Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Geologische Skizze des Hochgebirgstheiles der Sierra Nevada in Spanien.

Von **Dr. Richard von Drasche.**

Mit 5 Tafeln (Nr. VII—XI).

Das höchste Gebirge der Iberischen Halbinsel mit Gipfeln, die selbst die Pyrenäen an Höhe übertreffen, liegt im äussersten Süden Spaniens, bekannt unter dem Namen der Sierra Nevada.

Sie bildet einen Theil des andalusischen Gebirges, welches Dr. M. Willkomm in seinem Werke: „Strand- und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation" in kurzen Strichen meisterhaft in seinen topographischen Eigenthümlichkeiten geschildert hat. Dieses Gebirgsland beginnt an der Westküste Spaniens südlich von Cadiz und zieht sich bis zur Ebene von Murcia in einer Ausdehnung von etwa 44 geographischen Meilen hin. Es is als eine gewaltige WSW.—NNO. streichende Hochebene zu betrachten, die gegen Norden zum Guadalquivir sich langsam abdacht.

Hauptsächlich im Süden sind diesem Plateau gewaltige Gebirgszüge aufgesetzt, die an der Mittelmeerküste mit ziemlich steilem Abfalle endigen. So bietet sich fast überall mit Ausnahme weniger kleiner Ebenen, an Flussmündungen gelegen, die Mittelmeerküste als ein steiles Gehänge dar.

Die Sierra Nevada, welche dem östlichsten Theile dieses Plateau aufgesetzt ist, ist ein langgestrecktes, wenig modellirtes Kettengebirge mit WSW.—NNO. Streichen.

Wir unterscheiden am besten eine Centralkette und die nördlichen und südlichen Vorberge. Die Hauptkette, welche wir als Sierra Nevada im engeren Sinne bezeichnen wollen (es wird im gewöhnlichen Sprachgebrauch auch nur dieser Theil als die Nevada bezeichnet, während die Vorberge stets mit ihren Specialnamen benannt werden), beginnt im Westen, knapp bei Granada, ziemlich steil und unvermittelt längs einer nord-südlich verlaufenden Linie. An ihrem Fuss liegt die brennend heisse Vega de Granada, die sich westlich bis gegen Loja ausdehnt.

Die Strasse, die von Granada nach Motril führt, zieht sich fast stets am Westabhange der eigentlichen Nevada hin.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Kaum im Westen begonnen, erreicht das Gebirge auch schon seine grössten Höhen im Monte Caballo, Picacho de Veleta und Mulahacen, um dann, sich nie mehr zu ähnlichen Höhen erhebend, langsam an Kammhöhe abzunehmen und sich östlich in der Provinz Almeria in einzelne niedere Rücken aufzulösen.

Im Osten kann der bei Hueneja an der Grenze der Provinzen Almeria und Granada entspringende Rio de Almeria als Grenze sowohl der Sierra Nevada im engeren Sinne als auch in der weiter gefassten Bedeutung angesehen werden.

Im Süden der Sierra bildet der Rio Grande, der sich westlich in den Guadalfeo ergiesst, eine natürliche Grenze gegen das Küstengebirge.

Weiter im Osten bezeichnet der in seinem Unterlauf in einem Längsthal fliessende Andarax die Grenze dieses Gebirges.

Die südlichen Vorberge zerfallen wieder ganz natürlich durch tief eingerissene Querthäler von West nach Ost in die Sierras Lujar, Contraviesa und Gador.

Die Sierra Lujar wird im Westen von den oben erwähnten Guadalfeo begrenzt, im Osten zum Theil durch den Rio de Torbiscon, geht aber südlich von ihm in die Sierra Contraviesa über, die ihrerseits wieder östlich von der tiefen Schlucht eines andern Rio Grande, der bei Adra in das Meer mündet, begrenzt wird. Im Osten dieses tiefen Risses erhebt sich bis zum Rio de Almeria die Sierra Gador.

Nicht so bequem und naturgemäss wie im Süden trennt sich im Norden die Sierra von ihren Vorbergen. Auf der westlichen Hälfte des Nordabfalls der Sierra erhebt sich ein schroffes Kalkgebirge, dessen südlicher Rand nördlich von Granada seinen Anfang nimmt und östlich bis Diezma zu verfolgen ist. Dieses im Grossen und Ganzen Sierra Jarana genannte Gebirge ist durch Parallelketten mit der Sierra in Verbindung. Weiter nördlich scheint sich dieses Gebirge, soweit ich nach vorhandenen Karten urtheilen kann, in zahlreichen Parallelketten unter verschiedenen Namen bis an die Grenze der Provinz zu erstrecken.

So unbestimmt die Grenzen dieses Kalkgebirges nach Süden sind, so schroff ist es nach Osten abgegrenzt.

Längs einer im Allgemeinen nord-südlichen nach West ausgebauchten Linie, die man von Diezma über La Peza bis nach Lugros ziehen kann, fällt das Kalkgebirge der Sierra Jarana und der sie mit der Nevada verbindenden Berge steil gegen die Ebene von Guadix ab, die nun längs des Nordrandes der Sierra an dieselbe herantritt.

Oestlich von Guadix taucht die langgezogene Sierra Baza aus der Hochebene auf, begleitet die Sierra, durch die Ebene getrennt, in einiger Entfernung und schliesst sich dann an die Sierra Filabres in der Provinz Almeria an.

So einfach wie die orographischen Verhältnisse gestaltet sich auch die Hydrographie der Sierra.

Die im Norden der Sierra entspringenden Flüsse eilen, vermöge der nördlichen Abdachung, dem Guadalquivir zu. Vor Allen ist der Rio

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Genil als der einzige im Sommer reichlich wasserführende Fluss hervorzuheben. Er entspringt an der Veleta und erreicht bei Granada die Ebene.

Ihm vereinigen sich oberhalb Senes die in einem Längsthal strömenden Aguas Blanquillas; der Darro ergiesst sich bei Granada in den Genil, ebendort auch der Monachil, der aus den zerklüfteten Kalkbergen der westlichen Sierra kommt. Bei Santafé vereinigt sich mit dem Genil noch der Dilar.

Die vielen, den grössten Theil des Jahres trockenen Wasserläufe in der Ebene von Guadix, deren bedeutendste der Rio Fardes und der Guadix sind, vereinigen sich alle in den nördlich strömenden, in den Guadalquivir sich ergiessenden Guadiana.

Alle Flussläufe am Südabfall der Sierra münden an der Mittelmeerküste; sie sind fast alle im Sommer versiegt. Es sind der früher erwähnte Rio Guadalfeo, der den Rio Zute und zahlreiche Querthäler der Sierra aufnimmt; der Rio Grande mit vielen Nebenläufen, der Rio Albuñol mit seinem breiten trockenen Bett und der vielquellige Rio de Almeria.

Unsere geologisch colorirte Karte umfasst das Hochgebirge der Sierra. Sie wird im Osten durch eine nordsüdlich verlaufende Linie begrenzt, die mit dem Gebirgsübergang von Zamborino und dem Rio Grande zusammenfällt. Im Norden begrenzt unsere Karte die Ebene von Guadix und die Sierra Jarana. Im Westen haben wir noch in das Bereich unserer Karte die Sierra Elvira und ein Stück der Vega de Granada einbezogen. In diesem Umfange dürfte der interessanteste Theil des Gebirges enthalten sein. Fast Alles, was sich von der Sierra in der Provinz Granada befindet, fällt in den Bereich der Karte.

Die topographischen Grundlagen zur Karte mussten theilweise erst geschaffen werden, da die unter Coello stehende topographische Aufnahme von Spanien noch nicht die südlichen Provinzen bearbeitet hat. Benützt wurden die Provinzkarten von Granada und Almeria von D. Martin Ferreiro und C. Vogel's Karte von Spanien im Massstabe von 1 : 1,500.000, ferner die Küstenaufnahme der spanischen Admiralität. Aus diesem Materiale und zahlreichen eigenen Beobachtungen stellte mein Reisebegleiter Herr Rudolf Pauk den topographischen Theil der beigegebenen Karte zusammen. Das Panorama von der Silla de los Moros, sowie die beiden in Farbendruck ausgeführten Bilder stammen ebenfalls von seiner geübten Hand.

Das auf der Karte dargestellte Terrain umfasst einen Flächenraum von etwa 50 geogr. Meilen. Der hier verwendete Massstab von 1 : 392.727 dürfte bei der verhältnissmässig geringen Anzahl von Begehungen vielleicht noch zu gross gewählt erscheinen, indess wären bei der Wahl eines kleineren Massstabes viele Detailbeobachtungen verloren gegangen.

Die auf der Karte angegebenen Höhen wurden von mir mit zwei Goldschmied'schen Aneroiden und mit einem Thermobarometer (von Casella in London) bestimmt.

Die Höhen wurden dann nach den bekannten Quecksilber-Barometerständen in Granada, dessen Höhe zu 686 M. bekannt ist, bestimmt. Mit dem Thermohypsometer, wo sich noch leicht 0·05 Grade

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ablesen lassen, erzielte ich sehr befriedigende Resultate. So gab z. B. das Instrument die Spitze der Veleta am 27. Juni zu 3490 M. und am 17. Juli zu 3467 M. an. Die Aneroide sind weniger zuverlässig; so zeigte Aneroid 2403 nach der Besteigung der Veleta bedeutende Differenzen mit 3174, der nur auf Höhen bis 2000 M. mitgenommen wurde und deshalb auch constanter geblieben war.

Obwohl von einigen von mir gemessenen Höhen gewiss genauere, mit Quecksilberbarometern ausgeführte Messungen existiren, so zog ich es doch vor, um das relative Verhältniss der Höhen, auf welches es mir hier hauptsächlich ankam, richtig zu erhalten, nur meine, mit ein und denselben Instrumenten ausgeführten Beobachtungen auf der Karte zu notiren.

Nur in solchen Fällen, wo keine eigenen Messungen vorhanden waren, benützte ich die fremden. Solche sind: Peñon de S. Francisco, Puerto de Vacares, Dornajo (Boissier), Cerrajon de Murtas, Sierra Lujar, Mulahacen (Clemente), Lagunas de la caldera (Bruguière).

Die Formationsgrenzen machen keinen Anspruch auf stricte Genauigkeit; zu einer solchen stand weder das topographische Material, noch die Zeit, um ein so grossartiges, unwegbares Gebirge in allen Theilen zu begehen, zur Verfügung. Eine derartige Genauigkeit in einem geologisch so wenig bekannten Terrain zu erreichen, kann nur das Resultat vieljähriger angestrengter Beobachtungen sein.

Was von früheren Forschern von der Sierra Nevada bekannt ist, wird im Laufe der Arbeit erwähnt werden.

Einige Arbeiten über dieses Gebiet, welche in der spanischen „Revista Minera“ und in dem „Boletin oficial del ministerio de Formento“ enthalten sind, konnte ich leider nicht consultiren, da es mir unmöglich war, dieses Journal zu verschaffen.

Thonglimmerschiefer und krystallinische Schiefer der Sierra Nevada.

Die eigentliche Sierra Nevada besteht zum grössten Theile aus Thonglimmerschiefern, die zum Theil sehr granatreich sind, und denen an wenigen Stellen in sehr geringer Mächtigkeit höher krystallinisch ausgebildete Schiefer eingelagert sind. Granit, Gneiss, Hornblendeschiefer treten auf unserer Karte nirgends auf und dürften auch überhaupt der Sierra Nevada vollständig fremd sein. Auf dieses Vorwiegen des leicht verwitterbaren Thonglimmerschiefers lassen sich leicht die langgezogenen, wenig Charakteristisches bietenden Contouren des Gebirges zurückführen.

Von welcher Seite immer man auch die Sierra betrachtet, stets erscheint sie als ein langgezogener, ziemlich steil aus West sich erhebender, langsam nach Ost abflachender Rücken; kaum dass die zwei höchsten Punkte, die Veleta und der Mulahacen sich von dem Kamme des Gebirges unterscheiden.

Charakterisiren wir zuerst mit wenigen Worten die Gesteine, um dann auf die Tektonik der Centralkette überzugehen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der Thonglimmerschiefer tritt in den verschiedenartigsten Ausbildungen zu Tage. Er ist stets von mehr oder weniger dunkler Farbe. Die gewöhnlichste Ausbildung zeigt nicht ebene, sondern bucklige Absonderungsflächen. Diese Schiefer sind ungemein mürbe; ein Hammerschlag auf einen grossen Block lässt denselben in ein Haufwerk von krummflächigen Flatschen zerfallen, die auf der gewölbten Fläche stets eine Art Seidenglanz zeigen. Es scheint, als ob die ganze Schiefermasse in sich selbst verrutscht wäre.

Die Absonderung ist jedoch mit der Schichtung parallel. Auf ähnliche Schiefer macht Heim in seinem epochemachenden Werke über den „Mechanismus der Gebirgsbildung" aufmerksam.

Diese Schieferart findet sich besonders ausgezeichnet im Thale des Genil, auf dem Gebirgs-Uebergang zwischen Calahorra und Ugijar. Stellenweise nehmen sie Granaten auf und sind dann oft auf ihren Ablösungsflächen davon übersäet. Diese rothbraunen Granaten erreichen nicht selten Durchmesser bis 8 Millim. Werden sie sehr klein, so entstehen den Knotenschiefern sehr ähnliche Gesteine, die sich indess immer leicht durch die Gegenwart dieses Minerales von denselben unterscheiden lassen.

Feingefältelte Schiefer mit ebenen Ablösungsflächen von lichter Farbe kommen selten vor, ja jene feinblättrigen Phyllite, wie wir sie z. B. im rheinischen Uebergangsgebirge treffen, vermissen wir vollständig.

Von Petrefakten ist keine Spur zu finden.

Die Schiefer sind von zahlreichen Quarzlinsen und Adern durchzogen, die sich stellenweise so anhäufen, dass oft mehr als die Hälfte desselben aus Quarz besteht. In Lagern tritt der Quarz selten auf, sondern meist in kleinen, sich schnell auskeilenden Linsen. Solche ganz mit Quarz durchflochtene Thonglimmerschiefer trifft man besonders schön an den Quellen des Genil. Hier zeigt auch der Schiefer schöne Transversalschieferung, die sich in Verbindung mit der Schichtung zu einer schönen scheiterförmigen Absonderung combinirt; eine Erscheinung, die ich nur noch an wenigen Orten in der Sierra beobachtete.

