

# Die Bedeutung der Jungtektonik für die Großformung des M'Goungebietes (Hoher Atlas).

Von **Konrad Wiche.**

(Mit 1 Tafel und 1 Textabbildung.)

Als ein über 700 km langes Kettengebirge durchzieht der Hohe Atlas in ungefähr west-östlicher Richtung den äußersten Nordwesten des afrikanischen Kontinentalblockes. Etwa auf halber Erstreckung scharft sich der Hohe mit dem Mittleren Atlas, der als selbständiges Orogen mit mehr nördlicher Komponente an das Rifgebirge heranstreicht, von diesem bloß durch die schmale Paßregion von Taza-Uschda getrennt. Alle drei Gebirgszüge sind Glieder des großen Faltengebirgsgürtels, der sich rings um das westliche Mittelmeer schlingt. Nach L. Kober (1914, 1930) gehören Hoher und Mittlerer Atlas (von E. Krenkel, 1938, als Marokkiden bezeichnet) dem südbewegten Stamm des alpinen afrikanisch-urasiatischen Orogens an, der sich von Marokko über Algerien und Tunis in den Apennin und die Dinariden fortsetzt. Im Rifbogen, der nach L. Kober (1932) den Atlas mit der Sierra Nevada verbindet, vereinigt sich der afrikanische mit dem europäischen (nordbewegten) Stamm. Die Verbindung zwischen beiden Gebirgssträngen ging im Gebiet des Mittelmeeres erst gegen Ende des Tertiärs verloren. Wie aus neueren Forschungen (J. Dresch, 1941; E. Roch, 1941, und J. Bourcart, 1942) hervorgeht, ist für den Hohen Atlas ein Fächerbau kennzeichnend: an der Nordflanke ist eine schmale Zone gegen Norden, an der Südflanke eine breitere gegen Süden bewegt worden. Deckenüberschiebungen, ziemlich bescheidenen Ausmaßes, sind lediglich für den Westabschnitt des Gebirges nachgewiesen, der sich vorwiegend aus bereits variszisch gefalteten Graniten mit einem paläozoischen Sedimentmantel, beide auch alpin gefaltet, zusammensetzt. Östlich des Sattels von Telouet, in breit entwickelten mesozoischen Deckschichten, herrscht ein Faltenwurf von geringerer Intensität, mit asymmetrischen, meist gegen Süden steil einfallenden und oft durch Längsbrüche begrenzten Sätteln, zwischen welche sich ausgedehnte, sehr einfach gebaute Mulden einschalten. Der östliche Atlas ist also hinsichtlich seiner Tektogenese bestenfalls dem Schweizer Jura vergleichbar, wie dies auch L. Kober (1930) betont.

Rif, Mittlerer und Hoher Atlas umfassen, wie der Rand einer Muschel, in weit gespanntem, gegen den Atlantik geöffnetem Bogen, die westmarokkanische Meseta. Sie ist ein Hügel-, bzw. Schichttafelland, deren Höhen von der Küstenebene, zu welcher sie mit

einer Steilstufe abbrechen, gegen den Mittleren Atlas allmählich zunehmen. In weiten Gebieten tritt in der Meseta der nur altgefaltete, variszische Sockel zutage, der sonst vornehmlich von Kreide- und Tertiärschichten bedeckt ist.

Den Fuß des Hohen Atlas begleiten im Norden (Haouz) und im Süden (Sous) Einbiegungs-, bzw. Grabensenken, deren Oberflächen vorwiegend von quartären und jüngeren Ablagerungen eingenommen werden. Das im Kern kristalline, von jüngeren Ergüssen verhüllte Massiv von Siroua verknüpft den Hohen mit dem Antiatlas und mit dessen Fortsetzung im Osten, dem Dj. Sarhro. Antiatlas und Dj. Sarhro sind bereits Teile der saharischen Region. Sie sind zwar im Tertiär gleichzeitig mit dem Atlas epirogen gehoben, aber nicht mehr gefaltet worden.

