

räumt und eine Million eigener Bürger und dazu wohl noch eine große Gruppe mit ihm sympathisierender Einheimischer ihrem Schicksal überläßt. Auch ist es in Algerien wirtschaftlich zu stark engagiert. Alle wichtigen wirtschaftlichen Positionen, wie Handel und Verkehr, Schifffahrt, Bergbau, Wein- und Getreidebau und das Bankwesen liegen in seinen Händen. Ein totaler Rückzug hätte unabsehbare Folgen, und der muselmanischen Bevölkerung wäre damit nicht gedient. Der Taumel, den ein solches Ereignis bei ihr hervorrufen würde, wäre rasch verrauscht, und die hungrigen Mägen wären darob keineswegs satt geworden.

Historisch gesehen, läßt sich die Präsenz Frankreichs in Algerien insofern vertreten, als es bloß die Türken als Okkupationsmacht abgelöst hat. Genau wie die Araber selber, ist es,

wenn auch volle zwölf Jahrhunderte später, ins Land eingedrungen. Es hat dabei keinen algerischen oder muselmanischen Staat, den es ja nie gegeben hat, zerschlagen und auch kein algerisches Nationalbewußtsein. Doch hat es eine Bevölkerung, die seit undenklichen Zeiten in Algerien beheimatet ist, gegen ihren Willen kolonisiert. Es sind das die Berber.

Frankreich als Sachwalter der Menschenrechte und der Humanität, als Verteidiger liberaler und demokratischer Ideen wird dem algerischen Volk, wenn es das wünscht, den Zusammenschluß zu einem freien und unabhängigen Staate nicht vorenthalten. Auch ein dereinst unabhängiges Algerien müßte als ein im Westen gelegener Mittelmeerstaat, namentlich wirtschaftlich, sich eng an den Westen, im besonderen an Frankreich, anlehnen.

QUARTÄRE FORMENWELT IM FUSSGEBIET DER SIERRA NEVADA SPANIENS

HERBERT PASCHINGER

Mit 3 Abbildungen und 4 Bildern

Summary: Quaternary landforms in the foothill region of the Spanish Sierra Nevada.

The Sierra Nevada is fringed in the north, west and southwest by wide piedmont surfaces which commence at 1,000—1,200 m. altitude and dip with a slope of 5—10°, and in two distinct steps, towards the foreland. They are erosion surfaces superimposed unconformably over late Tertiary strata and consist generally of limestone breccia, a few metres thick, with a very hard crust. Higher up this crust merges in places with slope breccia. Today the surfaces are dissected by valleys up to 150 m. deep. Owing to the absence of any direct link between the Pleistocene morainic deposits of the Sierra Nevada and the deposits making up the piedmont surfaces, the dating of the latter still remains only relative. According to one fossil find and other indications, the Alhambra conglomerate must be considered of Pluvial age. The piedmont surface with its two steps owes its origin to two periods of Pluvial sheet wash and subaerial erosion. Since solifluction during the cold (glacial) periods reached down to about 800 m. — at Vega near Granada to 650 m. — frost debris also played an important part in their formation. It is likely that there were three Pluvial periods in the Sierra Nevada region.

Die spanische Sierra Nevada war in den letzten Jahren mehrmals Gegenstand morphologischer, besonders glazialmorphologischer Studien. Als vermittelndes Hochgebirge zwischen Alpen und Pyrenäen einerseits und Atlas andererseits kommt ihr auch eine besondere Schlüsselstellung zu. Dabei wurden fast nur die hochgelegenen Gebiete untersucht. Die Ergebnisse hinsichtlich der Piedmonttreppe, der Karbildung, der kaltzeitlichen Vergletscherung, des Spätglazials und der

Beziehungen von Bau und Formenwelt machen das Gebirge zu einem der lehrreichsten und bestuntersuchten des ganzen Mittelmeergebietes. Manche Gebirgsgruppe der Alpen ist heute noch nicht so gut bekannt wie die Sierra Nevada.

Offen geblieben war aber die Frage nach einer Wiederholung der pleistozänen Vereisung des Hochgebirges. H. OBERMAIER und J. CARANDELL nahmen 1916 als erste die nicht sonderlich gut erhaltenen, zwischen 1800 und 2200 m liegenden Endmoränen auf. Sie wiesen sie der letzten Vereisung zu. Spuren einer älteren Vereisung wurden nicht gefunden; H. OBERMAIER möchte aus der lokalen Beobachtung zweier ineinandergeschachtelter Tröge, vor allem im Barranco Guarnón, auf zwei Kaltzeiten schließen (15).

Spätere Beobachter bezweifeln die Berechtigung der Vermutung, wie J. DRESCH, der das Gebirge sehr eingehend untersuchte (6, S. 198), und J. SERMET, der 1933 bis 1935 u. a. den Glazialspuren gefolgt ist (17, S. 737). L. GARCIA SAINZ beobachtete an der linken Seite des Dilar-ales in 2000 m, 1 km unterhalb der W-Moräne,

Erst nach Beginn der Drucklegung wurde mir die Arbeit von P. BIROT und L. SOLE-SABARIS bekannt: La morphologie du sud-est de l'Espagne, in: Revue Géogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest. t. 30, 1959, fasc. 3, S. 119—284. Die Arbeit geht nur ganz kurz auf das Randgebiet der Sa. Nevada ein (S. 247). Die Fläche von Dúrcal wird als villafanchien, die auf ihr liegenden Murenkegel als W angesprochen. Eine Diskussion ist hier nicht mehr möglich.