An einzelnen Punkten der Nevada, wo sich überhaupt eine Tendenz zu mehr krystallinischer Ausbildung des Schiefers kundgibt, treten, stets jedoch in ganz untergeordneter Stellung, Glimmerschiefer auf, die aus abwechselnden Lagen von weissem Quarz, Kaliglimmer und Talkschüppchen bestehen. Diese Schiefer führen zum Theil Granaten und gehen so in typischen Granatglimmerschiefer über. Auch reine Quarzitlager findet man an derartigen Stellen.

Ausser diesen krystallinischen Gesteinen tritt noch dem Thonschiefer eingelagert Serpentinschiefer auf. Ich fand solchen an zwei Stellen auf dem von Granada nach der Veleta führenden Camino de los Neveros. Unter dem Mikroskop im Dünnschliffe zeigt er, wie die von mir beschriebenen „serpentinartigen Gesteine", ein Netzwerk von leistenförmigen Krystallen.

Im Barranco de S. Juan, der in den Genil mündet, soll sich ein grosser Serpentinstock befinden, in welchem einst grosse Steinbrüche angelegt waren. Leider erfuhr ich von demselben erst nach meinem Aufenthalte in Andalusien, konnte ihn also nicht besuchen. Da mir

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

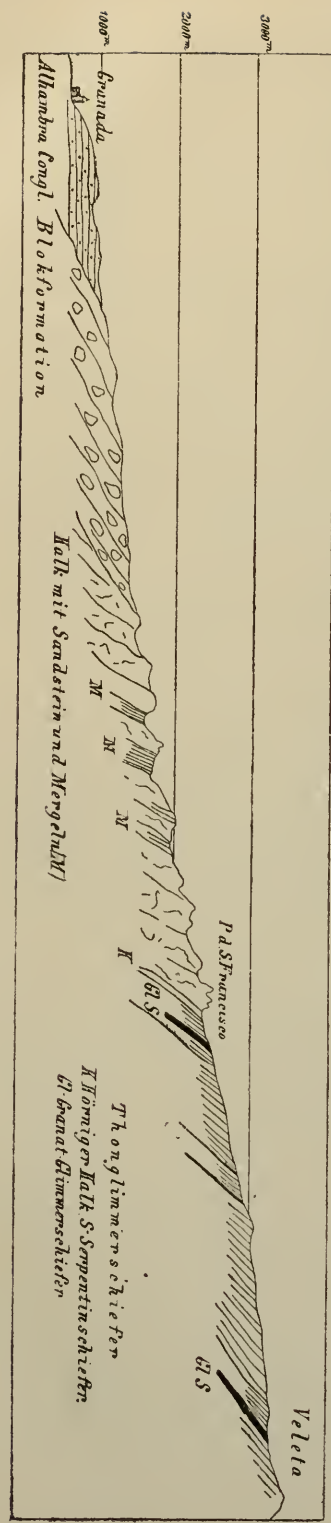


Fig. 1.

auch die Lage des Barranco unbekannt, so konnte ich nicht einmal dieses Vorkommen in die Karte eintragen.

Die krystallinischen Zonen im Thonglimmerschiefer sind auf der Karte speciell ausgeschieden, mussten jedoch der Deutlichkeit halber bedeutend breiter eingetragen werden. Am Camino de los Neveros verquert man deren, wie das beifolgende (beiläufig dreimal überhöhte) Profil zeigt, drei. Die Serpentinschiefer sind stets darin befindlich.

Die hier im Hangendsten des Schiefers befindliche Zone ist auch in derselben Lage wieder ober Huejar am Ufer des Genil erkennbar.

Bei einer genaueren Erforschung der Sierra werden sich sowohl neue krystallinische Zonen auffinden lassen, als auch wird es möglich sein, die Verzeichneten weiter zu verfolgen.

Das Fallen und Streichen der Schiefer lässt sich überall, wo nicht, was leider häufig ist, die Verwitterung grosse Schutthalden über das Gebirge geworfen hat, leicht constatiren, da die ganze Sierra mit Ausnahme weniger kleiner Wäldchen, die von der Devastation verschont geblieben sind, ein vollständig kahles Gebirge ist. Für den, der an eine üppige Vegetation gewöhnt ist oder der Wiesen und Matten sucht, kann es wohl kaum ein trostloseres Bild geben, als die nackte Sierra aus der glühenden Ebene auftauchend.

Dem Araber mögen die Palmen der Oase das Ziel seiner Träume sein, dem Andalusier werden in der Phantasie einige Bäume zu einem üppigen Wald, aber dem, der die Alpen gesehen hat, erscheint die Vegetation in den Barrancas der Sierra nur geeignet, die schreckliche Kahlheit des Gebirges in nur grellerem Lichte erscheinen zu lassen. Phönicier, Römer, Westgothen, Mauren haben sich hier um die Wette schon seit Jahrtausenden bemüht, jede Vegetation zu vernichten.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Doch wieder zurück von dieser Abschweifung, die sich unwillkürlich einem in der glühenden Sonne Andalusiens wandelnden Geologen aufdrängt.

Das Streichen und Verflächen der Schichten sind auf der Karte angegeben.

Wenn man über Huejar und Mina Estrella zum Fusse der Veleta geht, so findet man etwa eine kleine Viertelstunde hinter ersterem Dorfe die Schiefer anstehen. Sie fallen hier NNW. oder N. unter 30 bis 45 Grad.

Weiter gegen den Ursprung des Genil, dem Nordfuss der Veleta, fallen die Schichten unter flachem Winkel nach N.

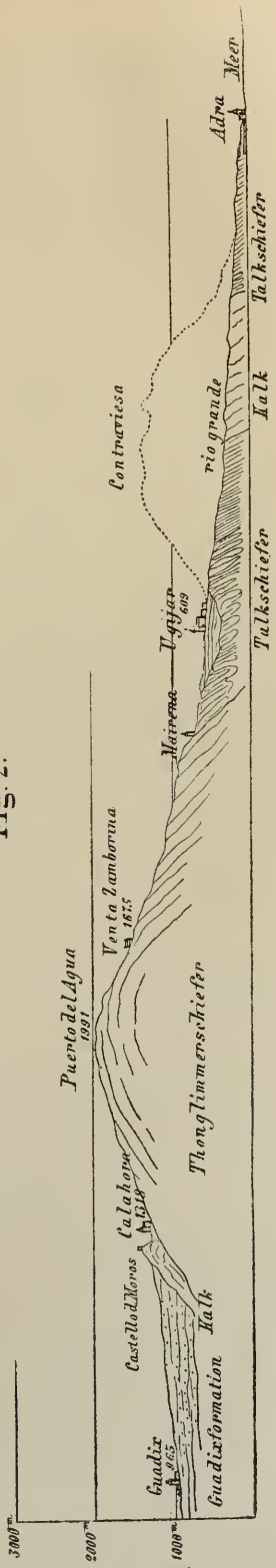
Schlägt man den Weg von Calahorra über den Pass von Zamborino nach Ugijar ein, so trifft man gleich hinter Calahorra die Thonglimmerschiefer mit NNO. und NO. Fallen unter 50 Grad. Die Schichten verflachen sich je höher man steigt, bei stets gleichbleibendem Streichen immer mehr. Hat man den höchsten Punkt des Passes passirt, so fallen die Schiefer weiter nach NNO., nehmen plötzlich weiter unten steiles O., dann wieder N. Fallen an; zeigen überhaupt grosse Störungen. Bald liegen sie aber söhlig und fallen dann unter 10 Grad nach SO. oder SW. Bei der Venta Zamborino tritt wieder eine Störung ein, indem hier die Schichten schwach nach Osten fallen, endlich aber am ganzen Südabhange bis Mairena südöstliches Einfallen zeigen.

Sehen wir von den Unregelmässigkeiten ab, welche sich südlich vom Pass zeigen, und welche bei geringem Fallwinkel keine grosse Beachtung verdienen, so bildet hier die Sierra ein flaches Gewölbe, dessen Wendepunkt jedoch nicht mit dem höchsten Punkte zusammenfällt.

Denselben Anticlinal-Bau der Sierra hat schon Hausmann beobachtet. (Ueber das Gebirgs-System der Sierra Nevada. Abhdlg. der k. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, I., 1838—1844, p. 261.)

Fig. 2 stellt einen nordsüdlich geführten Durchschnitt durch die ganze Sierra Nevada von der Hochebene von Guadix bis zum Mittelmeere dar. Auch hier wurde dreifache Ueberhöhung angewandt.

Längs des ganzen Südabhanges der Sierra lässt sich ein ähnliches Verhältniss wie hier constatiren.



Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Auf dem Wege von Orgiva nach Capileira stehen gleich hinter der Ventilla del Aire die flatschenartigen Thonglimmerschiefer in mächtigen Bänken mit S.—SSW. Einfallen an. Das Verflächen bleibt bis Capileira stets dasselbe.

Auf dem Wege von Durcal zum Cerro de Caballo sollen diese Schiefer ein westliches Fallen aufweisen.

Auf dem Wege der Neveros trifft man die Thonglimmerschiefer bald, nachdem man den Peñon de S. Francisco passirt hat; hier haben sie ein nordwestliches Einfallen, es bleibt sich bis zum Prado Redondo gleich, nur legen sich die Schichten je mehr man steigt, so dass sie an genanntem Orte etwa unter 15 Grad einfallen.

Das Einfallen der Schichten zeigt sich sehr schön, wenn man auf der Spitze der Veleta steht und nach Osten gegen die schroff abfallenden Berge Mulahacen (wäre eigentlich Muley Hassan zu schreiben) Alcazaba blickt. Ein Arm des Genil entspringt hier knapp am Südfusse der fast senkrecht nach Nord abfallenden Veleta. Er hat ein tiefes Thal ausgerissen, über dessen rechtseitigem Abhange der Mulahacen und Alcazaba mit steil abgebrochenen Schichtköpfen hervorragen. Erst bei der Mina Estrella verbindet sich der „Barranco de Guarnon" mit den von Osten kommenden Val de Infierno und Val de Casillas. Die obersten Theile des Picacho sind ein wüstes Haufwerk von riesigen Schieferblöcken.

Herr Pauk, der einmal die Veleta vom Corral de Veleta bestieg, fand oberhalb desselben grosse Blöcke aus reinem Spatheisenstein, die noch höher Gänge im Schiefer bilden müssen. Zwischen Huejar und Estrella sind zahllose Stollen auf solche Vorkommen getrieben; die meisten sind aber im Verfall.

Bei der Mina Exploradora sah ich mächtige Eisenspathgänge, die mit Schwefel-, Kupfer- und Arsenikkies durchsetzt waren. Taf. XI ist vom Gipfel des Picacho gezeichnet und zeigt gut den Barranco de Guarnon und die östlichen Gebirge.

Aus unseren Anführungen über die Lagerung der Schiefer ergibt sich, dass sie im Westen eine nach N., W. und S. abfallende halbe Kuppel bilden, die sich weiter gegen Osten als flache Anticlinalfalte fortsetzt.

Die Grenze der Schiefer dürfte auf unserer Karte der Natur ziemlich genau entsprechend eingezeichnet sein; nur zwischen Capileira und Mairena, welche Strecke mir unbekannt ist, musste sie dem allgemeinen Streichen nach gezogen werden.

Die Talkschiefer und Kalke.

Wenn man von dem Passe des Puerto del Agua gegen Süden herabsteigt und stets im einförmigen Thonglimmerschiefer fortschreitet, so wird man hinter Mairena plötzlich durch einen auffallenden Gesteinswechsel überrascht. Vor sich hat man ein Haufwerk von aufgelöstem Talkschiefer, der durch seine grellroth und violetten Färbungen sich, so weit das Auge reicht, prächtig von dem dunklen Thonglimmerschiefer unterscheidet. Ebenso plötzlich und mit denselben charakteristischen Eigenschaften, wenn auch nicht so zersetzt, treten die

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Talkschiefer auf, wenn man von Capileira gegen Orgiva wandert. Knapp bei der Ventilla del Aire verlässt man hier das Thonschiefergebiet und befindet sich in den vielfarbigen mürben Schiefern.

Eine bestimmte petrographische Beschreibung dieser Schiefer ist wegen ihrer ausserordentlichen Verschiedenheit unmöglich. Bald sind sie grün, bald violett, roth oder braun. Manchmal werden sie stark thonig und gehen so stellenweise in Thonglimmerschiefer über; niemals aber fällt es schwer, sie von dem Thonglimmerschiefer der Sierra zu unterscheiden, der nie so ebenflächige und ausgezeichnete Absonderung zeigt.

Die Talkschiefer sind meist mit zahlreichen Quarzlinsen- und Lagern vergesellschaftet.

Talkschiefer in schöner typischer Ausbildung tritt oberhalb Adra auf. Er ist hier sehr feinblättrig und von schön smaragdgrüner Farbe mit Seidenglanz.

Mit diesen Schiefern in inniger Verbindung finden wir gewaltige Kalkmassen, über deren Verhältniss zu den Schiefern ich lange Zeit im Zweifel war.

Es sind graue bis weisse, bald dichte, bald krystallinisch ausgebildete Kalke, welche nicht allein in geringer Mächtigkeit vorkommen, sondern auch die ganze Sierra Lujar und grosse Theile der Contraviesa zusammensetzen. Sie sind das Muttergestein der Bleiglanze, welche in den zahlreichen Bergwerken auf den Sierras Gador und Lujar seit undenklichen Zeiten ausgebeutet werden. Ein deutliches Bild über das rasche Abwechseln der Kalke mit den Schiefern gewinnt man auf dem Wege von Castillo de la Rabida an der Küste nach Torbiscon, einer der Dörfer der Alpujarras.