Der Hohe Atlas erreicht mit drei Gebirgsgruppen, dem Toubkal (über 4100 m), dem M'Goun- (über 4000 m) und dem Ayachimassiv (etwa 3700 m) alpine Höhen. An seiner Nordflanke werden die atlantischen Winde, welche die Meseta und die Ebene des Haouz meist ohne Feuchtigkeitsabgabe überwehen, zum Aufsteigen und zur Kondensation gezwungen. Auf den Kämmen des Hohen Atlas schätzt man die jährlichen Niederschläge auf etwa 800 mm. Das Gebirge ist inmitten von Steppen und Halbwüsten ein Feuchtigkeitsspeicher, das noch in größerer Entfernung, zumindest an den Flüssen, dauerndes Leben ermöglicht. Gegen den Gluthauch der Wüste vermag es Südmarokko nur unvollkommen zu schützen, da es während des Sommers durch föhnartige Süd- und Ostwinde häufig überschritten wird. Alles in allem bezeichnen der Hohe wie auch der Mittlere Atlas den Südrand der Subtropen, die in Marokko weiter äquatorwärts vorstoßen, als im ganzen übrigen Nordafrika. Das Klima des Hohen Atlas gleicht in den wesentlichen Zügen jenem der atlantisch beeinflussten westlichen Mittelmeerländer: starke Beschränkung der an sich nicht bedeutenden Niederschläge auf die kühle Jahreszeit, sehr heftige, jedoch nur episodische Niederschläge in den Sommermonaten und hohe tageszeitliche Temperaturschwankungen zufolge der bedeutenden Sonnenein- bzw. nächtlichen -ausstrahlung.

Ein Großteil des Formenschatzes ist im Hohen Atlas klimabedingt, läßt sich also nur aus dem morphologischen Kräftespiel im gegenwärtigen oder einem vorzeitlichen Klima verstehen und weicht beträchtlich von jenem der Alpen ab. Nur hinsichtlich der Großformung, der ursprünglichen Talanlage und der vorquartären Talgeschichte — beide entziehen sich weitgehend der Beeinflussung durch das Klima — ergeben sich, wie gezeigt werden soll, beachtenswerte Parallelen. Diese Übereinstimmung geht letzten Endes darauf zurück, daß hinsichtlich der jüngsten Tektonik zwischen dem von mir besuchten Abschnitt des Hohen Atlas und den Alpen gewisse Ähnlichkeiten bestehen. Die Frage der Talnetzentwicklung ist nun aufs engste verbunden mit der Feststellung und Deutung ältester Formengruppen sowie mit der Art der jungen Tektonik, die für das Werden des Atlas zum Hochgebirge im morphologischen Sinne maßgebend war. Zwei Fragen stehen also diesbezüglich im

Vordergrund des Interesses: gibt es im Hohen Atlas Reste einer ältesten Gebirgsoberfläche und wie waren die tektonischen Bewegungen beschaffen, die zur ersten Anlage des Talnetzes führten? Zur Beantwortung der Fragen gehen wir von einer Analyse des Formenschatzes aus und schließen von diesem auf die Tektogenese, wobei natürlich auch alle Elemente des geologischen Baues mitberücksichtigt werden.

Die Untersuchungen, über deren Gesamtergebnisse überblicksweise an anderer Stelle berichtet wurde (K. Wiche, 1953), beschränkten sich auf den höchsten Teil des östlichen, vornehmlich aus jurassischen Schichtgesteinen aufgebauten Hohen Atlas (Atlas calcaire). Es sind dies der etwa 40 km lange, nur wenige Kilometer breite Zug des Irhil M'Goun (siehe Skizze), der mit mehreren Gipfeln die Höhe von 4000 m überschreitet sowie dessen zwei nördliche Vorketten (im folgenden wird dieser ganze Gebirgsabschnitt zusammenfassend als M'Gounggebiet bezeichnet).

Die Hauptkette, der M'Goun, folgt einer asymmetrischen Antiklinale, mit steilerem Nord- und flacherem Südflügel, was in den Böschungsverhältnissen der Abfälle des Gebirges deutlich zum Ausdruck kommt. Die Antiklinale, deren Achse nach Osten einfällt, besteht im Kern aus meist dunklen, bis zu 1000 m mächtigen Brachio-