eine Anhäufung von großen Blöcken, die er als Moräne der vorletzten Vereisung deutet (8, S. 240—243; 9, S. 16, 17). Die Stelle wurde später nicht mehr gefunden, auch von mir 1953 nicht. Vor kurzem versuchte L. HEMPEL aus den in drei verschiedenen Höhengürteln liegenden Karen (2200, 2400—2500, 2900—3100) eine ältere und zwei jüngere Vereisungsphasen abzuleiten (10, S. 276). Er vergißt dabei, daß ein Karniveau nicht einer Schneegrenzlage entspricht. Die Karniveaus schließen sich den Piedmonttreppen an (16, S. 201). K. W. BUTZER und O. FRÄNZLE wiesen kürzlich klar darauf hin (5, S. 94f.). Das starke Ansteigen der pleistozänen Schneegrenze von randlich 2200 m auf zentral 2400—2500 m bei 7 km Abstand ist nicht absonderlich. K. WICHE zeigt, daß die pleistozäne Schneegrenze von den Vorbergen des M'Goun bei 4 km Entfernung zum Hauptkamm um 200 bis 300 m anstieg (18, S. 23).

Bereits bei meinen Arbeiten in der Hauptgruppe der Sierra Nevada im Jahre 1953 war ich überzeugt, daß sich die Frage der Mehrzahl der Vereisungen nur im Vorland des Gebirges lösen lassen würde. Einige Beobachtungen hatten bereits darauf hingewiesen. Leider konnten die diesbezüglichen Geländestudien erst wieder im Frühjahr 1959 fortgesetzt und zu einem gewissen Abschluß gebracht werden. Die Ergebnisse werden im folgenden vorgelegt (Abb. 1).

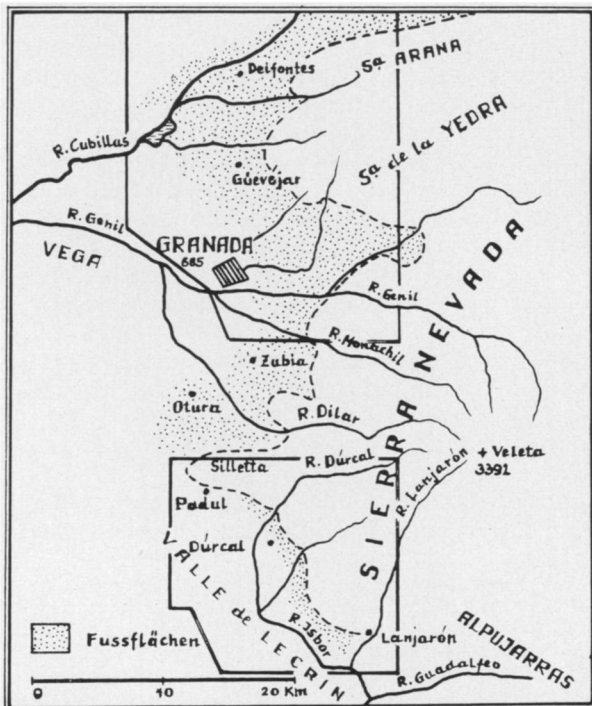


Abb. 1: Skizze des westlichen Vorlandes der spanischen Sierra Nevada.

Die ENE-WSW-streichenden Ketten der Sierra Arana (Orduña 1956 m), der S. de Cogollos und der S. de la Yedra, aus Dolomiten und Kalken der Trias bestehend, fallen an einer ungefähr NS-verlaufenden Linie einige 100 m steil nach W zum Becken von Granada ab (Abb. 2). Dieser Abfall endet auf einer Strecke von rund 15 km in etwa 1100 m Höhe mit dem scharfen, konkaven Übergang in eine bis zu 8 km breite Fußfläche, die der Sierra im N, W und SW vorgelagert ist und die nach dem Orte Güevéjar benannt werden soll. Sie reicht im NW über das Tal des Cubillas hinweg. Diese große Fläche hebt sich scharf vom Gebirge ab und kappt verschiedene Ablagerungen. Südlich Deifontes geht sie über mächtige Ablagerungen kubikmetergroßer, wenig bearbeiteter Kalktrümmer hinweg, die in rötlichgelbem Bindemittel liegen. An anderen Stellen finden sich wieder weiß-graue, feine Sedimente. Höher hinauf zeigen sich grob gebankte Tone mit kantigen bis wenig gerundeten Kalkgeröllen bis zu 1 m³ Größe, die der Sierra Arana entstammen. Auch nach Süden, Granada zu, ist der Aufbau der Fußfläche sehr kompliziert, wie eine kürzlich erschienene Arbeit zeigt (2, Karte). Sie erstreckt sich über Kalke, Mergel, Tone und ältere Konglomerate verschiedener Farbe hinweg. E. AGUIRRE wies für diese Schichten pliozänes Alter nach (2, S. 113f.). Auch die groben ungeschichteten Kalkablagerungen bei Deifontes, die sehr der miozänen kristallinen Blockformation östlich Granada ähneln, sind wohl jungtertiär. Soweit diese Sedimente geschichtet sind, fallen sie schräg ein und werden von der Fußfläche deutlich gekappt. Die Kappung erfolgt durch eine teilweise zerstörte Konglomerat- und Brekzienplatte von mehreren Metern Mächtigkeit, die sich in Form gewaltiger Schwemmkegel aus den Talausgängen der Sierra Arana vorbaut. Sie liegt SE Deifontes in 1100—900 m Höhe, zwischen R. Blanco und R. Bermejo in 1160—880 m Höhe und bestimmt die glatte, unter 4—5° W-SW geneigte Fußfläche, die schon weitgehend zerschnitten ist. Die Konglomeratplatte fehlt vor allem im Bereiche von Calicasas nach SE bis über Fargue hinaus. Die Platte besteht aus eckigen Kalktrümmern, die ein löchriges Bindemittel sehr verkittet. Die Oberfläche der Platte ist vollkommen glatt. Schwache Dellen gliedern sie ein wenig. Einige in der Sierra Arana entspringende große Bäche, darunter die beiden eben genannten, zerschneiden die Fußfläche tief. Die höheren Talhänge sind konkav, nur die tiefsten Hänge bilden eine 10—20 m tiefe Talkerbe.