An der steilen Küste sieht man überall Talkschiefer mit starkem Einfallen nach Süd (siehe Fig. 3). Erreicht man die Rambla de

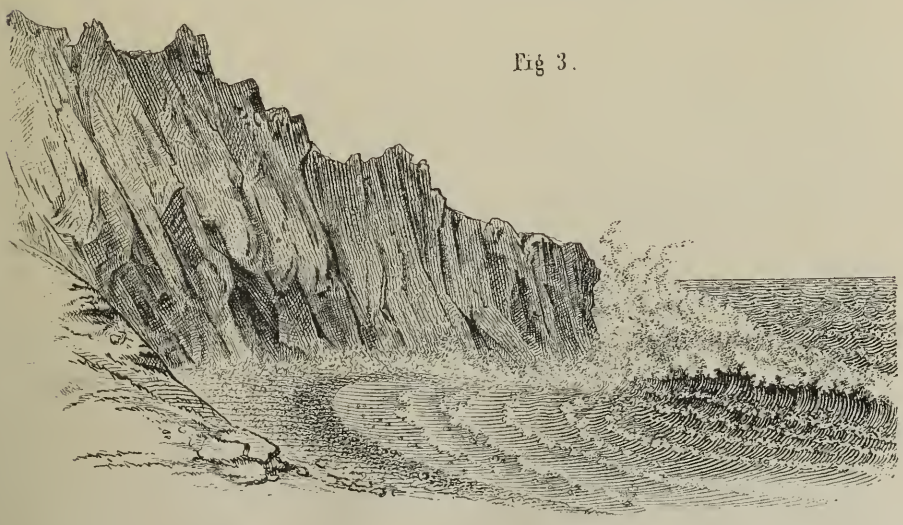


Fig 3.

Albuñol, so fallen sie schwach nach SO. Albuñol selbst steht auf einem mürben, gelblichen, sehr verwitterten Kalkstein. In diesem liegt östlich

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vom Orte die berühmte Höhle, in welcher prähistorische Reste gefunden wurden. Sobald man Albuñol am rechten Ufer der grossen, von senkrechten Felswänden begrenzten trockenen Rambla (so nennt man in Spanien jene trockenen Flussbette, die nur von Zeit zu Zeit nach einem Wolkenbruch mit einer Alles mit sich reissenden Wasserfluth sich füllen, die bald wieder ohne Segen für das Land verschwindet), verlässt, tritt grauer, krystallinischer Kalk auf, der jedoch bald einem mürben Talkschiefer mit SO. und SSO. Fallen Platz macht. Der ganze, dicht mit Wein bebaute südliche Vorberg der Contraviesa, von dem man eine entzückende Aussicht geniesst, besteht aus thonigem Talkschiefer. Steigt man von diesem Berg nach N. herab, so gelangt man wieder in die Rambla von Albuñol, die man vorher verlassen hat, und die oberhalb Albuñol sich im rechten Winkel nach West wendet. Der viel kürzere Weg durch die Rambla ist wegen enormer Geröllmassen, die sich bei den letzten Herbstgewittern hier anhäuften, ungangbar. In der Rambla findet man wieder graue Kalke anstehend und übersteigt nun die eigentliche Contraviesa, deren Passhöhe durch die Venta de Caparo bezeichnet ist. Der südliche Abhang der Contraviesa besteht aus thonig-talkigen, sehr verworfenen Schiefern. Der Nordabhang, den man am rechten Gehänge der tief eingerissenen Rambla de Torbiscon hinuntersteigt, bietet einen stetigen Wechsel von grauen, nicht sehr mächtigen, krystallinischen Kalkbänken und stark zerquetschten Talkschiefern. Knapp vor Torbiscon überschreitet man noch eine mächtige Kalkmasse. Ein hoher Kalkfels inmitten der Rambla hat den verheerenden Steinfluthen Widerstand geleistet.

Der Talkschiefer ist an dem nördlichen Abhang der Contraviesa so verwittert, dass man knöcheltief in weissem Staube einsinkt.

Ist schon diese Quertour dazu angethan, die Ueberzeugung hervorzurufen, dass die Kalklager den Talkschiefern eingelagert sind, so wird diese Ansicht nur noch mehr bestätigt, wenn man von Torbiscon über Lanjaron und Velez nach Motril geht. Die Rambla von Torbiscon mündet in die in den Guadalfeo mündende Rambla des Rio Grande. Letztere öffnet sich, nachdem sie sich in zahlreichen scharfen, von senkrechten Felsen begrenzten Windungen durch das Gebirge Bahn gebrochen hat, vor Orgiva in ein weites Thal, wo die stürmischen Wasser ihre Geröllmassen ausbreiten konnten.

Die Uferwände bilden ein wildes Durcheinander von in Talkschiefern hineingepressten und gequetschten Kalksteinbänken. Dieser Kalk ist bald körnig, bald dicht, dunkel mit weissen Adern und in schönen Platten brechend.

Irgend ein Streichen oder Verflächen der Schichten hier aufzuzeichnen ist eine Unmöglichkeit. Bei Orgiva, wo der Weg eine Anzahl tiefer Ramblas verquert, die in den Rio Grande münden, werden die Schiefer einige Zeit durch Schuttmassen verdeckt; bald aber kommen auf dem Wege nach Lanjaron wieder Talkschiefer und Kalklager zum Vorschein. Kurz vor Lanjaron erscheint ein mehr als 100 Fuss mächtiges Kalklager mit westöstlicher Ausdehnung, das mit steilen Wänden gegen den Abhang fällt, auf den das reizende, in einem Orangenhain liegende Lanjaron (der schönste Ort der Sierra) erbaut ist. Dieser Kalk ist zum Theil grau und körnig, zum Theil marmorartig. Ver-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schieden gefärbte Lagen bilden vielfach gekrümmte bandartige Zeichnungen in demselben. Die Abhänge von Lanjaron, sowie das Thal zwischen demselben und der steilen Kalkmauer bestehen aus Talkschiefer. Einige hundert Schritte westlich vom Dorfe strömen aus einer kleinen Rambla heisse, Schwefel führende Quellen.

Wie ungemein lose und zersetzt die Talkschiefer sind, beweist, dass das auf Talkschiefer erbaute Badehaus durch Rutschungen der Schiefer gänzlich zerstört wurde, bevor es noch dem Gebrauche übergeben werden konnte. Zwischen der Rambla, in welcher sich die Quellen befinden, und einer zweiten, etwas weiter westlich gelegenen, stehen merkwürdige, ganz locale Kalkbreccien an. Weisse krystallinische Kalkbruchstücke werden durch ein eisenhaltiges Kalkbindemittel verkittet. Zahlreiche Adern von schön fasrigen Aragonit durchziehen die Breccie. In den Hohlräumen findet man auch oft Aragonit-Nadeln in Bündeln auskrystallisirt. Mir machte das Ganze den Eindruck einer Quellbildung.

Gleich hinter der westlichen Rambla tritt wieder der graue, krystallinische Kalk auf, der hier oft viele schwarze Kalkbruchstücke eingeschlossen enthält. Nun kommt ein Complex von dünnen Talkschiefer- und Kalklagern, die, oft kaum einen Fuss mächtig, mit einander abwechseln. Die Kalke gehen oft durch Aufnahme von Glimmer in Cipollin über. Das Fallen ist unter 15 Grad nach W. und WSW.

Wenn je noch Zweifel über das Verhältniss der Kalke zu den Schiefern obwalten, so müssen diese hier verschwinden. Dort, wo die Strasse in steilen Serpentinen nach Tablate führt, treten wieder reine Talkschiefer ganz zersetzt auf. Auf der Strasse nach Motril trifft man gleich beim ersten Tunnel sehr schön den Wechsel der Kalk- und Schieferlagen aufgeschlossen.

Thalabwärts gehend kommen wieder thonige Talkschiefer, die mit viel Quarzlinsen durchwirkt sind. Gleich unterhalb Velez tritt eine gewaltige Kalkmasse an der Strasse zum Vorschein. Es ist ein gelber, poröser Kalkstein. Die Bänke, die ihn zusammensetzen, liegen fast horizontal und sind am Ufer des Guadalfeo gut aufgeschlossen. Dieser Kalk setzt die ganze Sierra Lujar zusammen, an deren Westfuss sich das hübsche Dorf Velez befindet.

Der Bergrücken, den die Strasse, nun den Fluss verlassend, überschreitet, wird von feinblättrigen, thonig-kalkigen Schiefern zusammengesetzt, die keine Kalkeinlagerungen führen.

Etwa eine halbe Stunde vor Motril treten die Berge in einem Halbkreis zurück; ein hoher Fels links vom Wege nach Motril, der Cerro de Guardia, besteht aus Kalk, sein Fuss wird aber wieder von Schiefer gebildet.

Die ganze Strecke zwischen Tablate und Motril ist total vegetationslos und geradezu trostlos zu nennen.

Die glühende Hitze, die vom Gebirge zurückstrahlt, der unerträgliche Staub der zersetzten Schiefer machen das Reisen durch diese Gegend, in welcher es nur schlechtes Bitterwasser gibt, geradezu zu einer Höllenpein. Verkrüppelte, bestaubte Feigenbäume und strauchartige Chamaerops sind die einzigen Vertreter des Pflanzenreiches.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das Fallen der Schichten schwankt zwischen SW., S. und SO. Dasselbe Fallen zeigen die Schiefer auf dem bis zur Küste sich erstreckenden Rücken, der die grosse Ebene von Motril und die kleinere von Calahonda trennt. Knapp bei dem guten Hafen Calahonda tritt wieder eine mächtige Kalkpartie auf, die gegen West und Süd steil in das Meer fällt. Im Norden des Fischerdorfes führt ein steiler Pfad über das Kalkgebirge nach Gualchos. Hier soll nach de Verneuil und Collomb (Bulletin, Bd. X, 2. s. p. 85) Nummulitenkalk vorkommen.

Im Westen der Sierra Lujar, schon ausserhalb unserer Karte, liegt die Sierra Almijara, die eine natürliche Verlängerung der südlichen Vorberge der Nevada bildet; sie besteht ebenfalls aus Talkschiefern und eingelagerten Kalken.

Ein interessantes Vorkommen in unserer Formation trifft man zwischen Orgiva und der Venta del Aire. Man steigt hier ein gutes Stück die tief eingerissene Rambla de Orgiva hinauf; überall röthliche Talkschiefer, zwischen denen sogar an einzelnen Stellen reine Speckstein lager vorkommen. Zwei schöne Kalklager sind vor Saportujar diesen Schiefern eingelagert. Hinter diesem Orte trifft man wieder auf ein schönes Kalklager. Das Gestein bricht in schönen dünnen Platten und hat SSW. Fallen. Im Hangenden werden diese Kalke massig und endlich in schönen Rotheisenstein umgewandelt. Dieses Erz ist fast eine halbe Stunde lang bis zur Venta del Aire zu verfolgen. Stellenweise tritt wieder dazwischen reiner Kalk auf. Es ist kein Zweifel, dass hier eine allmälige Umwandlung des Kalkstein durch eisenhaltige Gewässer erfolgt hat. Deutlich lässt beobachten, wie sich die Erzsubstanz in Adern und vereinzelnten Putzen, die noch frischen Kalk eingeschlossen haben, verbreitet und das ursprüngliche Gestein metamorphisirt hat.

Am östlichen Ende unserer Karte zwischen Ogijar und Adra ist die Einlagerung des Kalkes in die Talkschiefer weniger deutlich ausgesprochen. Unterhalb Ogijar in der Rambla des Rio Grande, welche man bis Adra verfolgt, steht Talkschiefer mit zahlreichen Quarzflasern mit Fallen nach S. an. Diese Schiefer sind ausserordentlich gepresst und gestört.

Etwa eine halbe Stunde unterhalb Ogijar findet man Quarzbreccien mit kieseligem Bindemittel. Grosse Blöcke davon liegen in der Rambla. Die Quarzgerölle sind oft hohl; ich konnte leider nicht über die Stellung dieser Gesteine zu den Schiefern mir ein Urtheil bilden. Ansted erwähnt in seinem Aufsatz „On the Geology of Malaga and the southern part of Andalusia (Quaterl. Journ. Bd. 15, 1859, p. 585) eines Quarz-Conglomeraten bei Malaga, „composed of Quarzpebbles cemented by a quartzose paste with sand". Dieses geht nach ihm unvermerkt in die metamorphischen Schiefer über. Es scheinen diese Gesteine auch bei Malaga in den hangenden Partien vorzukommen, da Ansted im Quaterly Journ., 1858, p. 130, von unten nach oben unterscheidet: 1. Granat- und Thonschiefer, 2. Schiefer, die bei Malaga in Quarz-Conglomerate übergehen. Pauk hat ähnliche Conglomerate oberhalb der Rambla Seca und im Valle de Lecrin gefunden.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bei der Venta, die am Flusse unterhalb Benimar liegt, erscheint nun plötzlich der Kalk. Er ist von dem Schiefer durch eine deutliche Spalte geschieden, die wohl nicht als Verwurf, sondern als Werk der Erosion zu betrachten ist. Der Kalk ist hier zum Theil schiefrig, von grauer Farbe mit zahlreichen weissen Adern.

Trotz vielen Suchens konnte ich auch keine Spur von Petrefacten finden; vielleicht wird ein Nachfolger glücklicher sein. Sowie die Rambla das Kalkgebirge betritt, verengt sie sich und wird manchmal kaum 20 Meter breit und von hohen senkrechten Wänden eingeschlossen. In endlosen kurzen und scharfen Zickzackwindungen durchbricht sie das Gebirge. Sehr merkwürdig sind in diesem trockenen Flussbette die bis zu Höhen von 4 Meter über der Sohle erodirten und polirten Felsen, die zahlreichen kleinen Riesenkessel, und ähnliche Beweise einer heftig wirkenden Wasserkraft. Wenn wir uns befragen, ob es möglich ist, dass diese Erosionswirkungen erzeugt werden durch die jährlich nur wenige Tage nach heftigen Wolkenbrüchen die Rambla füllenden Wasser, so möchte ich fast dies verneinen. (Die Bewohner in der Nähe des Rio Grande erzählten mir, dass oft zwei Jahre vergehen, bevor die Rambla durch heftige Gewitter sich füllt, aber dann nach wenigen Tagen wieder so trocken wie früher ist.) Es drängen im Gegentheil alle Thatsachen auf die Annahme eines unendlich grösseren Wasserreichthums der Sierra in vergangener Zeit hin.

Die Kalke in der Enge sind ausserordentlich gestört und zeigen zahllose Knickungen und Schlingen. Oestlich von ihnen erwähnt Hausmann (a. a. O.) einen Gypsstock. Dort, wo weiter südlich der Talkschiefer von Neuem auftritt, erweitert sich gleich die Rambla.

Sehr interessant ist, dass hier plötzlich zahlreiche Quellen hervorbrechen, die sich in kurzer Zeit in einen ganz ansehnlichen Bach vereinigen. Schön gefärbte, glänzende Talkschiefer stehen nun fort bis Adra an.