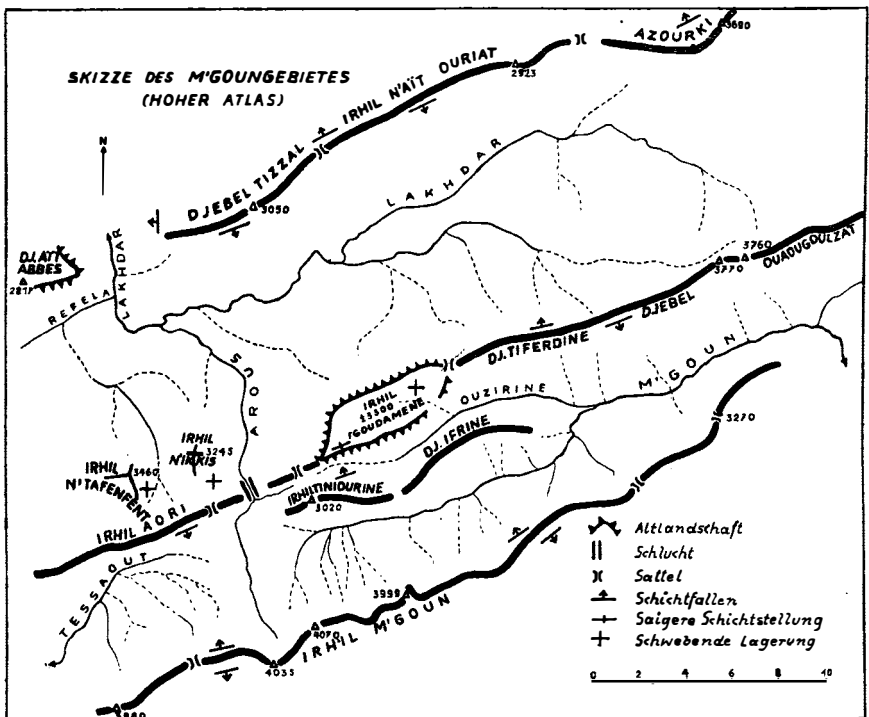


Abb. 1.

podenkalken des marinen Lias (Lotharingien). In diesem sehr widerständigen Gestein liegen der Kamm sowie die oberen Gebirgsflanken.

Der M'Goun ist in seiner ganzen Erstreckung, vom Tessaout im Westen bis zum Durchbruch des M'Gounflusses im Osten, ein plumper, nur wenig gegliederter Rücken (Abb. 2). Lediglich auf der Nordseite greifen zahlreiche Kare und Trichter in das Massiv ein, deren Seitenwände sich häufig zu scharfen, kurzen Graten verschneiden (Abb. 3). Auf der Südseite war der M'Goun nicht vergletschert, hauptsächlich aus klimatischen Gründen, vielleicht auch deshalb, weil tiefer eingesenkte Talenden fehlten. Auf dem Kamm selbst herrschen durchwegs flache Formen vor: niedrige Rücken (z. B. die höchste Erhebung, 4070 m), Kuppen und einige glazial zugeschärfte Pyramiden, dazwischen flache Sättel. Es ist ein Relief von wenigen hundert Metern Höhenunterschieden, das in die flachlagernden Schichten des Scheitels der Antiklinale eingeschnitten ist, bzw. die Schichten dort, wo sie beiderseits abbiegen, kappt. Für die Entstehung dieses Reliefs kommt selektiv arbeitende Denudation nicht in Betracht, da es sich durchwegs um homogenes Gestein handelt. Die meisten Sättel sind sehr breit und manche zeigen keinerlei Beziehung zu den seichten Hanggräben oder den Karen. Eine nachträgliche Schartung eines ehemals einheitlichen Rückens durch Quellerosion scheidet demnach im allgemeinen aus.

Das Relief des M'Gounkammes erweist sich also unabhängig vom Schichtbau und der Widerstandsfähigkeit des Gesteins sowie, größtenteils, unabhängig von den einst glazialen, bzw. derzeit fluviatilen, an den Flanken wirkenden Vorgängen. Es ist daher gestattet, dieses Relief als Rest der ältesten Formengruppe, der ursprünglichen Gebirgsoberfläche des Kalkatlas aufzufassen. Diese besitzt im westlichen und mittleren Teil des M'Gounkammes den Charakter eines Hügellandes, im östlichen Teil sind es ziemlich breite Verebnungen, die ebenfalls von der Struktur unbeeinflusst sind. Von Westen nach Osten nehmen auch die absoluten Höhen ab: von 3800 m bis über 4000 m auf etwa 3200 m. Die Höhenabnahme vollzieht sich konform mit dem axialen Gefälle der M'Gounantiklinale.