Bei 800—900 m versteilt sich das Gefälle der Fläche ein wenig. Im N um 770 m, im S um 700 m tritt eine ebenfalls westgeneigte Ver-

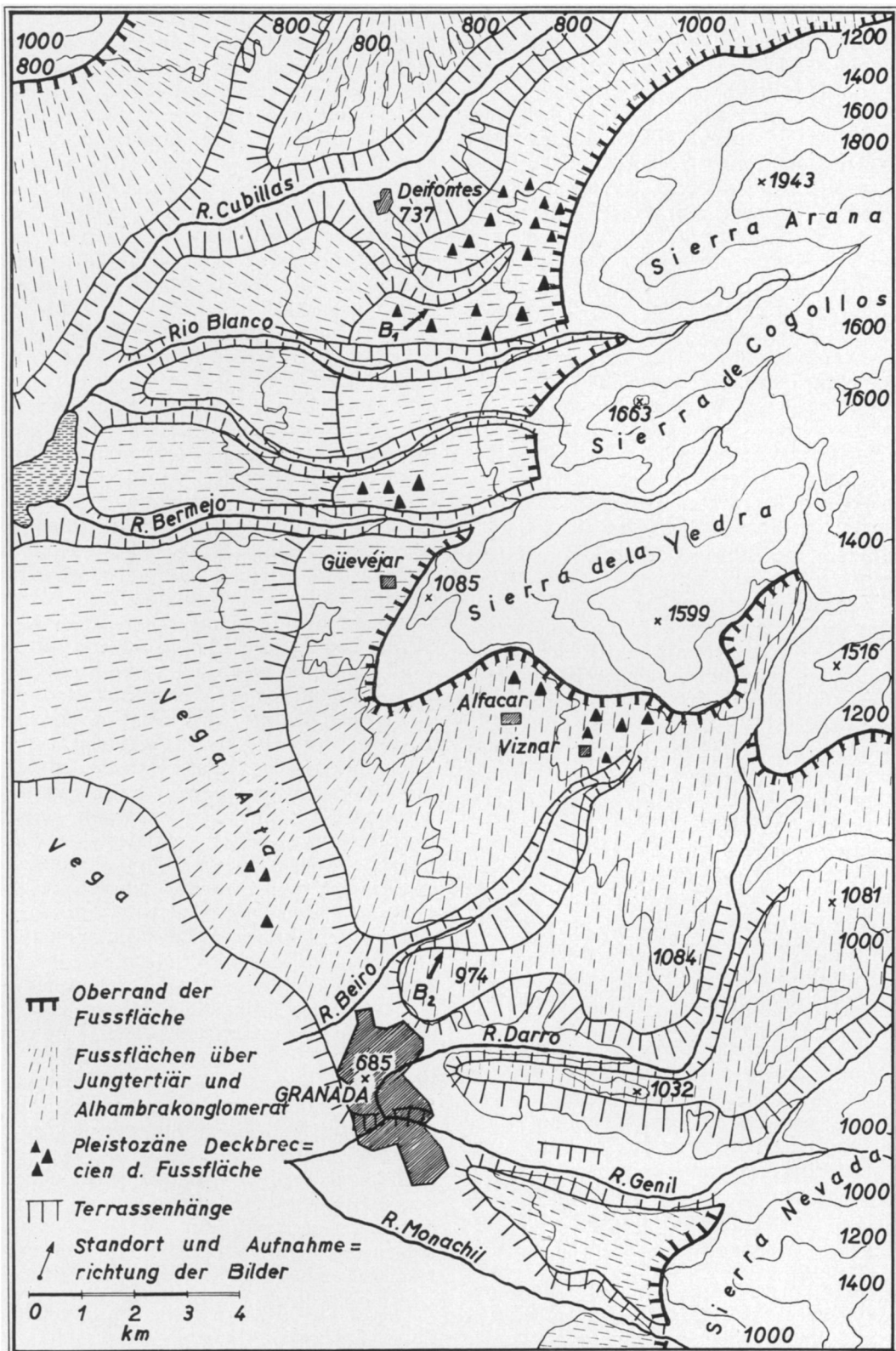


Abb. 2: Fussflächen im NW und W der Sierra Nevada.

flachung auf. Sie ist im N und E des Pantano de Cubillas von Konglomeraten bedeckt, die meist unter bis 1 m mächtiger Braunerde verborgen sind. Die Flur setzt sich über die Cartuja in das Gebiet des südlichen Albaicin (Calle Elvira) und eine breite Verflachung im alten Stadtteil Antequeruela am Südfuß des Alhambrahügels fort. In Form einer den Genil um 15—20 m überragenden Terrasse tritt die Fläche dann wieder 3 km W Cenés de la Vega auf. Kurz vor Cenés wird die Terrasse sehr breit, der Ort selbst liegt auf ihr; an der linken Talseite sind entsprechende Terrassenreste und eine Schwemmelterrasse zu sehen. Nach längerer Unterbrechung gehören dieser Flur die beidseitigen Terrassen von Pinos Genil in 800—820 m an. Ein Aufschluß zeigt murenartig schlecht geschichtetes, wenig bearbeitetes Material, kristalline Blöcke in viel Feinschutt. 50 m über dieser Fläche ist bei Cenés stellenweise eine stark zerstörte höhere zu sehen. Die beiden Fluren lassen keine weitgehenden Schlüsse zu.