Fassen wir nun Alles zusammen, was wir von dem der Sierra im Süden vorliegenden Talkschiefer und Kalken wissen: Auf dem Thonglimmerschiefer des Südabhanges der Sierra Nevada lagert concordant mit durchschnittlich nach Süd gerichtetem Fallen ein Talkglimmerschiefergebirge, das sowohl mit Kalkbänken wechsellagert, als dem auch grosse Kalkmassive eingelagert sind. Diese letzteren setzten die grössten Erhebungen der südlichen Vorgebirge zusammen. Der ganze Schichtencomplex ist durch keinerlei Uebergänge mit den Thonglimmerschiefern der Sierra verbunden, in welch' letzteren ich auch nicht das kleinste Kalklager nachweisen konnte.

Gehen wir nun zum West- und Nordabhange der Sierra über und untersuchen wir, ob wir auch hier Vertreter der soeben beschriebenen Formation antreffen.

Auf der Strasse von Beznar nach Granada sieht man bei Durcal zerklüftete Felsmassen sich der Strasse nähern. Die beim Dorfe mündende Rambla Seca bricht sich durch diese zackigen Felsmassen ihren Weg in die Vega. Es sind bläulich weisse, ganz zerklüftete dolomitische Kalke. In der Hand gedrückt, zerfallen sie in eckigen Gruss. Die Spalten zwischen den eckigen, kaum bohnengrossen Stückchen sind mit einer weissen, pulvrigen Substanz erfüllt. Diese Kalke passirt man

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ein gutes Stück, wenn man von Durcal aus den Cerro de Caballo besteigt, Bei Padul schicken die Kalke einen flachen Rücken nach West. Es sind hier jedoch keine reinen Kalke mehr, sondern röthlich gefärbte Kalkbreccien. Bei Padul scheint die Kalkzone an der Westseite der Sierra ihre grösste Breite erreicht zu haben. Auf dem Wege der Neveros ist sie schon bedeutend schmäler, hier trifft man erst in ziemlicher Höhe den Kalk. Es ist dasselbe, bläuliche, weisse, zerklüftete Gestein, was bei Beznar ansteht. Es fällt unter 20—30 Grad nach Nordwest.

Weiter oben gegen den Peñon de S. Francisco ist der Kalk petrographisch mit den im Talkschiefer eingelagerten dünnen Bänken gleich: von grauer Farbe, feinkörnig bis dicht, plattig, von zahllosen weissen Adern durchsetzt. Oft sucht man vergebens nach Schichtung, dann tritt wieder plötzlich ein nur wenige Meter mächtiges Lager von Kalkschiefer auf, wo die einzelnen Platten oft nur pappendeckeldick sind.

Die schöne Plattung wird auch oft in den massigen Kalken durch abwechselnd schwarze und weisse Bänderung angedeutet. Von grosser Bedeutung sind aber in diesem Kalke Einlagerungen von sandig-mergeligen Schiefern, die oft in feinkörnige, plattige Sandsteine übergehen, welche sich durch nichts von unseren gewöhnlichen Werfener-Schiefern und Sandsteinen unterscheiden. Diese Gesteine besitzen meist grelle Farben (violett und roth), so dass es möglich ist, sie schon von Weitem zu erkennen; sie liegen vermöge ihrer leichten Verwitterbarkeit in Halden auf der Oberfläche. Da der Nevero-Pfad auf dem Rücken läuft, der nördlich vom Genil, südlich vom Monachil begrenzt wird, so hat man auf dem ganzen Wege stets einen guten Ueberblick. An der Form des Gebirges kann man auf weite Strecken hin leicht constatiren, wo der Kalk aufhört und die Thonglimmerschiefer beginnen. Im Süden erhebt sich der schroffe Gipfel des Trevenque, der aus einer Unzahl spitzer Klippen hervorragt. Schon von Alhendin, an der Granada-Motril-Strasse gelegen, hat man einen Einblick in diesen romantischsten und wildesten Theil der Sierra, durch welchen sich der Monachil und Dilar ihren Mittellauf erzwungen haben.

Der Weg führt über den Fuss des Dilar, wo sich die Fuente de la Vibora, eine ausgezeichnete Quelle, befindet, und des zackigen Peñon de S. Francisco vorüber. Der Kalk zeigt stets NW. Fallen.

Hat man den Peñon passirt, so erscheint auf kurze Zeit körniger Kalk mit Glimmerblättchen und gleich darauf die erste krystallinische Zone der Nevada-Schiefer. (S. Fig. 1.)

Noch schmäler wird die Kalkzone im Durchschnitte des Genil-Thales.

Etwas unterhalb Huejar treten in mächtige Bänke gelagerte Kalkbreccien auf, mit Fallen nach NW. und NO. Zwei Kalkvarietäten, ein schwarzer dichter und ein weisser krystallinischer setzen sie zusammen. Im Liegenden oberhalb Huejar werden die Kalke schwarz und plattig, von weissen Adern durchzogen; unter ihnen taucht bald die erste krystallinische Zone der Sierra auf, an deren Contact wieder körniger Cipollin auftritt.

Nördlich von Huejar gewinnt nun das Kalkgebirge immer mehr und mehr an Ausdehnung.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Das ganze Gebirge von der Sierra Jarana bis zum Genil ist Kalk.

Zur näheren Orientirung führe ich hier zwei von mir unternommene Touren an.

Die Strasse von Granada nach Guadix führt zwischen Huetar Santillan und Diezma stets im Kalk. In der Barranca von Santillan nähert sich der Kalk von Norden und zieht bald hinter dem Dorfe quer über die Strasse nach SO. Dieser Kalk ist von weisser Farbe und krystallinisch. Die Sierras Alfacar und Jarana, die steil nach Süd abfallen, bestehen aus demselben. Bis zu den Dientes de la Vieja, dem höchsten Punkt der Strasse, wo dann der Weg in steilen Serpentinen bis zur Venta de Molinillo führt (hier entspringt der östlich laufende Rio Fardes), behält der Kalk denselben petrographischen Charakter bei. Hier treten nun wieder jene eigenthümlichen rothen und violetten Mergel und Sandsteine demselben eingelagert auf und gehen zum Theil in feinblättrigen, talkigen Thonschiefer über. Ueberall an den Abhängen der Berge erkennt man die Gegenwart dieser Schiefer durch zerstreute farbige Flecken. Eine Stunde unterhalb Molinillo kann man die Einlagerung in den Kalken sehr deutlich beobachten. Je weiter nach Osten, desto mehr verliert der Kalk sein weisses, krystallinisches Aussehen, er wird dicht und dunkel. Der Rio Fardes hat ein Stück die weichen Schiefer zu seinem Bette ausgehöhlt. Unterhalb Diezma endet die Kalkformation mit einem steilen Abhange; tief unten breitet sich die Ebene von Guadix aus.

Weiter südlich wurde von mir die Kalformation zwischen Guenta La Peza und Lugros durchschritten; hier sind interessante Aufschlüsse. Eine halbe Stunde oberhalb Guenta findet man den bröckligen dolomitischen Kalk anstehend, den wir schon vom Camino de los Neveros und Beznar kennen. Bald erscheinen dichte massige Kalksteine, denen schöne graue Plattenkalke mit weissen Adern eingelagert sind, ausserdem beobachtete ich noch eine wenig mächtige Einlagerung eines flasrigen, sehr gefältelten Thonglimmerschiefers. Der Kalk bildet hier überall sehr groteske, malerische Formen; der kleine Bach „Aguas blanquillas“ hat sich durch eine enge Quebreda durchgewühlt. Die schönen Plattenkalke an einer der Quellen dieses Baches zeigen NNW. Fallen unter 75 Grad. Der Weiler Tokon liegt mitten in diesem Gebirge. Um von Tokon in das bei La Peza mündende Längsthal zu kommen, überschreitet man einen sehr zerklüfteten Rücken aus schönen krystallinischem Kalk. Kommt man in das trockene Bett, so findet man in dem nun grauen, dichten Kalkstein mächtige Lager von Thonglimmerschiefer. Der Kalk hat meist Nordwest-Streichen mit nördlichem Fallen, der Weg nach La Peza durchschneidet drei solche Einlagerungen. An beiden Gehängen des Thales lassen sich die Schiefer durch ihre dunkle Färbung und ihre runden Formen gut von den Kalken schon von der Ferne unterscheiden.

La Peza selbst und der Castillo de los Moros stehen auf Kalk.

Wendet man sich von hier südlich gegen Lugros, so erklimmt man zuerst einen Kalkrücken, um in ein mit Kiefern und immer grünen Eichen bewachsenes Thal hinabzusteigen (der einzige bewaldete Punkt, den ich kennen lernte). Hier treten nun wieder im Kalke jene bunten Mergel und Sandsteine auf, die wir schon von Camino de los Neveros

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und von Molinillo kennen. Sie haben ein nördliches Fallen. Die Einlagerungen sind hier ungemein häufig, aber wenig mächtig. Weiter südlich gegen die Nevada zu treten Quarzitschiefer, und endlich ein schmaler Streif Talkschiefer auf. Bei Lugros hat man die Thonglimmerschiefer der Sierra erreicht.

Wie man auf der Karte sieht, bricht die Kalkformation in einem nach West gekrümmten Bogen steil gegen die Ebene von Guadix ab. Die südliche Begrenzung letzterer bilden unmittelbar die Sierra-Schiefer. Schon das plötzliche Abbrechen des Gebirges lässt vermuthen, dass sich unterhalb der Ebene von Guadix dasselbe noch fortsetzt. Diese Vermuthung wird vollkommen durch einige vereinzelte Kalkhügel bestätigt, welche man knapp am Rande der Sierra-Schiefer antrifft. Es sind dies die Hügel von Alquife und Calahorra, beide von Maurenschlössern gekrönt. Der in dicken Bänken abgesonderte Kalkstein von Alquife fällt allseitig (?) vom Hügel ab, scheint also eine Art Kuppe zu bilden; er ist durch seine Eisenführung hochinteressant. Er wird von bis 5 Meter breiten Brauneisensteingängen nach allen Richtungen durchschwärmt. Bis in die feinsten Adern verzweigen sich die Erzgänge in dem Gestein, oft intacte Kalkpartien einschliessend. Grosse Höhlen rühren wahrscheinlich von der Ausbeutung dieser Lager seit uralten Zeiten her. Der Kalkstein ist von zahlreichen senkrechten Klüften durchzogen, die oft parallel mit den Erzgängen streichen.

Man kann nirgends die Metamorphose des Kalks durch eisenhältige Gewässer besser studieren als hier.

Der Bergbau auf diese Erze wird wegen Mangel an Brennmaterial zur Schmelzung der Erze nicht betrieben.

Von Alquife aus, immer den Rand des Thonglimmerschiefergebirges verfolgend, stösst man bei Calahorra auf einen anderen Kalkhügel, auf welchem das besterhaltene Maurenschloss in der ganzen Sierra steht. Der Kalk ist in schönen massigen Bänken geschichtet. Zu unterst liegt eine grobe Kalksteinbreccie, dann folgen graue bis schwarze Kalke, die lichtgrau verwittern und von zahlreichen Quarzadern durchsetzt sind. Diese Kalke fallen nach NO. unter 15 Grad.

Von diesem Kalkhügel nur durch eine kurze Distanz geschieden, liegt östlich ein anderer viel höherer, etwas weiter nach Norden vorgeschobener Kalkrücken, der sich noch weiter nach Osten erstreckt. Seine Ausdehnung nach dieser Richtung ist mir unbekannt.

Das Dorf Calahorra ist zum Theil auf Kalk, zum Theil auf Schiefer erbaut.

Wir sehen in der Ausbildung der Kalk- und Talkschiefer einen bedeutenden Unterschied zwischen dem Norden und Süden der Sierra.

Im Süden halten sich Kalk und Talkschiefer so ziemlich das Gleichgewicht, eher wiegt letzterer vor.

Im Westen tritt der Talkschiefer zurück und verschwindet im Norden fast ganz. Dafür finden wir aber dem Kalke eingelagert sandsteinartige und talkige Schiefer; diese fehlen übrigens dem Süden auch nicht ganz, denn ich konnte solche bei Notai (Notaez?) nördlich von Torbiscon im Kalke, der dort Zinnober- und Kupferlazur-Erze führt, nachweisen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eine Frage, über welche ich mir keine bestimmte Meinung bilden konnte, ist die, ob die den Talkschiefern eingelagerten Kalke gleichaltrig mit denen des Westen und Nordens sind. Ein durchgreifender petrographischer Unterschied lässt sich nicht finden; jedoch wiegen entschieden in jenen Kalken, die nicht den Talkschiefern eingelagert sind, die krystallinischen, weissen Kalke vor; wenn uns bei dem vollständigen Mangel an Petrefacten auch noch die petrographischen Merkmale im Stiche lassen, so sieht es mit einer Altersbestimmung wohl sehr übel aus. Ich habe nichtsdestoweniger die den Talkschiefern nicht eingelagerten Kalke von den übrigen durch die Farbe unterschieden, und auch die von mir beobachteten Stellen der Einlagerung von sandigen Mergeln hervorgehoben.

Was nun die eingelagerten Kalke betrifft, so variiren sie in ihrer petrographischen Beschaffenheit ebenfalls sehr. Die mir bekannten grösseren Kalklager wurden ebenfalls in der Karte eingetragen; eine Detailuntersuchung dieses Gebietes würde gewiss die Anzahl solcher Vorkommnisse um mehr als das Doppelte vermehren.

Der Kalk-Talkschiefer-Complex ist den Nevada-Schiefern concordant aufgelagert, also entschieden jünger als diese. Die Frage über das Alter beider Formationen wird stets unbeantwortet bleiben müssen, so lange man, wie jetzt, auch keine Spur von Petrefacten kennt. Dass die Nevada-Schiefer in keiner Weise in die Talkglimmerschiefer übergehen, beweist, dass schon vor der Metamorphose zwei petrographisch ganz verschiedene Schichtencomplexe vorhanden waren; wollte man nicht der unhaltbaren Vermuthung Raum geben, dass manche Schichten in Talkschiefer und Kalke, manche in Thonglimmerschiefer umgewandelt wurden. Man wird wohl am nächsten den Thatsachen kommen, wenn man sich die Thonglimmerschiefer einst als gewöhnliche Thonschiefer vorstellt, die Talkschiefer als Dolomitmergel (ähnlich den Keupermergeln bei Tübingen), die mit Kalkschichten wechsellagerten.

