	6½ a	„ „	15	748,6	—	66,2		

V. Brussa—Mihalitsch—Setschköi—Brussa.

	8¼ a	Ülfertschai	17	754,6	—	66,2	113	
	9 a	Pafshöhe der Eisenbahn	*17,5*	751,6	—	66,2	147	
	9½ a	Ebene	*17,5*	758,1	—	66,1	73	
	11¼ a	2. Höhe, Wasserscheide	*18,5*	752,0	—	65,8	139	
	1½ p	Han Suluklutschesme . .	19	754,0	—	65,5	113	
	5½ p	Abulliond, Han	17	760,8	—	65,0	32	
	5¾ p	„ , See	*17*	763,0	—	65,0	8	
	6 p	Cypressenhügel bei Abulliond . . .	*17*	759.0	—	65,0	52	
31. Mai	6¼ a	Abulliond, Han	15	761,9	762,5	65,4		
	9½ a	Höhe	*15,5*	757,3	—	65,3	84	
	1²⁰ p	Aivadji	15*	—	743,3*	64,9	239	
	2 p	Brücke Ulubad . .	*20*	764,0	—	64,9	7	
	4½ p	Mihalitsch	20	761,0	—	64,8	40	
1. Juni	6 a	„ . . .	12	761,0	—	64,9		

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			° C	mm	mm	mm	m	m
	7¼ a	Flufs	*14*	764,1	—	64,8	8	
	11¼ a	Mihalitsch	22	760,9	—	64,2		
	5 p	Kirmasti	22	760,5	—	63,2	34	
2. Juni	6¾ a	„	13	760,8	—	63,2		
	9½ a	Dorf Keltasch . .	*20*	747,1	—	62,9	186	
	9³⁵ a	„ Eski Baldjik	19*	—	729,8*	62,9	387	
	10½ a	Berg Keltasch . .	20	738,0	—	62,7	288	
	3½ p	Kesteleh	23,2	754,6	—	61,5	72	
2. Juni	7 p	Bitköi	20	753,5	—	760,9	87	
3. Juni	6½ a	„	13,5	753,8	—	60,6		
	11¾ a	Jenitzeköi	22	735,1	—	60,5	301	
	1¼ p	Dajama	*20*	700,9	—	60,3	710	
	3½ p	Alpad	21*	—	729,3*	60,0	364	
	4¼ p	Bitzki	16	692,7	—	59,8	800	
4. Juni	5½ a	„	5	692,6	—	60,6		
	6¹⁰ a	Alpad	13*	—	729,8*	60,6	364	
	11⁵⁰ a	Melteres	20*	—	712,8*	60,6	565	
	12 a	Tschatal Dag, mittlerer Gipfel . .	12,5	653,4	—	60,6	1304	
	2 p	Setschköi . .	22*	—	705,3*	60,4	650	
	3²⁰ p	Chardere Jaila . .	*22*	691,6	—	60,4	820	
	4¾ p	Tal	19,5	728,0	—	60,4	376	
	8 p	Setschköi . . .	13	705,0	—	60,8	650	
5. Juni	8¼ a	„ . . .	15	706,0	—	61,3		
	11 a	Pafshöhe am Weg nach Kebsud . .	*16*	689,1	—	61,5	858	
	12 a	Höhe	16	675,1	—	61,3	1030	
	1¾ p	Erendjik	18	691,9	—	61,0	818	
	3⁵ p	Höhe	16	679,1	—	60,8	975	
	6½ p	Odaköi	15	699,8	—	60,4	716	
6. Juni	6½ a	„	11,5	698,3	—	59,5		
	10¼ a	Monastir Jailassi .	17	665,3	—	58,8	1115	
	1¾ p	Terrasse üb. d. Flufs	*21*	698,0	—	57,9	692	
	2¾ p	Brücke Balat Tschai	23	734,2	—	57,7	252	
	6¾ p	Örendjik	17,5	698,1	—	56,9	676	
7. Juni	6 a	„	13	697,8	—	56,9		
	10½ a	Tal unterhalb Sagilar	*22*	707,5	—	56,9	558	
	1½ p	Dondarköi	26,5	710,2	—	56,7	522	
7. Juni	3¼ p	Brücke Tauschanly Tschai	27,5	726,7	—	756,5	317	
	7¼ p	Narlar	20,5	711,8	—	56,7	501	
8. Juni	6¼ a	„	13,5	713,0	—	57,4		