Diese tiefere Flur fällt einige Zehner von Metern steil zum R. Cubillas ab, der in einem 200—300 m breiten Talboden ein wenig eingeschnitten dahinfließt. Der Fluß biegt nach W ab; südlich dieser Stelle geht die tiefere Terrasse allmählich in die Vega Alta über, die mit kaum merkbarer Stufe in die tiefere Vega ausläuft.

Am Gebirgsfuß liegen der Fläche z. T. sehr grobe Hangbrekzien auf, die ziemlich steil einfallen. Auch sie sind schon stark zerschnitten. E. AGUIRRE kartiert die Vorkommen um Alfacar und Viznar genau (2, Karte).

Im großen gesehen ist die Fußfläche von Güevéjar eine weit von der Sierra Arana nach W vorgebaute, konvexe, stark zerschnittene Fläche, die sich über verschiedene jungtertiäre Schichten spannt und ehemals wohl eine geschlossene Konglomeratbedeckung aufwies.

Der S-Seite der Sierra Arana, die hier rund 1500 m Höhe erreicht, ist zwischen den Orten Viznar und Quantar eine breite, stark zerschnittene Fläche vorgelagert, die in 1200 m einsetzt und gegen SW abfällt. Sie erreicht im NE von Granada im San Miguel noch 974 m, im E der Stadt oberhalb der Alhambra fast 1000 m. Auch diese Fläche schneidet schräg über die pontischen Basiskonglomerate, die Tone von Fargue und ein jüngerer Konglomerat hinweg, das als Alhambrakonglomerat zwar schon lange bekannt ist, aber erst kürzlich eingehend behandelt wurde (1,3). Diese 300 m mächtige, auf den jungtertiären Tonen von Alfacar diskordant liegende Serie ist lokal recht verschieden ausgebildet. An der Alhambra (790—800 m) ist es ein meist graues Konglomerat, das nur stellenweise rötlich an-

gewittert ist. Es stellt eine kaum geschichtete, vielfach ungeschichtete Anhäufung von bis kopfgroßen Geröllen dar. Weit überwiegen mäßig bis kaum gerundete Trümmer des Kristallins der Sierra Nevada, dazwischen kommen auch fast eckige Trümmer von Dolomiten des Triasmantels des Gebirges hinzu. Mehrfach sind hier Stücke roten Tones eingebakken. Ein sandiges Bindemittel verfestigt die Gerölle in tieferen Lagen stark, so daß das Konglomerat als Baustein verwendet werden kann. Die Kalkgerölle sind manchmal hohl. Die ganz schwach angedeutete Schichtung wird besonders durch die Einregelung flacher Gerölle augenscheinlich; ein bestimmtes Schichtfallen läßt sich aber kaum feststellen. Die ganze Ablagerung hat große Ähnlichkeit mit rasch aufgeschüttetem, schlecht bearbeitetem kaltzeitlichem Schutt. Bemerkenswert ist, daß die nächsten Vorkommen kristalliner Gesteine von der Alhambra 14 km entfernt sind. Der Hauptteil des Gerölls hat mindestens diese Entfernung ohne größere Bearbeitung zurückgelegt. E. AGUIRRE beschreibt das Konglomerat nördlich von Granada bei Fargue (900 m). Hier ist eine gewisse rhythmische Aufschüttung zu erkennen, indem mächtige Komplexe mit grobem Geröll beginnen, das nach oben zu feiner bis sandig wird, worauf wieder eine grobe Basislage folgt. Dazwischen finden sich auch tonige Komplexe. Die höheren Lagen der Schotter sind ganz locker und werden in Sandgruben ausgebeutet. Auch hier ist das Material trotz der Nähe des Mesozoikums der Sierra Arana (4 km) überwiegend Kristallin. Die einzelnen Bestandteile sind hier etwas besser gerundet als im Konglomerat nahe der Alhambra. Die Gerölle sind wenig angewittert, die ganze Ablagerung ist einheitlich grau gefärbt. Bei Fargue läßt sich durch eine gewisse Schichtung und die Einlagerung flacher Gerölle ein Fallen von 10° NE feststellen. Längere Stücke liegen senkrecht zum Fallen der Schichten. Die ganze Ablagerung sieht im frischen Anschnitt der Schottergrube recht jung aus und vermittelt den Eindruck eines riesigen Murenkegels, der bereits wieder stark abgetragen und zurückgeschnitten ist. In den höchsten Schichten bei Fargue fand E. AGUIRRE einen Zahn von *Equus sp.*; daher sieht er die bisher für jungpliozän (villafranchien, Lit. 4, S. 73) gehaltenen Alhambrakonglomerate als pleistozän an, ohne aber genaueres sagen zu können (1, S. 139). Aufgelagert ist dem Schotter hier ein mehrere Meter mächtiger rötlicher Verwitterungsboden.