Verneuil hält die Nevada-Schiefer (er kennt den Unterschied zwischen den Thonglimmer- und Talkschiefern nicht (Bulletin de la soc. geol, Bd. 13, 2. s. p. 708) für triadisch, sowohl weil sie wie diese Grünsteingänge enthalten, als weil sie petrographisch oft ähnlich ausgebildet sind. Gegen die Ansicht, sie seien silurisch, spricht nach ihm die Kalkführung, da die Silur-Schiefer der Sierra Morena nie Kalklager enthalten.

Die spanische Trias in der Provinz Valencia theilt de Verneuil et E. Collomb (Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. Bullet. d. la soc. géol. 2 s. Bd. 10, p. 116) folgendermassen von unten nach oben ein:

1. *a*) Rother Vogesensandstein aus Quarz und Glimmer mit Puddings; *b*) dünne rothe Sandsteinbänke.

2. Gelbe oder graue Kalke, dem Muschelkalk aequivalent mit Avicula socialis und einer kleinen Lima.

3. Mergel, Thone, Gyps und Steinsalz.

Die sogenannten Hyacinthen von Compostella sind in den Gypsen enthalten.

Diese drei Etagen entsprächen also dem ausseralpinen bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper. Auch nach S. Villanova y

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Piera in seiner Memoria geognostica agricola sobre la Provincia de Castellon besteht die Trias dort von unten nach oben aus Sandstein, Kalk und Mergel mit Gyps. Die Sandsteine gehen häufig in thonig sandige Schiefer von röthlicher Färbung über, die sich sehr leicht zersetzen. Die Mergel, die über dem Kalke liegen, sind gewöhnlich roth und gelb mit Gyps gemischt. Alle Schichten werden nach ihm von „Diorit" durchbrochen.

Dem früher Erwähnten entsprechend, dass die nie kalkführenden Nevada-Schiefer keine Uebergänge in die Kalk-Talkschieferzone zeigen, könnte man vielleicht die ersteren für umgewandelte paläozoische (Silur- oder Devon-) Schichten, die letzteren für metamorphisirte Trias-Ablagerungen halten.

Die letzten östlichen Ausläufer des andalusischen Gebirgszuges nach Osten, die Sierras de los Estancias, de los Filabres, Alhamilla, Cabrera und de Almagro, alle in der Provinz Almeria gelegen, bestehen aus diesen metamorphischen Schiefern.

In den Sierras Cabrero, Alhamilla und de los Filabres scheinen ähnliche Verhältnisse obzuwalten. Auch hier kann man ein älteres Thonglimmerschiefergebiet von aufgelagerten mit Kalk wechselnden Talkschiefern unterscheiden.

Donayre (Boletin del mapa geol. Bd. IV. Datos para una reseña fisica y geologica de la region S. E. de la provincia de Almeria. p. 31—50) beschreibt aus diesen Schichten ganz ähnliche Kalke, wie wir sie in der Sierra Nevada gesehen; die Talkschiefer führen hier stellenweise Gyps; ganz ähnliche Brauneisensteingänge, wie wir sie bei der Venta del Aire kennen lernten, kommen auch hier vor; eruptiv, wie D. F. Donayre meint, sind sie nun freilich nicht. Letzterer Autor hält das ganze Gebirge nach Analogien mit Portugal für paläozoisch. Die Sierra de las Estancias, der nördliche Ausläufer des metamorphischen Gebirges, wird nach Daniel de Cortázar (Boletin Bd. II, p. 59—68) ebenfalls von krystallinischen Kalken, Quarzit und Schiefern zusammengesetzt.

Der Verfasser hält sie hier für triadisch, umsomehr, da nicht umgewandelte Triasschichten ihnen an vielen Stellen auflagern und beide Formationen grosse petrographische Aehnlichkeit zeigen.

Die Triasschichten, in welchen wie an den meisten Punkten Spaniens, keine Petrefacten gefunden wurden und die nur mittelst petrographischer Analogien als solche bestimmt wurden, bestehen hier aus mehr oder weniger dolomitischen Kalken, Mergeln und Sandsteinen, welch' letztere zwei Gesteine vielfach mit einander abwechseln. Die Mergel werden oft von Gypsen begleitet; sie enthalten hier als gutes Kennzeichnen der spanischen Trias, die Hyacinthen von Compostela und zahlreiche Grünsteingänge.

Auffallend ist es allerdings, dass, wenn die metamorphischen Schiefer umgewandelte Trias sind, einzelne Theile der Umwandlung sich entziehen konnten. Indess sind von anderen Orten ähnliche Thatsachen bekannt, wo ein Schichtencomplex stellenweise unverändert erhalten ist, während er im Uebrigen umgewandelt ist.

Von den bei mehreren Autoren erwähnten Grünsteingängen in der Sierra Nevada, konnte ich leider nirgends etwas finden. Auch in

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

den jüngeren tertiären und postpliocänen Geröllablagerungen, die alle ihr Material von der Sierra nehmen, konnte ich solche Gesteine nie constatiren, es fällt mir jedoch nicht ein, deren Gegenwort in Zweifel zu ziehen.

Das einzige vielleicht hieher gehörige Gestein fand ich in einigen kopfgrossen Geröllen auf einem Getreidefelde bei Jerez. Dasselbe ist von dunkelgrüner Farbe, sehr zäh und besitzt ein ungewöhnliches, wohl von Magneteisen herrührendes hohes specifisches Gewicht. Mit freiem Auge lassen sich zahlreiche kleine Granaten erkennen.

Ueber die Natur des grünen Mineralgemenges geben weder Dünnschliff noch Polarisation, wegen der vorgeschrittenen Zersetzung Aufschluss. Vielleicht bildet dieses Eklogit (?) ähnliche Gestein Einlagerungen im Schiefer.

Jurakalk.

Von der Alhambra aus nach Norden blickend bemerkt man einen steil aus der Ebene ragenden schön geformten kahlen Berg, die Sierra Elvira.

Von Granada ist sie in gerader Linie eine geographische Meile entfernt.

Von allen Seiten steigt die etwa 200 Meter über die Umgebung ragende Erhebung frei aus der Ebene hervor. Dicke, meist nach Nordwest fallende Kalkbänke setzen sie zusammen. Es ist ein brauner Kalk mit muschlig-splittrigem Bruch, der reich an dunklem Hornstein ist, welcher theils in Adern, theils in Knauern in ihm vorkommt. Einzelne Lagen des Kalkes sind krystallinisch ausgebildet und wurden als Marmor gebrochen; jetzt sind die Steinbrüche verlassen.

Im Kalkstein fand ich undeutliche Bivalvenreste und auf den Verwitterungsflächen häufig Crinoidenstiele. Es sollen jedoch hier Ammoniten gefunden worden sein, die bestimmt jurassisches Alter nachweisen.

de Verneuil und Colomb erwähnen (Bullet. de la soc. geol. Bd. 13, p. 708): „Dans la sierra d'Elvira près de Grenade, dans celles d'Antequera et de Ronda, dans les montagnes de Cabra et de Baena au Sud de Cordoue ou a trouvé des Ammonites jurassiques.“ Ueber die Juraformation von Antequera, etwa 10 geogr. Meilen westlich wird uns im Quaterly Journal, Bd. 27, 1871, berichtet.

Im Norden der Provinz Almeria besteht die Sierra de Maria aus Lias und Dogger; krystallinische Kalke, Mergel mit Jaspis und Feuerstein und Oolithe setzen sie zusammen (Boletin de la commission del Mapa geol. Bd. 2, p. 44—50).

Die Gypsformation.

Gleich hinter Alhendin, südlich von Granada tritt eine ausserordentlich gypsreiche Formation auf. Kalkmergel mit sandigen und glimmrigen Zwischenlagen und Gyps setzen sie zusammen. Hinter Gabia, einem Dorfe südwestlich von Alhendin, bilden die Schichten eine deutliche, einerseits SW., anderseits NO. fallende Synclinale. Südlich

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

von diesem Dorfe erhebt sich aus der Ebene ein nach NW. SO. gestreckter Hügel, der in Südosten mit einer grösseren Erhebung, dem kleinen Monte Vive, endigt.

Im Hangenden nehmen die Gyps- und Alabaster-Lager an Mächtigkeit zu und werden auch hinter Gabia ausgebeutet. Am südlichen Fusse des Rückens liegt das Dorf La Mala. Die Gypsformation fallt hier steil nach NW. ein und ist sehr schön geschichtet. Im Dorfe selbst werden salzreiche Quellen, die hier entspringen, in flachen Behältern der Verdunstung ausgesetzt. Es soll so jährlich gegen 6000 Ctr. Salz bereitet werden. Noch etwas weiter südlich entspringen Schwefelwasserstoffhältige Quellen, die als Heilmittel einen grossen Ruf besitzen. Gegen Escuzar zu werden dann die Gypse von einem später zu beschreibenden miocänen Kalktuff überlagert.

Auch an der Poststrasse nach Motril erkennt man zwischen Alhendin und Padul die tieferen Lager der Gypsformation, die hier ein nordwestliches Einfallen zeigen. Der höchste Punkt, den die Strasse zwischen Granada und Motril passirt, der Suspiro del Moro, besteht ebenfalls aus diesen Schichten.

Ueber das Alter der Gypse werden wir weiter unten Gelegenheit zu reden haben. Nirgends fand ich organische Reste.

Die miocäne Blockformation.

Wenn auch von beschränkter Verbreitung, sind diese Schichten vielleicht doch die interessantesten der Sierra. Am schönsten ausgebildet findet man sie im Genilthale, wo wir sie auch näher betrachten wollen.

Kurz bevor man, am Gehänge des Genil hinansteigend, das Dorf Senes erreicht, tauchen unter den horizontal liegenden jungen Alhambra-Conglomeraten sandige nach NNO. fallende Bänke hervor. In einem sandig glimmrigen, bald mergligen, bald schlierartigen Bindemittel liegen zahlreiche Blöcke im Volumen bis zu vielen Cubikmetern. Sie sind meist etwas abgerundet, doch nie so, dass man sie als eigentliche Gerölle bezeichnen könnte. Die Blöcke bestehen aus solchen Gesteinen der Sierra, welche sich in der Umgebung der Genilquellen finden; also Thonglimmerschiefer, Quarzite, Granatglimmerschiefer, Serpentine und etwas Kalk. Durch Ueberhandnehmen des Bindemittels oder der Blöcke entstehen zahlreiche Ausbildungsweisen. Bei Senes tritt stellenweise das lose Bindemittel soweit zurück, dass man einen wild durcheinander geworfenen Schuttkegel oder eine Moräne vor sich zu haben glaubt, doch dünne Mergellagen dazwischen zeigen immer wieder das Fallen der Schichten an.

Mitunter herrscht das Bindemittel so vor, dass schöne Mergelbänke mit ungemein feiner Schichtung entstehen. In diesen findet man dann oft einige äusserst regelmässig, den Schichten parallel eingereihte Gesteinstrümmer, wie Feuersteinknollen in der weissen Kreide. Bei der Venta unterhalb Huejar treten diese feinen Lager am schönsten auf, und es gelang mir auch hier, eine Anzahl mariner Fossilien zu sammeln, die Herr Th. Fuchs für entschieden miocän erklärte. Es sind ein etwa drei Zoll breiter Pecten mit breiten Rippen vom Typus der

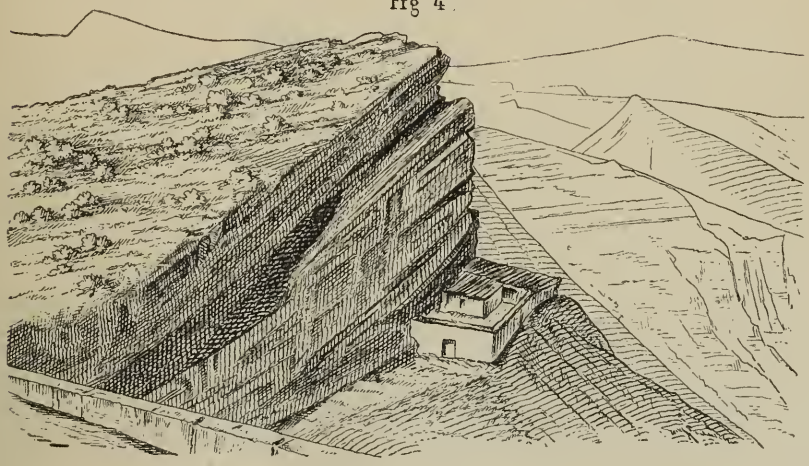
Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Pecten aus den Schio-Schichten, also tiefes Miocän, sehr fein gestreifte Tellina, Cardiumbruchstücke, Echinidenstacheln, Briozoen und andere undeutliche organische Reste. Interessant ist, dass ich auf zahlreichen Blöcken, die dem feinen Schlier reihenweise eingelagert waren, kleine Austernschalen fand. Die Fossilien kommen leider nur als Steinkerne vor, und obwohl ich einen ganzen Tag damit zubrachte, in den Mergeln hei der Venta zu sammeln, konnte ich doch nichts Besseres finden. Organische Reste sind übrigens in der ganzen Ablagerung verbreitet, da ich selbst in jenen Theilen, wo das Bindemittel sehr zurücktritt, noch Schalentrümmer vorfand. Die Formation ist im Genilthal sehr schön geschichtet, so dass man an den Abhängen schon von Weitem die Schichtung verfolgen kann.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Mergel mehr das Liegende bilden und die Blockanhäufungen das Hangende. Das Wasser hat in diesen losen Gesteinen leichtes Gespiel gehabt. Viele hundert Fuss tief hat sich der Genil sein Bett gegraben. Schön geschichtete, von der Erosion verschonte Felspyramiden erhöhen den romantischen Eindruck des Thales.

Hinter einem solchen Pfeiler liegt das kleine Dorf Canale, hart an der Grenze des Kalkes. Fig. 4 zeigt eine Partie aus jener Gegend am rechten Ufer des Genil unterhalb Huejar.

Fig 4.



Auch am Camino de los Neveros verquert man die Blockformation. Sie fällt hier in dicken Bänken nach W. und NW. Entsprechend der grösseren Verbreitung des Kalkes ober ihr an dieser Stelle enthält sie ziemlich viel Kalkblöcke eingeschlossen. Pecten und Tellina fand ich auch hier in Menge. Von der Fuente de la Vibora, die schon tief im Kalke liegt, sieht man nach Huejar hinüber deutlich die Grenze zwischen Kalk und Blockformation; sie ist hier durch eine bedeutende Einsattlung des Gebirges markirt, über welche ein Fussweg nach Guenta führt. Von hier aus lässt sich auch sehr gut beobachten, dass

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

beide Formationen discordant lagern, und zwar ist der Kalk steiler aufgerichtet.