Die erste nördliche Vorkette, der Zug Aori (etwa 3400 m)-Dj. Ouaoougoulat (3770 m), schließt sich gleichfalls einer langgestreckten Aufsattelung an. Sie wird im Westen von liassischen Brachiopodenkalken aufgebaut, die vom Igoudamene (etwa 3300 m) an ostwärts durch blaugraue, stark dolomitische Kalke des Domerien ersetzt werden. Im Gebiet des Irhil n'Tafenent (3460 m) und Ikkis (3245 m) sowie des Igoudamene schwillt der ansonsten schmale Sattel zu einer breiteren Wölbungszone an, mit flach lagernden Schichten in der Scheitelregion. In ihrem Bereich ist auf dem Ikkis ein kleines, auf dem Igoudamene ein ziemlich geräumiges Reststück der alten Gebirgsoberfläche erhalten geblieben. Namentlich der Igoudamene ist ein prächtiger Kalkstock, mit allseits steilen Abbrüchen, gekrönt von Verebnungen und regelmäßigen, niedrigen Kuppen, die über senkrecht stehende Kalkbänke am Südrande des Plateaus glatt hinwegziehen. Auf dem Dj. Tiferdine (3690 m) sind die alten Flächen

bloß durch schmale Kammverebnungen angedeutet, auf dem Dj. Ouagoulzat sind sie bereits völlig aufgezehrt worden.

Eine dritte, wieder aus Jurakalken bestehende Sattelzone, setzt die nördlichste Kette, vom Dj. Tizzal (3050 m) über den Irhil n'Ait Ouriat (2923 m) bis zum Azourki (3690 m) zusammen. Bei letzterem tritt an Stelle der Antiklinale ein Paket nordfallender Schuppen. Der Kamm, der nur von wenigen Übergängen gegliedert ist, trägt vor allem auf dem Tizzal einen eindeutigen Hochflächenrest, dessen Relief im Rahmen eines Hügellandes bleibt. Ausgedehntere Plateaus treten jedoch erst westlich vom Lakhdar und im Hintergrunde des Refelalales auf. Es sind dies die Hochflächen des Dj. Ait Abbes (2817 m) und des Rhat (3718 m, in der Skizze nicht enthalten), auf dem die Altlandschaft des M'Gounggebietes den weitaus größten Raum einnimmt. Beim Anblick der mehrere hundert Meter hohen Wandfluchten an den Außenseiten des Rhat, zu welchen die weiten Verflachungen der Höhe in krassem Gegensatz stehen, wird man sehr eindringlich an die Klötze der nördlichen Kalkalpen erinnert. Im einzelnen ergeben sich auf dem Rhat stärkere Übereinstimmungen zwischen den Plateauflächen und den zu einer seichten Mulde verbogenen Schichten des Jura, im ganzen werden diese indes von der Gebirgsoberfläche unter spitzem Winkel geschnitten. Der südwest-nordost streichenden Achse der Mulde folgt ein Karstgraben, der im Osten über den Wänden eines tief eingeschnittenen Karstsacktales endet. An den aufgebogenen Rändern liegen die höchsten Erhebungen, die im Südwestteil des Plateaus vergletschert waren und die Verebnungen um 500—600 m überragen.

Die Betrachtung der Höhen der Vollformen des M'Gounggebietes hat gezeigt, daß mit Sicherheit Reststücke einer Altlandschaft nachzuweisen sind, die einst das ganze Gebirge überzog. Diese älteste Formengemeinschaft war ein Hügelland, mit Höhenunterschieden von mehreren hundert Metern, örtlich mit ausgedehnteren Verebnungen, also hinsichtlich ihres Formenschatzes durchaus den Altlandschaften der Alpen vergleichbar. Dieses oberste Stockwerk muß man sich auch im Atlas in geringer Meereshöhe während des Jungtertiärs entstanden denken, ohne daß wir derzeit imstande wären, eine genauere Datierung zu geben. Vermutlich ist jedoch keine ältere als pliozäne Altlandschaft im Atlas erhalten, da noch für die Wende von Miozän zu Pliozän stärkere orogenetische Bewegungen im Atlas nachgewiesen wurden (J. D r e s c h, 1941). Die formengestaltenden Vorgänge gingen während des Jungtertiärs auch in Nordafrika unter tropischen Klimaverhältnissen vor sich, wobei den Flüssen und der stark gesteigerten chemischen Verwitterung der Hauptanteil an der Landformung zufiel. Durch spätere Hebung und dadurch bedingte Belebung der Erosion wurde die Altlandschaft größtenteils vernichtet und blieb nur auf den Wasserscheiden vor der Zerschneidung bewahrt. Der Fossilierung durch den Übergang von oberirdischer zu unterirdischer Entwässerung kommt, im Gegensatz zu den Alpen, im Atlas für die Erhaltung der Plateaus keine große Bedeutung zu, da die Jurakalke wegen ihrer Unreinheit im allgemeinen wenig zur Verkarstung neigen. Hingegen erfuhren die Hochflächen während der