Die in 900—1000 m Höhe gelegene Oberfläche des Alhambrakonglomerats weist zahlreiche Muldentälchen auf, die dellenartig zu den scharf und tief eingeschnittenen Tälern des Beiro und Darro

und deren Seitenbäche ziehen. Die Zerschneidung ist wesentlich schärfer als im Bereiche der Fläche von Güevéjar. Daran ist wohl das Konglomerat beteiligt. Bemerkenswert ist aber, daß mit dem Alhambrakonglomerat sehr große Höhen ganz nahe an die Vega herantreten. Auf eine Entfernung von nur 2 km erhebt sich der Hügel von San Miguel 300 m über das Zentrum von Granada. Hier findet kein allmähliches Abdachen wie im Bereiche der Fläche von Güevéjar statt. Wohl unterbrechen bei 790—800 m (Alhambra, Friedhof usw.) und, wie schon oben erwähnt, in rund 700 m breite Terrassen den Abfall. Aber er bleibt überraschend hoch. E. AGUIRRE möchte deshalb eine NW-SO-streichende Antiklinale annehmen, die diese jungen Schotter relativ stark herausgehoben hat (1, S. 139). Junge, bis in das Quartär reichende Bewegungen am W-Rand der Sierra Nevada werden auch in jüngster Zeit von mehreren Seiten bestätigt (7, S. 1326).

Auch hier im NE von Granada überzieht aber eine Fußfläche jungtertiäre Schichten und das Alhambrakonglomerat. Die Fläche ist zwar stark zerschnitten, aber klar ausgebildet. Sie setzt um 1200 m an und dacht mit wenigen Grad Neigung nach S und SW ab. Sie verflacht aber immer mehr und scheint im Bereiche des unteren Darro-Tales, am Rand der Vega, aufgebogen zu sein, so daß sie mit 1000 m Höhe an die Bucht von Granada herantritt. Vielleicht hängt mit dieser mutmaßlich jungen Heraushebung das scharfe Knie des Darro und die deutliche Asymmetrie des Querschnitts von Tälern östlich Granada zusammen. Auch der Querschnitt des etwas südlicher in gleicher Richtung verlaufenden unteren Genitales ist asymmetrisch.

Das Alhambrakonglomerat setzt sich auch südlich des Rio Genil fort. Es ist mehrfach als graues oder rötliches, sehr festes Trümmergestein am Camino de los Neveros angeschnitten und zeigt auch hier die oben erwähnten Eigenschaften. Die Bänke fallen unter 10° W. Bei 800 m ist der Schotter kaum verfestigt, grob, mäßig gut gerollt und hat das gleiche frische Aussehen wie bei Fargue. Längliche Stücke sind in Richtung des Fallens eingeregelt. Bei Kote 903 endet das Alhambrakonglomerat. Hier heben sich unter ihm graugelbe, westfallende Mergel des Jungtertiärs heraus, die an den nach E gerichteten Steilstufen in Badlands aufgelöst sind.

Zwischen 840 und 920 m, z. T. noch auf Alhambrakonglomerat, z. T. auf dem Tertiär, liegen mit roten Lehmstreifen wechselnde, unter 8° westfallende Bänke von eckigem Schutt aus Kristallin und Kalkbrekzie, die stark zersetzt ist. Aufschlüsse an der neuen Forststraße zeigen sackförmiges Eingreifen von Schutt in die Lehm-

unterlage; der Schutt ist auffallend fein und kantig, längliche Stücke sind senkrecht zum Gefälle eingeregelt. Fossile Fließerde und Erscheinungen des Frostbodens reichen hier also bis 840 m herab.

Südwestlich von Granada setzt an der Triaszone der Sierra Nevada eine 6 km breite Fußfläche in 1200 m Höhe an. Sie reicht vom Rio Monachil bis über den Rio Dilar. Die Fläche ist in höheren Lagen fast eben, senkt sich mit zunehmendem Gefälle konvex gegen die Vega Alta, die in 740—780 m wieder eine Verflachung bildet. Die beiden Stufen entsprechen durchaus denjenigen der Fläche von Güevéjar und sollen nach dem Orte Zubia benannt werden. Zahlreiche Barrancos sind meist seicht in die höhere Fußfläche eingeschnitten und öffnen sich auf die untere Stufe. Zwischen den Barrancos liegen breite Riedel. Die Fußfläche hat den Zusammenhang mit dem Bergland bereits größtenteils verloren, indem der Arroyo de Huenes als subsequentes Gewässer in den Monachil mündet und sich bis zu 200 m tief zwischen Berghang und Fußfläche eingeschnitten hat.

Die Fläche kappt wie bei Güevéjar unter $20\text{--}25^\circ$ westfallende, leicht verbogene jungtertiäre Schichten (kristalline graue Tone, Sande, Schotter mit großen Kristallinblöcken). Die Schichtköpfe sind im Arroyo de Huenes gut aufgeschlossen, und sie lehnen sich auch östlich des Grabens an die Triaszone der Sierra. Auch die Barrancos schneiden das Tertiär mancherorts an; an anderen Stellen ragt es in nach dem Gefälle langgestreckten kleinen Hügeln über die Fläche auf. Die konvex geneigte Oberfläche bildet eine bis 5 m mächtige Brekzientafel; sie besteht aus feinem, eckigem Dolomitschutt und enthält kantige und gerollte kristalline Blöcke aus dem Liegenden und gut gerollte Roterdestücke. Zwischen stark verfestigten Bänken liegen weniger feste Schichten, wodurch sich Halbhöhlen bilden.

Ähnlich sind die Verhältnisse im W des Rio Dilar, wo am Nordhang der Silleta (1524 m), eines dolomitischen Auslaufrückens der Sierra Nevada, in rund 1000 m eine Fußfläche ansetzt und mit einem Gefälle von rund 2° konkav ausläuft. Sie sei nach dem Orte Otura benannt. Auch diese Fläche ist zweigeteilt, die höhere Flur liegt in 880—1000 m, die tiefere in 800 m und gehört der Vega Alta an. Der Rio Dilar schneidet beide Fußflächen in hohen Hängen an. Verfestigte Bänke kristallinen Schotters mit riesigen Trümmern werden bloßgelegt. Aus trockenen Tälchen der Silleta lagern sich steile Murenkegel auf die Fußfläche.