Nördlich vom Genil ist die Blockformation etwas verschieden ausgebildet. Verfolgt man von Senes aus die Aguas Blanquillas, so findet man sie noch eine Strecke typisch ausgebildet und unter 15 Grad nach NNW. Fallen. Bei Dudar unterscheidet man in ihr eine 4 Meter mächtige sandsteinartige Bank, die man bis Guenta verfolgen kann.

Bei Guenta sind die Blöcke fast ganz verschwunden. Die Bänke werden kalkig, zum Theil verkieselt und schliesslich entstehen Kalksandsteine, die sich an den Kalk anlehnen.

Auch von der Höhe von Guenta sieht man sehr schön, hier von der entgegengesetzten Seite, die Discordanz mit den Kalken.

Verfolgt man die Blockformation noch weiter nördlich, so entstehen aus derselben Kalkconglomerate mit kalkigem Bindemittel. Bei Fargue fallen solche schwach nach Nord. Ob diese Gesteine und mürbe Kalktuffe oberhalb Santilla noch hieher gehören, möchte ich bezweifeln und sie eher für junge Bildungen halten. Petrefacten führen sie keine. Auf der Karte konnten diese Gebilde nicht von der Blockformation getrennt werden.

Gegen Süden lässt sich unser Schichtencomplex bis gegen Alhendin verfolgen. Die Grenze zwischen ihm und der hier auftretenden Gypsformation ist schwierig zu ziehen, da die Blockformation hier sehr arm an Einschlüssen und vollständig verwittert ist.

In keiner Verbindung mit dem nördlichen Vorkommen ist das kleine Gebiet bei Beznar. Sowie man von Lanjaron kommend die Poststrasse nach Motril betritt, findet man unsere Ablagerung wieder herrlich in den Barrancos von Tablate und Talaro, und in den Durchstichen der Strasse aufgeschlossen. Sie ist hier prachtvoll geschichtet und besteht zum vorwiegenden Theile aus sandigen Mergeln, in welchen aber stellenweise grosse Anhäufungen von Blöcken zu beobachten sind. Unschwer gelang es mir, hier in kurzer Zeit wieder Pecten und Tellina zu sammeln. Bei Durcal treten jüngere Bildungen auf.

Zieht man die verschiedene Ausbildungsweise der Blockformation in Betracht, so ist leicht ersichtlich, dass dieselbe in engen Zusammenhang mit den anliegenden Theilen der Sierra steht.

Die Blöcke dieser Formation an den Ufern des Genil bestehen ausschliesslich aus Gesteinen, welche noch heute an den Quellen des Flusses anstehen; die näher dem Kalkgebirge, oder wo dasselbe eine grosse Ausdehnung erreicht, nehmen Kalkblöcke auf und gehen sogar wie bei Guenta in kalkige Sandsteine über. Die Blöcke bei Tablate und Beznar sind zum grössten Theil Kalk- und Talkschiefer. Noch wichtiger aber ist die Thatsache, dass die grösste Ausdehnung der Blockformation mit dem heutigen Genilthal zusammentrifft. Dies scheint uns zu beweisen, dass dort, wo jetzt der Genil strömt, sich zur miocänen Zeit ein Fluss in das Meer ergoss, dessen Schuttkegel durch das Meer ausgebreitet und geschichtet wurde. Als ich zum ersten Male bei Huejar jene colossalen Blöcke im wilden Durcheinander beobachtete, dachte ich unwillkürlich an Eiszeit und Gletscher. Sobald ich jedoch die ausgezeichnete Schichtung wahrnahm und die Fossilien fand,

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kam ich von diesem ersten Eindruck bald zurück. Keinerlei Thatsachen drängen uns, hier etwa eine „miocäne Eiszeit" anzunehmen.

Alle in der Blockformation enthaltenen Gesteine finden wir ganz nahe in der Sierra anstehend. So zwingen uns also jene Gründe, die Gastaldi eine miocäne, oder Ramsay eine permische Eiszeit anzunehmen nöthigten nicht, ein Gleiches hier zu versuchen.

Die miocänen Lithothamnienkalke.

Südlich von Escuzar erhebt sich ein Bergrücken, der bis zu zwei Dritttheil seiner Höhe aus den Gyps- und Mergelschichten der Gypsformation besteht. Auf der Spitze des Hügels werden sie von eigenthümlichen, kaum 5—6 Meter mächtigen Kalktuffen überlagert. Die Bänke, in welche sie abgesondert sind, sind wenige Fuss mächtig und fallen schwach nach Osten. Das weiche, schön weisse, abfärbende Gestein besteht zum grössten Theile aus Kalkalgen, Bryozoen und Muschelfragmenten. Gut erhaltene Muschelreste sind selten, obwohl Pecten und Ostrea-Bruchstücke überall stecken. Einen wohlerhaltenen Pecten bestimmte Herr Theod. Fuchs als *Pecten Zitteli Fuchs*, eine noch nicht publicirte Species aus den Miocänschichten der Oase Siuah, deren Fossilien Zittel gesammelt und Th. Fuchs bearbeitet; einen anderen als *Pecten cf. acuticostatus Sow.*

Um die Kenntniss der Tertiärbildungen Andalusiens haben sich besonders Ansted und Silvertop verdient gemacht. Von ihnen haben wir auch die einzigen Nachrichten, welche uns über die Ausdehnung dieser marinen Bildungen in der Vega von Granada belehren können.

In einem Aufsatze „On the Lacustrine Basins of Baza and Alhama in the province of Granada and similar deposits in other parts of Spain (Proceed. of the geol. soc. of London, Bd. 1834, p. 216—225) schildert uns Charles Silvertop zuerst die Süsswasserformation von Baza im Norden von Guadix.

Sie ist von Nummulitenkalk umgeben. Auf diesem liegen nach ihm concordant die lacustren Ablagerungen. Unten Mergel mit blättrigen Gyps und schwefelhaltigen Salzquellen, oben dichter „creamcoloured" Kalk, „identisch mit jenem von Centralfrankreich".

Das Bassin von Alhama, zu welchem die Gypse und Nulliporenkalke unserer Karte gehören, hat nach Silvertop von Huetor Santilla bis Alhama einen Durchmesser von 36 engl. Meilen und zwischen Escuzar und Loja von 30 Meilen. Nördlich vom Genil kommen keinerlei Tertiärschichten mehr vor. Die ganze Area dieses Bassin ist von Conglomeraten, Mergel und Kalk mit Süsswassermuscheln eingenommen. Die tiefsten Schichten sind nach Silvertop die Gypse mit den glimmrigen Sandsteinen und Mergeln. Ueber diesen lagern auch hier wie im Becken von Baza Kalke mit Paludinen und auf diesen vereinzelte Fetzen von Kalk, der aus zusammengebackenen Schalen von Planorbis und Limna besteht.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In dieser Aufzählung vermissen wir unsere marinen Kalktuffe, während wir von den Süsswasserkalken, die wohl identisch mit dem cream-coloured Kalk der Sierra Baza sind, nichts gefunden haben. In einem Durchschnitt zwischen Alhama und Loja führt indess Silvertop folgende Aufeinanderfolge an:

1. Nummulitenkalk.
2. „Coralline Limstone, which in some parts alternates with a calcareous sandstone and a fine-grained conglomerate; the sandstone abounds with Pecten reconditus of the Londonclay“ (hier erkennen wir leicht unsern Kalktuff).
3. Gyps und Mergel.
4. Süsswasserkalk mit Paludinen und kleinen Braunkohlenlagern.

Eine ausführlichere Darstellung der Tertiärschichten gibt Silvertop in seinem 1836 erschienenen Buche: „Geological sketch of the tertiary Formation in the provinces of Granada and Murcia. London. Die marinen Tertiärschichten kommen nach ihm im Becken von Alhama nur in Trümmern längs einer von der Sierra Nevada über Escuzar und Loja gezogenen Linie. Es werden folgende Vorkommen erwähnt:

1. Auf jenem Rücken der Sierra, der einerseits vom Monachil, anderseits vom Dilar gebildet wird, stehen etwa 20 Fuss mächtige „zoophitische Quadersteine“ an, die nach NS. streichen und südlich vom Dilar, nördlich vom Monachil abgeschnitten werden. Diese Gesteine beschreibt Silvertop als nach SW. fallend, weiss und zusammengesetzt aus Korallen, Fragmenten von Pecten, Balanus und andern undeutlichen Schalenresten, von denen Deshayes *Cardita squamosa*, *Dentalium Bouéi*, *Turritella subangulata* und *Caryophyllia indeterminable* bestimmte. Der bandartige Fetzen liegt auf Kalkstein. Es ist unschwer, hier wieder den Kalk von Escuzar zu erkennen. Sein Auftreten in Höhen von mindestens 3000 Fuss ist jedenfalls für die Geschichte der Sierra sehr interessant.

2. Als zweiten Punkt führt Silvertop Escuzar an (p. 7). Die Auflagerung der Lithothamnienkalke auf dem Gypse wird hier constatirt; letztere aber nicht für tertiär erklärt.

3. Am Ufer des Rio de Alhama, zwischen Alhama und Arenas ist der Lithothamnienkalk sehr gut aufgeschlossen. Ihm ist ein jüngeres Conglomerat aus Schiefergesteinen angelagert.

4. Zwischen Alhama und Loja, bei dem Berge Majar de en Medio treten wieder die marinen Kalke auf; ebenso

5. beim Dorfe Salar, drei Meilen von Loja.

Die marinen Tertiärschichten (u. zw. Miocän) lassen sich längs dem südlichen Rande der iberischen Halbinsel noch weit nach Westen verfolgen.

Die Fossilien führenden Tejares-Thone bei Malaga sind schon lange durch Ansted (Quat. Journ. Bd. 15, p. 585) bekannt.

Die neue geologische Karte von Portugal im Massstabe von 1 : 500.000 von Carlos Ribeiro gibt solche Ablagerungen bei Cacella, Albufeira, Lagoa Alvor und Lagos an der Südküste an. Die hieher gehörigen Schichten von Lissabon zeichnen sich durch ihren Reichthum an wohlerhaltenen, zum Theil schon beschriebenen Fossilien aus.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bei Alhama und Cacin liegen über diesen marinen Kalken horizontal gelagerte Gypse und über diesen Süsswasserkalke. Die Gypse bei Escuzar und Gabia, die hier unter den marinen Kalken liegen, hält Silvertop deshalb und weil sie im Gegensatz von jenen zu Alhama stark aufgerichtet sind, nicht für tertiär, sondern für secundär. (?) Er vereint sie mit jenen Gypsen, die nördlich von Granada in der Sierra Jarana, zusammen mit rothen Mergeln vorkommen und unter den Kalkstein einfallen.

Da ich allein nur das Vorkommen von Escuzar kenne, so wage ich nicht, hier eine Ansicht auszusprechen; möchte indess hier auf die Hinfälligkeit der Methode, petrographische Merkmale zu Altersbestimmungen zu benützen, aufmerksam machen. (In den miocänen Süsswasserschichten der La Mancha gibt es rothe Sandsteine und Gypsmergel in grosser Mächtigkeit, die, wenn sie, wie meist, fossilienlos sind, unmöglich von den Gesteinen der spanischen Trias unterschieden werden können. Die rothen Sandsteine aus den Süsswasserschichten der Auvergne sind vom bunten Sandstein nicht zu trennen.)

Die Mergel und Gypse setzen in der Provinz Malaga fort und breiten sich nördlich der Sierra von Antequera aus. Am nördlichen Abhang dieses Gebirges werden sie wieder von einem schmalen nord-nordwestlich streichenden Band mariner Kalktuffe überlagert; isolirte Hügel aus diesem Gestein bestehend, führt Silvertop noch an einigen Punkten in der Nähe der Stadt Antequera an. Auf der Oberfläche dieses Kalkes findet man oft zahlreiche Exemplare von *Ostrea longirostris* ausgewittert (a. a. O. p. 30).

Oestlich unserer Karte, im Norden der Provinz Almeria tritt die marine Miocänformation in etwas anderen Eigenschaften auf. Hier sind es hauptsächlich „*Gonfolitas y maciños*“ von lichter Farbe, röthliche Mergel und etwas Gyps, welche D. Daniel de Cortazar zu dieser Formation zählt. [1]) (Boletin de la comision. Bd. 2. Resenña fisica y geologica de la region norte de la provincia de Almeria).

Im Süden der Provinz Almeria beschreibt D. Felipe Donayre (Boletin Bd. IV, p. 50—63) sehr verbreitete Schichten, die er dem Pliocän zuzählt. Sie bestehen unten und oben aus Conglomeraten, Kalk und Schiefer; dazwischen lagern gelbliche Kalke und Mergel oft mit bedeutenden Gypslagern [2]).

Diese Pliocän-Schichten sollen im Campillo de Uleila eine Höhe von 609 Meter über dem Meer erreichen. Aehnliche Pliocän-Vorkommen erwähnt Daniel de Cortazar im Norden von Huercal Obera (Norden

---

[1]) Von Fossilien führt der Autor an (p. 38): *Hopoplaria*, *Conus Aldrovandi* (Brocch), *Cypraea elongata?* (Brocch), *Cardium punctatum* (Brocch), *Favossites*, *Ostraea longirostris Lamk.*; *Clypeaster ambigenus Blain.*, *Clyp. aegypticus Wright*; *Clyp. acuminatus Desor*, *Clyp. altus Lamk.*; *Clyp. Reidii Wright*; *Astraea Corsica d'Orb.*

[2]) Gefunden wurden an Fossilien: *Pecten gracilis*, *P. opercularis*, *P. Jacobeus*, *Patela costo-plicata*; *Pat. Cerulea*, *Pat. Lusitanica*, *Purpura hemastoma*, *Murex trunculos*, *Monodonta fragaroides Lamk.*; *Balanus postularis*, *B. tintinabulum*; *B. latiradiatus*, *Ostrea lamellosa Brocch*, *Ostraea edulis*.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Prov. Almeria), wo sie bis zum Meere zu verfolgen sind. Mergel, Sand und im Hangenden Conglomerate setzen sie zusammen [1]).