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeresniveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
	10⁵⁰a	1. Höhe	21	689,2	—	57,6	792	
	12¼p	2. „	*21*	689,5	—	57,5	787	
	6¼p	Hassanlar	24,5	745,6	—	57,4	106	
9. Juni	6½a	„	16	748,2	—	58,8		
	11½a	Brussa, Hotel d'Anatolie . .	25,5	742,2	—	59,2	180	
16. Juni	11a	„ „	28	741,6	741,6	59,3		
17. Juni	5¾a	„ „	18,2	741,1	741,0	58,4		
		VI. Brussa—Olymp—Kutahia.						
	85a	1. Rastplatz . . .	*20*	688,8	689,6	58,3	807	
	9¹⁰a	Kadijaila	21,5	657,2	657,2	58,3	1210	
	10¼a	Saralanjaila . . .	*19*	628,5	628,5	58,2	1592	
	1p	Kyrkbunar .	*17*	613,9	613,9	57,9	1790	
	2½p	Olymp, Westgipfel [1]	13,5	566,7	566,7	57,6	2463	2450 S. Ch. (?)
	3½p	Sattel im Osten des Gipfels	*14,5*	569,7	—	57,4	2416	
	4¼p	Sattel zwischen den Karen	*16,5*	577,7	—	57,3	2297	
	5p	Waldgrenze (visiert)	*18,5*	596,1	—	57,2	2029	
	5½p	Kyrkbunar .	19.5	613,0	613.0	57,2		
	7p	„ . . .	*18*	613,3	613,2	57,1		
18. Juni	5a	„ . . .	12,5	612,0	612,2	56,4		
	8¼a	Wasserscheide . .	*17,5*	632,5	—	56,3	1523	
	8¾a	Sattel am Gökdere	*20,5*	643,3	—	56,3	1378	
	11¾a	Bagly . .	27	676,8	676,8	56,0	930	430 K
	5¼p	Deliler, unt. Dorf	25	666,8	666,8	55,7	1055	
19. Juni	6¼a	„ „ „	13	668,6	—	58,0		
19. Juni	8½a	Ülfertschai . . .	*17*	675,5	—	758,3	971	
	10½a	Höhe vor Kelles .	19,5	661,1	—	58,3	1155	
	12¼p	Kelles . .	23	671,1	—	58,3	1025	
	3½p	Brücke Tauschanlytschai . .	27,5	709,8	—	57,8	527	
	5¾p	Höhe	*21,5*	671,1	—	57,7	1014	
	7¾p	Eschen	17,5	673,0	—	57,8	991	
20. Juni	6¼a	„	12,5	674,5	—	59,4		
	7½a	Höhe hinter Eschen	*16*	667,1	—	59,7	1087	
	11½a	Devrend	20	673,3	—	60,0	1011	
	35p	Brücke Tauschanly Tschai bei Maimul	*24*	689,4	—	60,1	806	

[1]) Östlicher Gipfel 80—100 m höher.

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			°C	mm	mm	mm	m	m
	4½ p	Tauschanly . . .	22	686,5	—	60,1	842	770 P
21. Juni	6½ a	„ . . .	11	689,2	—	62,2		
	10¾ a	Höhe	22	666,3	—	58,4	1120	
	2¾ p	Örenköi	23,5	672,3	—	60,3	1025	910 P
	6¼ p	Tschivli	22	676,3	—	59,5	963	
22. Juni	6¼ a	„	15	674,5	—	58,3		
	9¾ a	Kutahia, Pirindsch Han, 1. Stock . .	23	674,5	—	58,1	965	
23. Juni	1½ p	„ „	21	676,2	676,1	61,6		
24. Juni	5¾ a	„ „	11	678,1	678,0	62,3		