Wesentlich andere Verhältnisse treffen wir im Südwesten und im S der Sierra Nevada (Abb. 3).

felsigen, kahlen Hängen an das Becken von Padul-Dúrcal (ca. 800 m), einen Teil des Valle de Lecrin, heran. An den Südhang der Silleta und den Südwesthang der Sierra Nevada zwischen Padul und Nigüelas lehnt sich eine schräge Fläche. Sie setzt wenig über 900 m an, weist ein Gefälle von etwa 10° auf, ist aber nur 2 km breit, was im Vergleich mit den riesigen Flächen bei Granada auffällt. In diese Fläche hineingebaut sind die großen Schwemmkegel des R. Dúrcal und des R. Torrente. Von den Hängen fließt stellenweise viel frischer Schutt nach.

Der R. Dúrcal zerschneidet diese Schrägfläche 80 m tief. An der Straßenbrücke nordwestlich des Ortes Dúrcal zeigt sich folgendes Profil: Zu unterst liegen große Blöcke von Kristallin, mit wenigen Kalkblöcken zu einem festen Konglomerat verbunden; darüber finden sich fast reines Kalkkonglomerat, darüber mehrere Meter mächtige Schichten gerundeten Kristallins, darüber eine 10 m mächtige rötliche Anhäufung von kaum gerundeten Blöcken bis zu 1 m³ Inhalt. Weit verbreitet liegt auf diesen Ablagerungen eine stark zementierte Kalkbrekzie, die mit ihren kleinen, eckigen Bestandteilen sehr derjenigen der Flächen von Güevéjar und Zubia ähnelt. Die ganze Ablagerung ist undeutlich gebankt, stellenweise läßt sich ein Fallen unter 10° SW erkennen. In den unter 5° geneigten Schwemmkegel von Nigüelas hat sich der R. Torrente rund 70 m tief eingeschnitten. In tiefen Lagen finden sich rein kristalline Bänke von schwach gerundetem Schutt und große Blöcke. Darüber liegt 10—20 m mächtiger, wild zusammengewürfelter stark verfestigter Schutt aus Kristallin, der sehr grobe Blöcke enthält. Die undeutliche Bankung fällt unter rund 5° nach SW. Eine auflagernde Kalkbrekzie fehlt hier. Die Kalkzone ist im Einzugsgebiet des R. Torrente sehr schmal, die gesamte Ablagerung ist hier fast rein kristallin, der Schutt ist einformig grau. Eine etwa 1 m mächtige Bodenkrume ist örtlich lebhaft rot gefärbt.

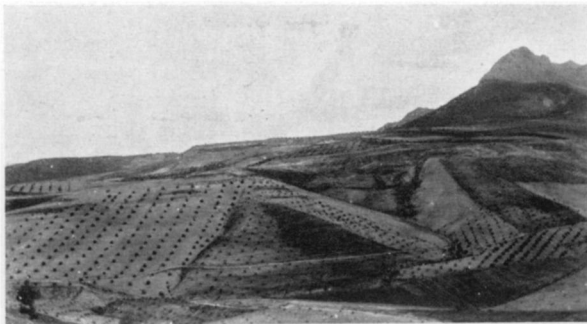
Höchstwahrscheinlich sind die unteren Partien der durch die beiden Gebirgsflüsse aufgeschlossenen Schichten dem Jungtertiär zugehörig. Nur die oberen 10—20 m der Ablagerung dürften diluvial sein. Eine zeitliche Gliederung ließ sich nicht durchführen. Auf jeden Fall säumt auch hier eine wenn auch schmale Fußfläche die Gebirgshänge. Die geringere Mächtigkeit ist durch die tiefe Lage des Tertiärs zu erklären. Das Tertiär, das bei Granada weit über 1000 m am Hang der Sierra Nevada hinaufreicht, beginnt hier bei Padul und Nigüelas bei 800 m.

Ähnlich wie die Fußfläche von Zubia ist die schräge Fläche von Dúrcal bereits durch ein

hangparalleles Tälchen weitgehend vom Bergland getrennt. In diesem Tälchen sieht man die Dolomite mit Harnischflächen und darauf liegenden rötlichen Kalkbrekzien mit 30° Neigung unter die oben erwähnten Ablagerungen einfallen. Auf eine Strecke von 7 km ist hier der Westhang der Dolomitzone der Sierra eine einzige riesige Gleitfläche, gekennzeichnet durch spiegelnde Harnische über Dutzende von Höhenmetern hinweg, die randlich unter der Brekzie hervorleuchten. An dieser Störungsfläche sind die tertiären Schichten abgesunken, so daß die Mulde zwischen Padul und Nigüelas, also nur der Nordteil des Valle de Lecrin, einen tektonischen Graben darstellt. P. BIROT erwähnt östlich Padul Brekzien des Villafranchien (4, S. 73). Es kann sich dabei nur um die den Harnischen aufgelagerten Brekzien handeln. Demnach wäre die Störung jüngstpliozän. Eine Störung diluvialer Vorgänge ist hier nicht nachzuweisen und die heutige starke Schuttlieferung des völlig kahlen Dolomitberglandes ist nicht ohne weiteres auf eine junge Hebung zurückzuführen.