Die Guadixformation.

Wenn man auf der Anhöhe von Diezma steht und gegen die weite Ebene von Guadix blickt, so ist man im höchsten Grade über das Bild erstaunt, das sich einem unter den Füssen entrollt. Soweit das Auge nach Osten reicht, erblickt man eng aneinandergereihte pyramidenähnliche Erosionshügel von rother Färbung. Einzelne Streifen von verschiedener Farbe lassen sich auf weite Distanz in vollkommen horizontaler Lage durch alle Hügel durch unterscheiden.

Besser als Worte es thun können, werden die beiden Farbendrucke auf Tafel VIII und IX eine Vorstellung von diesen merkwürdigen Ablagerungen geben. Das Bild auf Taf. IX ist vom Abhange von Diezma aus aufgenommen. Hinten sieht man die langgezogenen Rücken der Sierra Nevada, im Vordergrunde liegt die Guadixformation. In den breiten Erosionsfurchen schlängeln sich grüne Bänder einer nur die wasserarmen Bäche begleitenden spärlichen Vegetation.

Etwa eine halbe Stunde unter Diezma beginnen diese Ablagerungen. Hier wechseln vollkommen horizontale Bänke eines groben Kalk- und Quarz-Conglomerates, das durch ein eisenoxydhältiges, rothes Bindemittel cementirt ist mit rothen mürben Sandsteinen. Die Erosion wäscht letzteren leicht weg, und so treten die festen Conglomerate gesimsartig hervor und bilden ruinen-, thurm- und pallastähnliche Formen, die an Grossartigkeit und Abenteuerlichkeit alles von mir Gesehene weit hinter sich lassen.

Je mehr man sich vom Kalkgebirge weg der Ebene nähert, desto weniger grob werden die Conglomerate und desto mehr überwiegen die Schieferblöcke die aus Kalk bestehenden. Auch das rothe talkige Bindemittel macht einem braunen erdigen Zerreibsel Platz. Der Unterschied zwischen den Conglomeraten und dem mürben Gestein ist zwar noch vorhanden, doch macht das Seltenerwerden der festen Kalkstein-Conglomerate das gesimsartige Vortreten einzelner Felstheile verschwinden. Bei Porullena endlich vermisst man die Conglomerate fast vollständig, und die ganze Ablagerung bestehe aus einem unendlich feinen, glimmrigen Zerreibsel, in welchem sich zahllose Lager von Schieferbruchstücken befinden, mitunter wird die Ablagerung auch ausschliesslich aus faustgrossen Schieferfragmenten zusammengesetzt. Letztere stammen alle aus der Sierra. In der Ebene wird die Guadixformation ganz lössartig und wäre vielleicht sogar mit derselben zu verwechseln, wenn nicht die gänzliche Abwesenheit von Kalkröhren, die so charakteristisch für dieses Gestein sind, uns eines andern belehren würden. Nach Landschnecken etc. habe ich vergeblich gesucht.

---

[1]) Fossilien werden angeführt: Zähne von *Charcharias*, *Pecten opercularis, polymorphus, dubius, jacobaea; Strombus bubonus, Str. pugilis, Purpura striolata, Pectunculus inflatus, Balanus latiradiatus, Balan. tintinabulum, B. pustularis, Ostraea corrugata, Ostraea lamellosa, Ostraea edulis, Turritella vermicularis.*

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Unsere Formation breitet sich im Westen längs der Bruchlinie des Kalkgebirges bis La Peza und von da längs dem Nordabfall der Sierra gegen Osten aus. Bei Jeres, Aldeire, Alquife, Calahorra stösst sie unmittelbar an die Thonglimmerschiefer.

Guadix liegt nach meinen Messungen 965 Meter über d. M., Calahorra etwa $1^3/_4$ geogr. Meilen in südöstlicher Richtung gelegen, liegt 353 Meter höher, also 1318 M. ü. d. M. Die Schichten lagern überall horizontal. In zahlreichen, tief eingerissenen Ramblas hat man genügende Gelegenheit dies zu beobachten.

Der Höhenunterschied zwischen Guadix und Calahorra beträgt 353 M., bei horizontaler Lagerung der Schichten wäre dies auch ihre Mächtigkeit.

Längs des ganzen Abhanges von Diezma bis zur Nevada erscheinen sie in gleicher Höhe.

Diezma liegt 1338 M. hoch, ist also 373 M. höher als Guadix. Da jedoch die Guadixschichten erst etwas unterhalb Diezma beginnen, so hätten wir hier wieder eine ähnliche Mächtigkeit von ca. 350 Meter; dasselbe findet bei Jerez, das fast in demselben Niveau wie Calahorra liegt, statt. Die Mächtigkeit der Schichten muss jedoch die von 350 M. noch übersteigen, da ja die Stadt Guadix selbst noch auf ihnen steht, und tief eingerissene Barrancas noch überall dieselben Gesteine bloslegen. Wie sind nun diese Schichten entstanden, woher diese colossalen Dedritus-Massen?

Alle Felsarten, welche die Guadix-Formation zusammensetzen, stammen aus der unmittelbaren Nähe der Sierra- und der Diezmaberge. Wo Kalk in der Nähe vorkommt, entstehen Kalkconglomerate, wo Schiefer anstehen, erdige Zerreibsel. Je mehr man sich vom Rande des Gebirges entfernt, desto kleiner werden die Trümmer, bis die ganze Formation endlich bei Guadix und Purullena geradezu lössartig wird.

Mit der Annäherung an die Gebirge wird auch das Bindemittel roth und eisenoxydhältig, während gegen das Centrum zu ein einförmiges braun und grau herrscht.

Alles dies, sowie die ausgezeichneten Schichtungsweisen deuten darauf hin, dass wir hier jedenfalls durch Wasser geschichtetes und von den Gebirgen zusammengebrachtes Material vor uns haben. Zwei wichtige Thatsachen, der horizontale Verlauf des Randes der Schichten an den äusseren Gebirgen und die ausserordentlich regelmässige horizontale Lagerung würden uns vielleicht zur Annahme einer hier vorliegenden See-Bildung führen, wenn nicht diese Idee schon von vornhinein durch den Mangel an geschlossenen Rändern im Norden und Osten vollkommen ausgeschlossen wäre. Es bleibt uns somit nur eine fluviative Bildungsweise übrig.

Nachdem der östliche Theil der Diezma-Kalkberge in die Tiefe versank, musste nothwendiger Weise als Resultat dieses Senkungsactes ein Steilerwerden aller Thalläufe und somit eine verstärkte Erosion und Geröllbildung folgen. So lässt sich vielleicht eine Erklärung jener mächtigen Gebilde anbahnen.

Immerhin aber müssen wir ganz andere Wassermassen in der Sierra annehmen, als wir heutzutage noch sehen. Dass die Flüsse der

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Sierra einst ungleich grössere Wassermengen führen mussten, das muss jedem Beobachter, der auch nur einen flüchtigen Blick auf die trockenen Barrancos wirft, klar werden.

Noch an fünf anderen Stellen kommen die Guadixschichten auf unserer Karte vor. Die eine ist bei Ugijar im Süden der Sierra. Das Dorf liegt in einer Einsenkung zwischen der Sierra Nevada und der Contraviesa. Auch hier findet man wieder die pyramidenähnlichen Erosionshügel, das rothe Bindemittel und die horizontale Schichtung. Die festen Conglomeratbänke, die nur an den Rändern des Kalkgebirges auftreten, fehlen natürlich. Hier lässt sich eher an ein kleines Seebecken denken, in welchem die Ramblas ihr mitgerissenes Material niederfallen liessen.

Eine zweite Stelle des Vorkommens ist bei Adra, westlich von der Stadt. Es ziehen sich hier die rothen Bänke ein ziemliches Stück längst der Küste hin; sie liegen horizontal in nicht grosser Mächtigkeit auf dem Talkschiefer und sind als Bildungen des einst grosse Wassermengen führenden Rio Grande aufzufassen. Aehnliche Bildungen findet man noch bei Orgiva, Motril und Padul. Die Ablagerung der Schichten bei Orgiva erklärt sich sehr leicht. Dort, wo das enggewundene Thal sich plötzlich erweitert, liessen die nun ruhig dahinfliessenden Gewässer ihren Dedritus fallen, der sich nun ruhig ablagern, schichten und schliesslich cementiren konnte.

So finden wir auch bei Orgiva grobe Conglomerate mit rothen Bindemitteln, die aus Kalk- und Schieferbrocken bestehen. In den drei kurzen, aber sich nach unten ausserordentlich verbreiternden Ramblas, die bei Orgiva in die grosse Rambla münden, sind die Conglomerate schön sichtbar. Sie bedecken auch noch am Wege nach Lanjaron eine gute Weile die Kalke und Talkschiefer.

In ganz ähnlicher Weise wie bei Guadix ausgebildet, findet sich diese Formation auch im Norden der Provinz Almeria als zwei süd-südwestlich streichende Bänder westlich von Velez-Rubio und bei Taberno. Zahlreiche Höhlen finden sich hier wie auch bei Porullena, in welchen die arme Bevölkerung ihr Dasein fristet. Daniel de Cortazar bezeichnet das Alter der Schichten als postpliocän (Reseña fisica geologica. Boletin, Bd. 2, p. 25—52). Auch bei Berja hat Hausmann Aehnliches beobachtet.

Wenn wir zu den Guadixschichten nicht auch die Conglomerate der Hügel bei Granada zählen, sondern sie unter dem Namen

Alhambra-Conglomerat

auf der Karte mit eigener Farbe hervorgehoben haben, so liegt der Grund darin, dass dieselben sich doch durch einige Eigenthümlichkeiten von ihnen unterscheiden.

Die sandsteinartigen Zwischenlagen vermissen wir gänzlich und mit diesen fällt auch das eigenthümliche morphologische Auftreten, welches die Guadixschichten so auszeichnet, weg. Die Gerölle sind meist faustgross und deren Grösse variirt nur zwischen enger Grenze. Das erdige Bindemittel ist tiefroth und stark eisenoxydhaltend. Die groben Bänke sind vollkommen horizontal gelagert. Das Material, aus

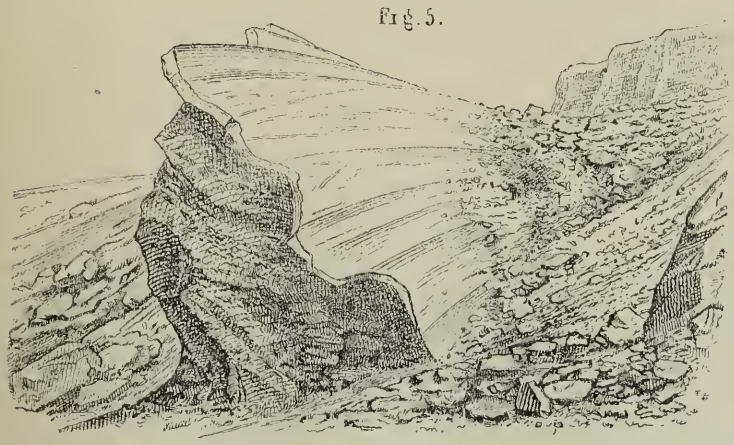
Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dem die Gerölle bestehen, sind wieder die Sierra-Gesteine; nur sehr sparsam findet man Kalkgerölle.

Die Mächtigkeit dieses Conglomerates ist ziemlich bedeutend, denn an der Plaza nueva in Granada selbst und im Flussbette des Darro findet man sie anstehend bis hinauf zur Alhambra und zu der Silla de los Moros; dies beweist eine Mächtigkeit von mindestens 100 Meter. Vom Thale des Darro aus kann man leicht sehen, wie der hier senkrecht abstürzende, von der Alhambra gekrönte Hügel ausschliesslich aus den Conglomeraten besteht. Die Höhlen der Gitanos am rechten Ufer des Darro sind in ihm angelegt. In Granada selbst ist der östliche Stadttheil, wie Albacin, die alte Maurenstadt, und ein Theil von Antequeruela auf diesem Gestein erbaut, der westliche Theil der Stadt steht auf den Alluvionen des Genil. Die „ciudad del rey chico“ genannte Vorstadt im Norden von Granada ruht ebenfalls auf Conglomerat, das noch etwa eine Stunde gegen Fardes zu verfolgen ist. Im Süden des Camino de los Neveros erreicht man bald das Ende dieser Ablagerungen. Von jedem höher gelegenen Punkte lässt sich das Conglomerat leicht durch seine rothe Farbe und weit sichtbare horizontale Lagerung von der Blockformation unterscheiden. Auch hier darf das Vorkommen dieser Bildungen an der Mündung des Genil in die Vega von Granada nicht unerwähnt bleiben.