pleistozänen Kaltzeiten, deren im Atlas zwei nachgewiesen wurden (H. M e n s c h i n g, 1953; K. W i c h e, 1953), stärkere Umgestaltungen: nicht so sehr durch die an sich unbedeutende Vergletscherung, sondern durch die außerordentlich wirksame Frostsprengung und Solifluktion im periglazialen Bereich. Infolge dieser flächenhaft wirkenden Denudation erfolgte eine weitgehende Anpassung der Altflächen an die Schichten und eine beträchtlichere allgemeine Erniedrigung, als dies in den Alpen der Fall war. Auch in der Gegenwart dauern, wenn auch mit verminderter Intensität, im Atlas diese Vorgänge noch an, da die Plateaus meist zur Gänze über der Frostbodengrenze (etwa 2700 m) liegen.

Die zweite Frage, deren Beantwortung versucht werden soll, betrifft die Anlage des Talnetzes. Letzteres ist ohne Zugrundelegung einer bestimmten Art der Jungtektonik nur schwer erklärbar. Die Eigenart des Talnetzes wird dadurch gekennzeichnet, daß die Entwässerung nicht, wie zu erwarten wäre, konsequent vom Hauptkamm gegen Norden, sondern durch Längstäler erfolgt, obwohl das M'Goungebiet den innersten und höchsten Teil des Gebirges darstellt. Davon macht lediglich der Arous eine Ausnahme, der in einer imposanten Schlucht den Aorikamm quert (vergl. Skizze). Sein Durchbruch ist jedoch erst während des Eiszeitalters entstanden (K. W i c h e, 1953) und kann bei der Erörterung der ursprünglichen Talanlage außer Betracht bleiben.

Der Lakhdar und die gegenständigen Läufe des Tessaout und des M'Gounflusses folgen Synklinalzonen, die sich zwischen die drei Antiklinalen einschalten. In den Längstälern haben Gesteine des oberen Lias weite Verbreitung, die meist von geringerer Widerständigkeit als jene der Gebirgsketten sind. Es sind dies glimmerreiche, rote Tonschiefer mit abbauwürdigen Salz- und Gipslagern sowie sehr bunte Sandsteine und Konglomerate einer lagunären, permotriassischen Fazies. Der ganze Komplex erreicht örtlich beträchtliche Mächtigkeiten und ist dem Haselgebirge und den Werfenerschichten der Ostalpen sehr ähnlich, worauf schon L. K o b e r (1932) im Rifgebirge hingewiesen hat. Außerdem trifft man in den Mulden auf jurassische Gesteine, wie dolomitische und mergelige Kalke, Sandsteine und Konglomerate. Es überwiegt flache, gebietsweise horizontale Lagerung. Nur untergeordnet gibt es leichte Wellungen, selten steile Schichtstellungen.

Parallel zum Tal des M'Gounflusses verläuft jenes des Ouzirine. Es knüpft sich an eine Verwerfung, die die saigeren Kalkschichten des Südabfalles des Igoudamene von den flachlagernden Sandsteinen des Irhil Tiniourine scheidet und von Westen, aus dem Aroustal, gut zu beobachten ist.