Der zerschnittene Schwemmkegel des R. Torrente setzt sich mit einer Neigung von 5° nach S fort. Die Orte Nigüelas (931 m), Acequias (867 m), Mondújar (738 m), Talará (709 m), Chite (637 m), Melegis (563 m) und Béznar (546 m) liegen auf der nach S geneigten Kegelterrasse. Unterhalb Mondújar ist die Oberfläche der Aufschüttung flach eingemuldet, als wäre auch von den Seitenhängen Material herabgeschwemmt worden. Mit einem Steilhang und stark zerlappt endet die Fläche über der Schlucht des R. Isbor, der sich 200 m tief eingeschnitten hat. Die Fläche von Padul-Dúrcal-Nigüelas umfaßt nur die tiefere Stufe der Fußflächen im Becken von Granada.

Erst wieder am Ausgang der Schlucht des R. Torrente bei Nigüelas finden sich beidseitig 80 m über dem eben erwähnten großen, zerschnittenen Schwemmkegel, der der tieferen Stufe angehört, breite Leisten eines älteren Kegels in Form talausgeneigter Schotterterrassen. Leisten setzen sie besonders im E des Torrente über die oben beschriebene Kegelfläche fort. Bei den Orten Acequias, Talará und Chite sind sie besonders gut erhalten. Es gehören dazu die hohen, mit etwa 5° nach S geneigten Riegel Kote 628—612 und südlich der Kote 802, die die tiefere Fläche von Béznar (ca. 515 m) säumen. Dazu gehört der Rücken von Tablate. Diese noch immer breitflächigen Rücken sind Reste einer weiten, geschlossenen Fläche, die tertiäre Schichten kappt. Am Straßeneinschnitt südlich der Kote 612 zeigt der Aufschluß folgendes Profil: Horizontal gelagertes Tertiär, tonig bis feinsandig und hellgelb, wird von einer Abtragungsfläche



1



3



2



4

Bild 1: Die Fußfläche der Sierra Arana bei Deifontes.
Phot. H. Paschinger

Bild 2: Die Fußfläche von Güevéjar N Granada.
Phot. H. Paschinger

Bild 3: Die Fußfläche von Zubia E Granada.
Phot. H. Paschinger

Bild 4: Die diluviale Terrasse des Rio Torrente.
Phot. H. Paschinger

überzogen und schräg südfallend gekappt. Auf dieser Abtragungsfläche liegt ein graues, kristallines, schwach verfestigtes Konglomerat mit schlecht gerundeten, bis kopfgroßen Stücken. Dieser Ablagerung folgte eine Zerschneidungsperiode, die von der tertiären Unterlage und ihrer Konglomeratkappe nur mehr Rücken übrigließ. An den Hang dieser Rücken lehnen sich rötliche, schräggeneigte Halden der älteren Schuttablagerung und gehen in die Fläche von Talará-Béznar über. In den rötlichen, unter 30° geneigten Hangschuttmassen liegen längliche Stücke quer zum Gefälle. Hier sind demnach zwei Fußflächen ineinandergeschachtelt.

Die Fußflächen von Güevéjar, Deifontes, Viznar, Zubia, Otura, Nigüelas und Béznar sind zweistufig. Nur die wenig ausgedehnte Fläche von Padul-Dúrcal ist einstufig, und zwar der tieferen Stufe der Fußflächen zugehörig.

In allen Fällen übergreift die Fußfläche schräg abradierte tertiäre Schichten. Auf der Korractionsfläche lagern Kalkbrekzien mit harter Kruste. Damit bieten die Fußflächen der Sierra Nevada gegenüber anderen bereits bekannten keine Ausnahme. Erst kürzlich berichtete K. WICHE über Fußflächen bei Murcia (20).

Zur Altersgliederung der Fußflächen können die in den Hochgebirgstälern der Sierra Nevada in 1800—2200 m Höhe liegenden kaltzeitlichen Moränen nicht herangezogen werden. Durch die engen, langgestreckten Täler läßt sich keine Verbindung zum Vorland herstellen. Die der unteren Flur der Fußfläche entsprechenden Terrassen im Genital enden in 850 m Höhe.

Das Alhambrakonglomerat wird seit dem Funde eines Zahnes von *Equus sp.* von E. AGUIRRE als pleistozän angesehen (1, S. 139). Die undeutliche Schichtung, die geringe Bearbeitung der Gerölle und das Auftreten von gerollten Tonstücken weisen auf eine kaltzeitliche bzw. pluvialzeitliche Bildung hin. Die Fußfläche von Güevéjar-Viznar überspannt das Alhambrakonglomerat und ist selbst eine jüngere kaltzeitliche Bildung. Die tiefere Stufe der Fußfläche, die bis auf einen kleinen Abschnitt überall verbreitet ist, könnte einer dritten Kaltzeit angehören. Diese untere Stufe ist stellenweise durch Roterde gekennzeichnet, die nach H. MENSCHING nur in einer feuchten und zugleich warmen Zeit gebildet worden sein kann (13, S. 195). Heute gibt es um Granada mit 475 mm Niederschlag (12, S. 466) keine Roterdebildung mehr, wie

H. KLINGE übersichtsweise mitteilt (11, S. 33). Die Sedimentation war mit dem Einsetzen der Roterdebildung abgeschlossen. Daher kann man auf eine kalte, trockene, schuttreiche und eine folgende wärmere, feuchte Periode der Pluvialzeit schließen.

Fußflächen sind im südöstlichen Spanien sehr verbreitet. Ich beobachtete sie besonders im Tale des Albeida SW Jativa, vielfach im Umkreis der Berge von Alcoy, besonders am Südhang der Sa. Carrasqueta, von der die Fläche bis an das Meer bei Alicante reicht, am SE-Hang der Sa. Espuña SW Murcia, besonders schön am SW-Hang der Sa. de las Estancias, rund um die Sa. de Baza und um Guadix.