VII. Kutahia—Inönü—Dumanidj—Kutahia.

	2¾ p	Softja, am Pursak	21,8	685,1	—	61,9	870	
	3¾ p	Höhe Softja-Sapran	*20*	676,3	—	61,8	980	
	4½ p	Bach bei Sapran .	*19*	682,2	—	61,8	904	
	6¼ p	Tutludja, Han . .	17,5	674,3	674,0	61,7	1000	1042 D[1])
25. Juni	6 a	„ „ . .	11.5	673,4	673,3	61,1		
	9½ a	Wasserscheide .	20	663,8	—	61.4	1122	1152 D
	12¾ p	Inönü	25	685,3	685,2	61,4	843	685 K, 700 H 800 Lq.(?) 842 D
26. Juni	5¾ a	Inönü	14	688,5	688.2	661,3		
	8¾ a	Höhe hinter Kandili	*18*	679,1	—	61,4	954	
	11 a	Höhe vor Kisilzebunar	*20*	680,8	—	61,4	932	
	1¼ p	Kisilzebunar . . .	22	692,7	—	61.5	782	
	2⅜ p	Höhe hinter Muraddere	22	683,3	—	61,4	900	980 K, 810 D
	5½ p	Tekkedere	20	695,1	694,1	62,1	760	
27. Juni	5 a	„ . .	9	697,3	—	64,5		
	7[25] a	Höhe	*15*	680,1	—	64,7	966	
	9[10] a	Osmanli	*21*	723,2	—	64,6	440	
	11½ a	Jeniköi	24,5	729,7	—	64,2	356	
	4 ½ p	Inegöl	25,5	736,9	736,8	63,7	262	283 K, 305 D, 280 H
28. Juni	5½ a	„	14,5	740,1	—	63,7		

[1]) Nach türkischer Aufnahme.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeres-Niveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
	12½ p	Tachtaköprü . . .	22,5	713,5	—	62,5	554	560 D
	3 5 p	Pafshöhe Inegöl-Dumanidj . .	14	642,7	—	62,6	1444	1370 D
	7¾ p	Dumanidj, Assarköi	16,5	686,0	—	63,2	896	870 D
29. Juni	5¾ a	„ „	13	685,6	685,4	63,0		
	10 a	Höhenrücken . .	18.5	673,5	—	62,9	1040	
	10 40 a	Hadji Ahmed-Tsiflik	*20,5*	691,0	—	62,8	816	
	1¼ p	Alifler	18	659,4	—	62,5	1211	
	3 p	Tal	20	674,9	—	62,3	1006	
	5 p	Erös	19	667,5	667,3	62,0	1093	
30. Juni	6¼ a	„	14	668,9	—	61,6		
	7¼ a	Höhe über Erös .	*16*	655,9	—	61,7	1258	
	9¼ a	Agisören	19	669,8	—	61,8	1077	
	11 a	Beginn des Abstiegs zur Ebene . . .	*23*	671,1	—	61,8	1057	
	3 p	Kutahia, Pirindsch Han .	26,5	677,1	676,6	61,2	965	990 K, 1000—1080. 920 P, 930 T, 1020 D
	3¾ p	„ , Bahnstation	*26,5*	679,9	—	61,0	935[1])	939 D
	7½ p	„ , Pirindsch Han	*23*	677,9	677,8	60,5		
2. Juli	7¼ a	Burghöhe Kutahia	16	666,1	—	759,4	1092	980 D
	11 a	Kutahia, Pirindsch Han .	24	675,9	—	5,94		
3. Juli	5½ a	„ „	15	675,8	975,8	58,6		

VIII. Kutahia—Uschak—Ischikli—Kutahia.

	8 40 a	Pafshöhe am Adjem Dag	16,5	636,6	—	58,3	1471	
	9 40 a	Tal	*19,5*	653,4	—	58,2	1248	
	9 55 a	Neogentafel-Höhe	*19*	646,1	—	58,2	1346	
	12¾ p	Grofses Tal . . .	23	661,6	—	58,0	1145	
	6 20 p	Tschawdirhissar .	23	672,2	—	57,1	992	890 T, 990 Lq(?) 990 B, 980 D
4. Juli	5½ a	„ .	9,5	672,9	673,0	58,4		
	9¾ a	1. Höhe der Strafse Tsch.-Gedis . .	16	660,3	—	58,6	1163	