Sowohl die Guadixformation als die Alhambra-Conglomerate sind jedenfalls nur Reste von Bildungen, die früher eine grosse Ausdehnung hatten, und zum grössten Theile durch die Erosion weggeschwemmt wurden. Wenn irgendwie in der Nevada Spuren einer ehemaligen Eiszeit vorhanden wären, so könnte man vielleicht die Entstehung jener losen Massen mit dem Zeitpunkt des endlichen Schmelzens der Gletscher

Fig. 5.



in Verbindung bringen; die grossartigen Erosionserscheinungen in den Thälern der Nevada fänden so auch eine befriedigende Erklärung. Obwohl ich eifrig nach Spuren von Gletschern suchte, gelang es mir doch nirgends, schlagende Beweise für deren ehemalige Existenz zu finden. Nur auf dem Camino de los Neveros sah ich rechter Hand vom Weg einen ganz eigenthümlichen gekratzten und gehobelten anstehenden Kalkfels, der auf Fig. 5 naturgetreu abgebildet ist.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

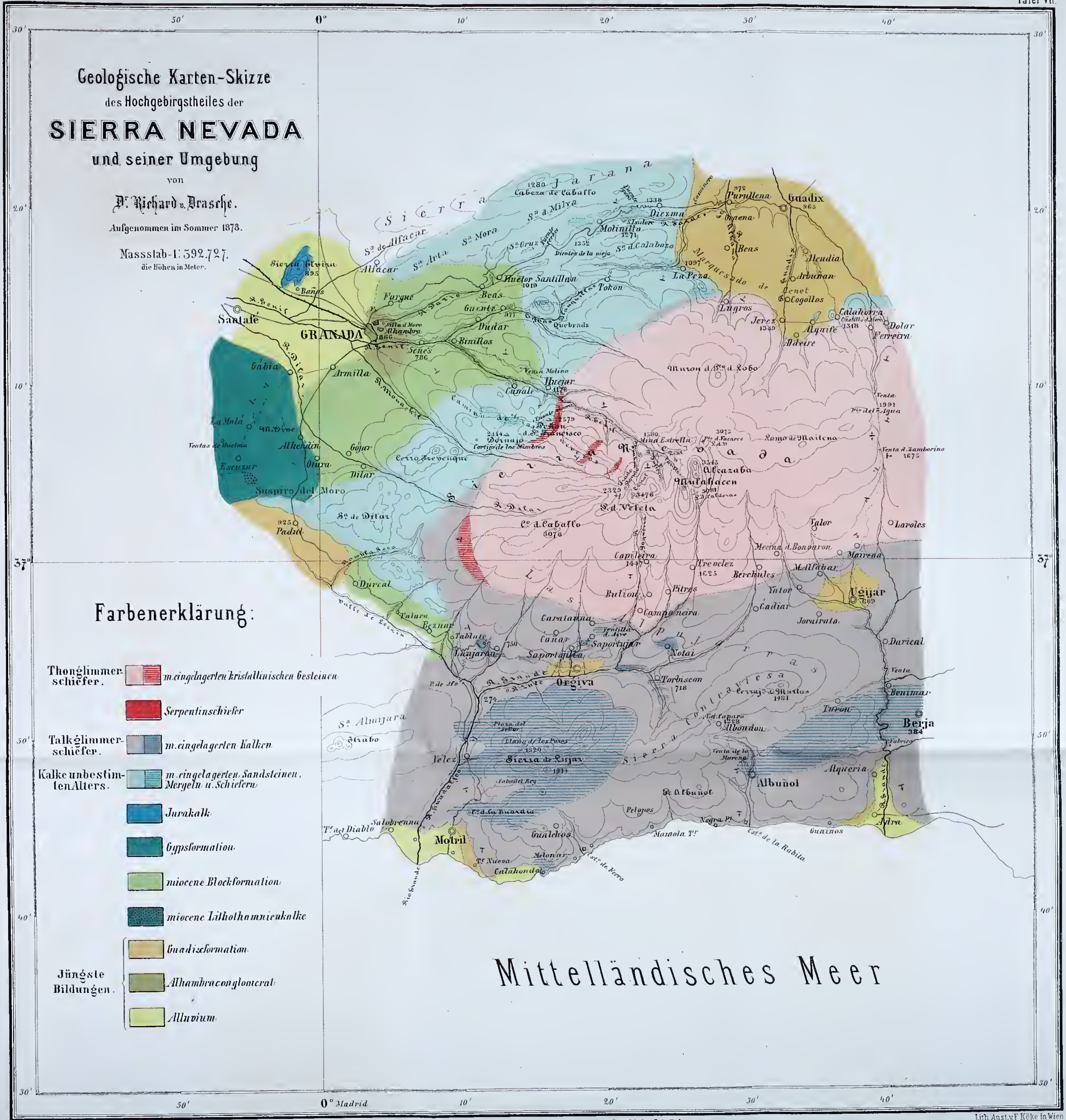
Einzelne sehr auffallende Thal- und Bergformen beim Peñon de S. Francisco und im Genilthale liessen sich, wären einmal bestimmtere Beweise für eine Vergletscherung gefunden, leicht deuten. Schimper (Voyage géologique botanique au Sud d'Espagne, l'Institut 1849; mir ist nur der Auszug in Leonhard's Jahrbuch 1850, p. 467 zugänglich) hält sowohl Blockformation als Alhambra-Conglomerat für Moränen. „Am Ausgange des grossen Thales des Genil und Monachil zeigen sich gewaltige Anhäufungen von Sand, Geschieben, von eckigen Glimmerschiefer-Trümmern und selbst von Wanderblöcken mit frischem Bruche. Diese Haufwerke setzen sehr mächtige Dämme zusammen und haben durchaus das Ansehen von Moränen der Gletscher. Die Moräne des Genilthales (d. h. unsere miocäne Blockformation) lehnt sich gegen Granada hin am Hügel des oben erwähnten Conglomerates (unser Alhambra-Conglomerat) und reicht bei einer Mächtigkeit von etwa 100 Meter über 1000 M. weit.“ (Leonhard cit.) Von diesen irrigen Beobachtungen sind, wie es scheint, alle Angaben über das Vorkommen einer ehemaligen Vergletscherung der Sierra Nevada hergenommen.

Alluvium.

Als solche haben wir auf der Karte die allerjüngsten Flussanschwemmungen, die zum Theil mit einer dicken Humusschichte bedeckt sind, ausgeschieden.

Wenn man von Padul aus gegen Granada geht, so sieht man, wie die weisse Farbe der Gypsformation mit einem Schlage längs einer geraden Linie endet und den dunkleren Tönen der humusreichen nächsten Umgebung von Granada Platz macht.

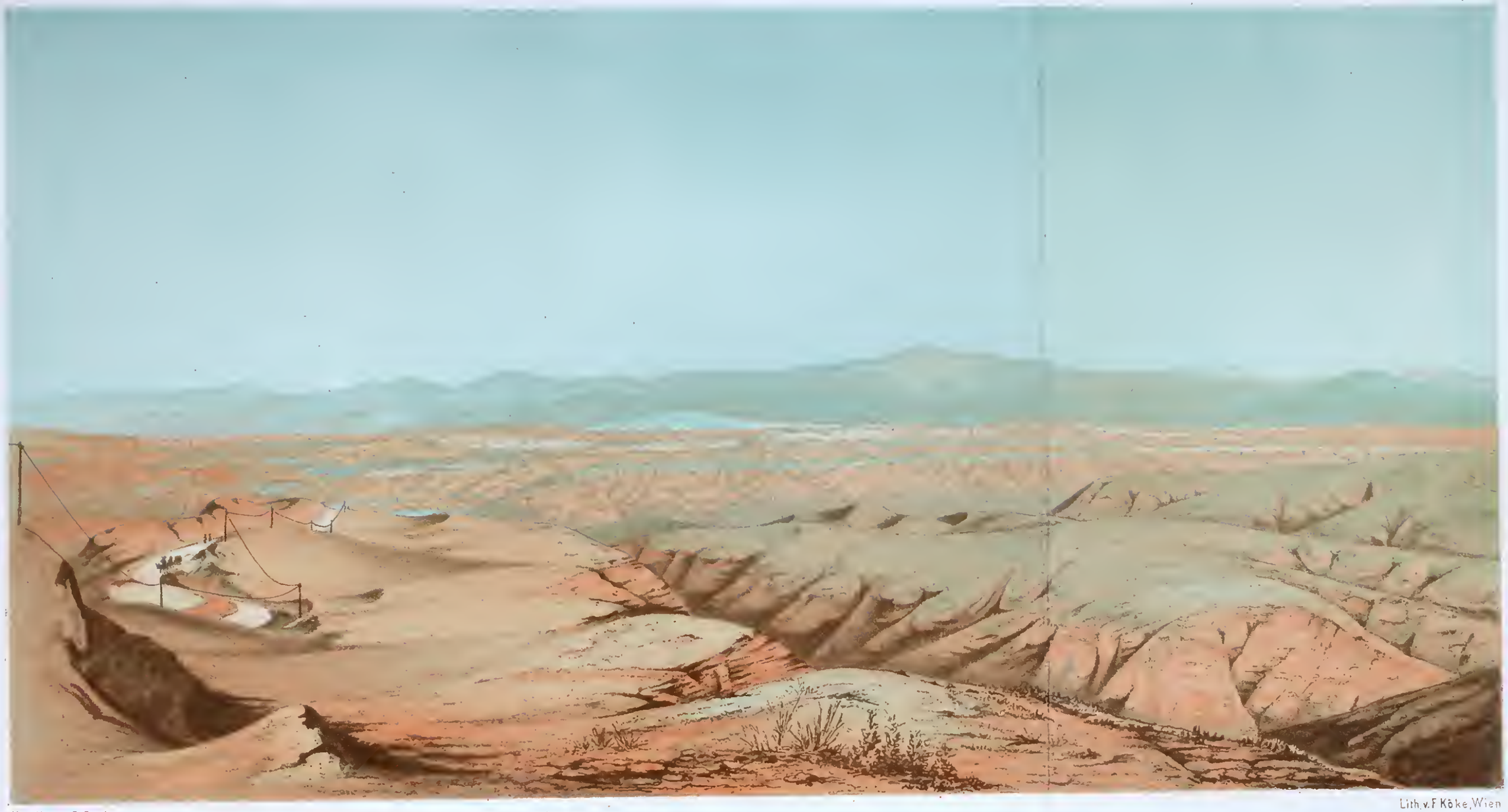
Die fruchtbare Ebene von Motril trägt reichlich alle Gewächse der subtropischen Zone und ist ganz mit Zuckerrohr bebaut.



Lith. Anst. v. F. Köke in Wien

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



N d Nat v. R Pauk. Lith. v. F Köke, Wien

Die Ebene von Guadix und die Sierra Nevada von der Anhöhe bei Diezma.

Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt. 1879. 29. Bd.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

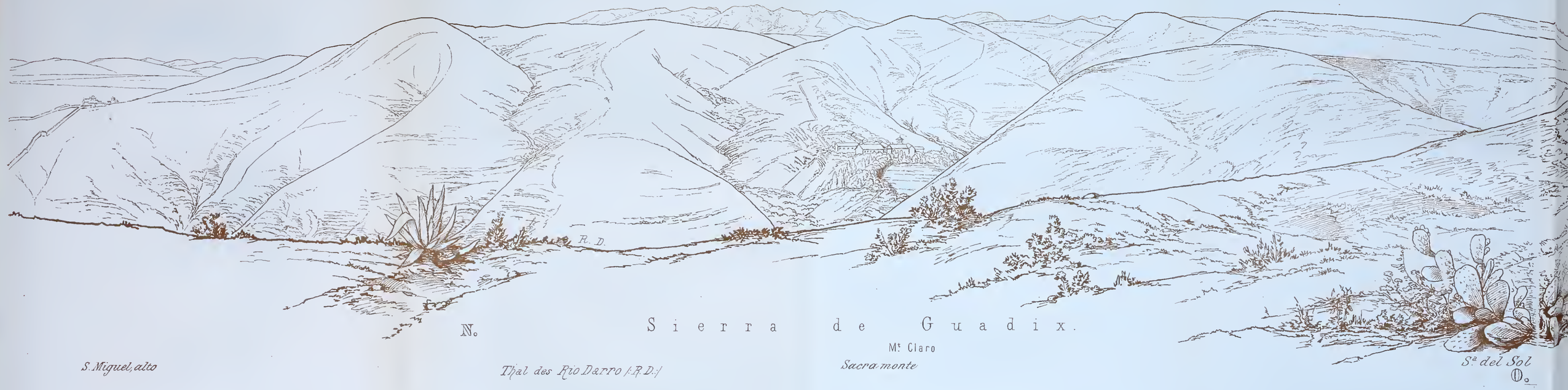
N. d. Nat. v. R. Pauk. Lith. v. F. Köke, Wien.

Die Guadix-Formation.

Jahrbuch der k.k. geologischen Reichsanstalt, 1879, 29. B. 1.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

PANORAMA VON „SILLA DE LOS MOROS" BEI GRANADA,

nach der Natur gezeichnet von

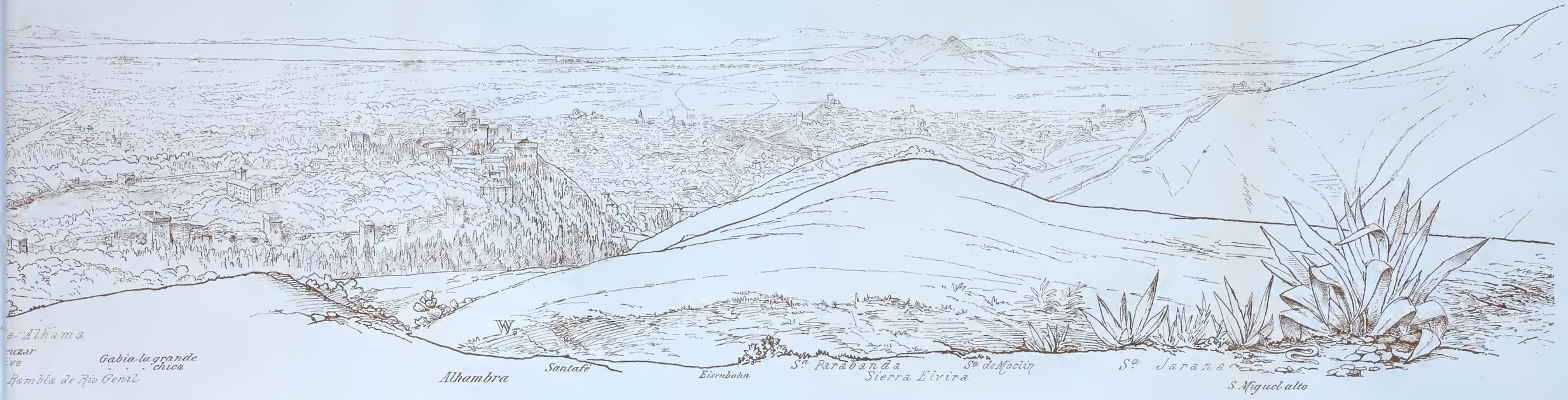
Rudolf Pauk.

Jahrbuch d. k. k. geologischen Reichsanstalt, 1879, 29. Band.

Verlag von Alfred Hölder, k. k. Hof- u. Univers. Buchhändler in Wien.

Autogr. v. F. Köke Wien

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Stadt Granada

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Aussicht vom Picacho nach Osten.

n d. N. v. R. Pauk

Lith. Anst. v F. Köke in Wien.

Gipfel des Picacho.

Mina Estrella.

Barr. de Gualnon.

B. R. Barranco del Real.

Muron.

Cerro de Vacares.

P. Puerto de Vacares

C. V. Corral de Veleta

Alcazaba.

Mulahacén.

Sª de Gador.

Jahrbuch der k.k. Geologischen Reichsanstalt 1879 29. Bd.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 029

Autor(en)/Author(s): Drasche Richard Freiherr v.

Artikel/Article: Geologische Skizze des Hochgebirgstheiles der Sierra Nevada in Spanien. 93-122