Die meisten der erwähnten Fußflächen überspannen graue, feine Sedimente, über die diskordant grobe, eckige, kaum geschichtete, häufig konglomerierte Schotter oder zu Brekzien verfestigter Schutt unter rund 5° Neigung liegen. Im Bereiche der Schotterüberlagerung ist der Boden rötlich, wo sie fehlt, ist er grau. Die Mächtigkeit der Schotterbedeckung hängt unzweifelhaft von der Höhe der umrahmenden Gebirgszüge ab. Alle diese Fußflächen sind scharf und jung zerschnitten und die Zerschneidung geht weiter.

Zusammenfassung: Im N, W und SW der Sierra Nevada säumen den Gebirgsrand breite Fußflächen, die bei 1000—1200 m Höhe ansetzen und sich unter 5—10° Neigung, in zwei Stufen gliedert, gegen das Vorland abdachen. Es sind Korrasionsflächen auf gekappten jungtertiären Schichten, die im allgemeinen von einer mehrere Meter mächtigen Kalkbrekzie mit sehr harter Oberfläche bedeckt werden. Nach oben zu geht diese Kruste stellenweise in Hangbrekzien über. Die Flächen werden heute durch bis zu 150 m tiefe Täler zerschnitten. Da zwischen den diluvialen Moränenablagerungen der Sierra Nevada und den Fußflächen keine direkte Verbindung besteht, bleibt die zeitliche Einordnung der Flächen relativ. Der Schutt des Alhambrakonglomerats ist nach einem Fossilfund und anderen Indizien als pluvialzeitlich anzusehen. Die doppelt gestufte Fußfläche verdankt zwei Perioden pluvialzeitlicher Flächenspülung und Korrasion ihre Entstehung. Frostschutt war bei diesen Vorgängen stark vertreten, da die kaltzeitliche Solifluktion bis rund 800 m herabging. Drei Pluvialzeiten sind im Gebiete der Sierra Nevada wahrscheinlich.

Literatur

1. AGUIRRE, E., Una prueba paleomastológica de la edad cuaternaria de los Conglomerados de la Alhambra (Granada). *Estud. Geol.*, vol. XIII, núm. 34, Madrid 1957, S. 135—140.
2. —, Novedades paleomastológicas de la depresión de Granada y estratigrafía de su borde NE (Alfacer). *Estud. Geol.*, vol. XIV, núm. 38, Madrid 1958, S. 107—120.
3. —, Notas sobre estratigrafía de las depresiones andaluzas. *Estud. Geol.*, vol. XIV, núm. 38, Madrid 1958, S. 121—126.
4. BIROT, P., Notas sobre la evolución morfológica de las cadenas béticas centrales. *Estud. Geograf.*, vol. XIV, núm. 50, Madrid 1953, S. 67—74.
5. BUTZER, K. W., u. O. FRÄNZLE, Beobachtungen über die Präwürm-Vereisung auf der Iberischen Halbinsel. *Ztschr. f. Geomorphol.*, 3. Bd., 1959, S. 85—97.
6. DRESCH, J., De la Sierra Nevada au Grand Atlas. Formes glaciaires et formes de nivation. *Mélanges de géographie et d'orientalisme, offerts à E. F. GAUTIER*. Tours 1937, S. 194—212.
7. FONTBOTÉ, J. M., Tectoniques superposées dans la Sierra Nevada. *Comptes rend. des Séances de l'Ac. des Sciences*, t. 245, 1957, S. 1324—1326.
8. GARCIA-SAINZ, L., El glacialismo cuaternario de Sierra Nevada. *Estud. Geograf.*, vol. IV, núm. 11, Madrid 1943, S. 233—254.
9. —, El clima de la España cuaternaria y los factores de su formación. Valencia 1947, 179 S.
10. HEMPEL, L., Zur geomorphologischen Höhenstufung der Sierra Nevada Spaniens. „*Erdkunde*“, 1958, S. 270—276.
11. KLINGE, H., Contribución a la ordenación geográfico-edafológica de las zonas calizas españolas. *Publ. del Inst. de Biología Aplicada*, vol. 26, Barcelona 1957, S. 27—34.
12. MAUREL, J. B., El clima de Granada. *Estud. Geograf.*, vol. XVIII, núm. 69, Madrid 1957, S. 457—480.
13. MENSCHING, H., Karst und Terra rossa auf Mallorca. „*Erdkunde*“, 1955, S. 188—196.
14. —, Entstehung und Erhaltung von Flächen im semiariden Klima. Tagungsbericht u. wissensch. Abhandln. d. Deutschen Geographentags, Würzburg 1957, S. 173—184.
15. OBERMAIER, H., u. J. CARANDELL, Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. *Trabajos Mus. Nac.* Madrid, 1916, 87 S., 15 Taf., 8 Fig.
16. PASCHINGER, H., Morphologische Studien in der Hauptgruppe der spanischen Sierra Nevada. *Mitt. d. Geogr. Ges. Wien*, 1957, S. 199—203.
17. SERMET, J., Sierra Nevada. *Estud. Geograf.*, vol. III, núm. 9, Madrid 1942, S. 727—749.
18. WICHE, K., Klimamorphologische und talgeschichtliche Studien im M'Goun-Gebiet. *Mitt. d. Geogr. Ges. Wien*, 1953, S. 4—41.
19. —, Fußflächen im Hohen Atlas. *Sitz. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien, m.-n. Kl., Abt. 1*, 164. Bd., H. 6/7, 1955, S. 389—417.
20. —, Geomorphologische Studien in Südost-Spanien. *Mitt. d. Österr. Geogr. Ges. Wien*, 1959, S. 390—395.