[1]) Höhenmarke.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeresniveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
	10 5° a	1. Brücke üb. Tauschanlitschai .	*16*	669,8	—	58,5	1042	
	1¼ p	Pafshöhe	13	658,1	—	58,6	1194	
	5 p	Gedis, Han .	18	690,7	690,2	59,0	804	825 K
5. Juli	6½ a	„ „ . .	12	692,5	—	62,1		
	7¼ a	Andesitfels gegenüber der Stadt .	*14*	687,1	—	62,1	870	
	6 p	Schabhane	18,5	675,9	—	60,1	979	
6. Juli	5½ a	„	10	675,0	675,2	59,3		
	7½ a	Kammhöhe . .	*11*	628,8	—	59,3	1570	
	8½ a	Sattel zw. d. beiden Hochtälern .	*12*	Aneroid-Störung	606,1	59,3	1876	
	9½ a	Gipfel Ak Dag (bei Gedis)	12		591,4	59,2	2094	2700 D
	10¾ a	„ „ „ .	*13*		591,7	59,1		
	11 25 a	Untere Grenze des Marmors	*15*		612,3	59,1	1804	
	1½ p	Jaila	18		624,3	59,1	1637	
	4½ p	Gedis, Han . .	25	688,7?	686,3	58,6	804	
7. Juli	6¼ a	„ „ . .	16	691,9?	690,4	60,7		
	6¼ p	Tschukurören . .	16,2	666,8	666,7	61,3	1132	
8. Juli	5¾ a	Tschukurören . .	9	667,7	667,7	763,0		
	8¼ a	Sobalan Jailassi	*10,5*	634,8	634,8	63,1	1563	
	9½ a	1. Halt auf dem Kamm	10	592,0	592,0	62,7	2140	
	10½ a	Gipfel d., Murad Dag[1])	10,5	582,2	582,2	62,5	2281	
	12¾ p	Grofses Tal auf der Südseite	18	612,5	612,5	61,7	1845	
	3¾ p	Karadscha Hissar, oberes Dorf . .	22,5	651,6	651,6	60,2	1295	1396 D
9. Juli	6¼ a	„ „	11	—	650,8	59,3		
	8¼ a	Ebene von Baltaly	*17*	—	659,6	59,4	1190	
	9½ a	Höhe	20	—	654,4	59,2	1259	1365 D
	4¼ p	Uschak, Han, 1. St.	27,8	680,1	680,1	56,9	908	[960 – 1025] 760 T 850 D, 920 M? 905—950 B
11. Juli	5¼ a	„ „ „ „	16	680,2	680,2	56,8		
	7¼ a	1. Bach . . .	*22*	—	684,4	56,7	856	
	8½ a	Höhe vor Japaglar	*24*	—	675,7	56,7	969	
	9¾ a	„ hinter „	26	—	673,2	56,5	992	
	12 a	Banas Flufs . .	29,5	—	689,0	55,8	782	808 M (?)
	2¼ p	Sivasti	30	—	677,7	55,0	922	

[1]) Höchster Gipfel etwa 50 m höher.

Tag	Stunde		Lufttemperatur °C	Korrigiertes Aneroid No. 1113 mm	Korrigiertes Aneroid No. 3900 mm	Luftdruck im Meeresniveau mm	Berechnete Seehöhe m	Höhe aus anderen Quellen m
11. Juli	5½ p	Borgas	30	676,4	676,4	54,3	933	912 M (?)
12. Juli	5½ a	„	18	677,7	677,7	54,9		
	8¾ a	Sattel Borgas-Ischikli	26,5	—	673,5	55,5	997	1040 K
	1½ p	Ischikli	34	—	684,8	55,1	846	707 T,
	6½ p	Dervend, Han . .	24	—	677,0	54,3	941	878 Pu,
13. Juli	5¾ a	„ „ . .	16	679,9	679,9	57,9		715 R,
	5¾ p	Karagöl	16,5	—	638,1	57,3	1480	840 B
	6¾ p	Jagdschi	15,5	655,3	655,3	57,4	1256	
14. Juli	6¼ a	„	10	—	654,9	58,9		
	9½ a	Kar(?) am Karschak	11	—	620,5	58,7	1685	
	9¾ a	Karschak	*10*	—	609,5	58,7	1848	
	11¾ a	Jagdschi	17	—	654,1	58,5	1256	
	3¹⁰ p	Pafshöhe	12	—	624,6	758,0	1611	
	4¼ p	Baldji	*13*	—	636,8	57,8	1458	1150 M,
	7 p	Tschiflikköi . . .	14	—	655,2	57,6	1234	1297 T,
15. Juli	6 a	„ . . .	11	654,4	654,0	56,8		1184 D
	8¼ a	Pafshöhe der Eisenbahn	*14*	—	652,2	56,7	1263	1150 M,
	8½ a	Tumulus Teke . .	*14*	—	650,9	56,8	1281	1235 R,
	10½ a	Höhe	15,5	—	639,6	56,9	1432	1260 D
	12½ p	Agatschköi . . .	19	—	658,4	56,2	1178	
	4 p	Abia	18,5	—	668,0	55,7	1050	1070 D,
16. Juli	5 a	„	8	669,4	669,4	56,9		1001 D
	7²⁰ a	Höhe Abia-Gökzeler	11	—	659,7	57,0	1176	
	11¾ a	Adaköi	23,5	—	671,8	57,1	1022	
	1²⁰ p	Höhe nördlich Adaköi	21	—	657,3	57,1	1213	
	8¾ p	Kutahia, Pirindsch Han .	15,5	678,9	678,9	58,8		
17. Juli	6½ p	„ „	20	679,8	679,8	60,2		
19. Juli	6 a	„ „	9½	—	678,5	57,9		

IX. Kutahia—Afiun Karahissar.

9 a	Porsuk-Brücke . .	22	—	679,4	57,7	979	1002 D,
10²⁰ a	Höhe, Strafse n. Afiun Karahissar	*23*	—	666,0	57,3	1146	1020 D
12½ p	Ana Sultan . . .	26,5	—	667,3	56,5	1119	1155 D
3 p	Pafshöhe Dervend-Kedik	28,5	—	660,4	55,3	1194	1065 Lq,
6¾ p	Sevdiköi	24	666,1	667,0	54,8	1100	1210 D

Tag	Stunde		Lufttemperatur	Korrigiertes Aneroid No. 1113	Korrigiertes Aneroid No. 3900	Luftdruck im Meeresniveau	Berechnete Seehöhe	Höhe aus anderen Quellen
			°C	mm	mm	mm	m	m
20. Juli	5¾ a	Sevdikoi	14	—	667,0	55,6		
	7¾ a	1. Gipfel Kisledzik-tepessi	18	—	641,2	55,7	1436	
	9¼ a	Gipfel Elmali Dag	20,5	—	632,2	55,7	1557	
	12 a	Kadimursal . . .	28	—	660,0	55,0	1172	1120 R
	1³⁵ p	Talgrund	29	—	668,0	54.7	1061	
	5½ p	Eiret	30	—	663,4	753,7	1109	1070 Lq, 1086 D
21. Juli	5¼ a	„	12	6660	666,0	55,9		
	8 a	Pafshöhe Elbilak Dag	22	—	649,0	56,3	1334	
	10¾ a	Tschiftetschesme .	28	—	666,5	56,1	1098	
	1¾ p	Balmahmud . .	31	—	668,8	55,7	1062	
	4 p	Pafshöhe Balmah-mud-Afiun . . .	33	—	664,8	55,3	1111	1136 R, 1111 D
	9 p	Afiun Karahissar, Han	24	—	671,8	56,1	1029	900 T, 1027 Pu, 1060 R, 1080 K, 1008 D
22. Juli	9½ a	Afiun Karahissar, Station d. anatol. Bahn	29	—	675,2	57,1	1008[1])	
	11½ a	Afiun Karahissar, Han	29,5	—	673,2	56,7		
	2 p	Afiun Karahissar, Han	31	673,0	673,0	56,4		

[1]) Höhenmarke.