Zwischen den Großformen und dem geologischen Bau besteht im M'Goungebiet, wie aus dem Gesagten hervorgeht, eine bemerkenswerte Übereinstimmung. Die hohen Gebirgszüge liegen in meist schmalen Sätteln harter und mächtiger Kalke, die Täler folgen geräumigeren Mulden in weicheren Schichtgliedern. Allein, mit der Anpassung des Talnetzes an das Gestein kann dieses nicht restlos erklärt werden. Die Flüsse folgen nämlich bloß mit einem Stück

ihres Oberlaufes den Synklinalen und verlassen diese, um durch die hohen Talumrahmungen gegen Norden oder Süden durchzubrechen, wo die weiten Längstäler durch enge Quertäler abgelöst werden. So stoßt der Lakhdar, nach einem scharfen Knie, durch die harten Kalke des Zuges Tizzal—Dj. Abbes, obwohl er seinen Lauf in weichen Gesteinen gegen Westen fortsetzen könnte. Ebenso bricht der M'Gounfluß unvermittelt gegen Südosten aus und quert dieselbe Kette, der er im ganzen oberen Laufstück parallel folgt. Beide Durchbrüche sind an tektonische Linien geknüpft. Am Lakhdar biegen die Schichten des westlichen Tizzal steil gegen den Fluß ab. Am Dj. Abbes herrscht wieder flache Lagerung. Diese Störungszone dürfte in geologisch junger Zeit neu belebt worden sein und dem Fluß den Weg quer durch die Kette gewiesen haben. Noch klarer liegen die Verhältnisse am M'Gounfluß. Er folgt nach seiner Umbiegung gegen Südosten einer Einwalmung im Streichen der M'Gounantiklinale, die durch deren axiales Gefälle gegen Osten angezeigt wird. Die Jugendlichkeit dieser Verbiegung wird dadurch bezeugt, daß sie, wie erwähnt, auch die Flächen auf den M'Gounkamm betroffen hat, die konform mit den Schichtachsen absinken.

Auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse betreffend die ältesten Formenreste und die Talanlage, ergibt sich für die jungtertiäre Morphogenese des M'Goungebietes das folgende Bild. Vermutlich im älteren Pliozän dehnten sich im Bereich des betrachteten Raumes ein niedriges Hügelland und breitere Verebnungen aus. Schon auf diesem Flachrelief waren die Grundzüge des heutigen Talnetzes festgelegt. Dieses kann aus der das ganze Gebirge umfassenden, weitgespannten Aufwölbung allein nicht verstanden werden. Bei einfacher, von den Rändern gegen das Innere an Hebungsintensität zunehmender Aufwölbung, hätte sich vom Scheitel des Gebirges, dem M'Gounkamm, ein konsequentes Entwässerungsnetz entwickeln müssen. Die Existenz von Längstälern in der innersten Zone des Kalkatlas ist ein Hinweis darauf, daß die junge, für die Großformung entscheidende Tektonik, ein räumlich verschiedenes Hebungsmaß besaß. Die Zonen stärkeren und schwächeren Emporsteigens des Gebirges sind jedoch nicht zufällig angeordnet, sondern lehnen sich eng an ältere Strukturen an. Den während der alpidischen Faltungen im Atlas entstandenen Synklinalen und Antiklinalen tastete die junge Morphotektonik in Form flacher Wellungen nach, die in einem mehrzyklisch gefalteten Gebirge, wie dem Atlas, natürlich nicht mehr aus dem Schichtbau herausgelesen werden können. Diese Großfalten, wie wir die Wellungen im Anschluß an A. und W. Penck (1924) nennen — von H. Stille (1924) werden sie auch als *Undation* bezeichnet —, können nur aus den Großformen erschlossen werden. Die bei der morphologischen Gebirgswerdung zurückgebliebenen, mit den älteren Synklinalen kongruenten jüngeren Einwalmungszonen, zogen bereits auf der ersten Gebirgsoberfläche die Gewässer an sich, wodurch sich das Vorhandensein der Längstäler des Lakhdar, des Tessaout und des M'Gounflusses erklärt. Die Flüsse brachen aus den Einwalmungszonen an jenen Stellen aus, wo sich im Bereich der Aufwölbungen Quermulden einschalteten. Auch diese

knüpften an ältere tektonische Linien an, wie sich an den Durchbrüchen des Lakhdar und des M'Gounflusses erweisen läßt. Die Jungtektonik, die im M'Gounggebiet zur weitgehenden erosiven Zerstörung des jungtertiären Flachreliefs führte und welche für die heutige Höhenverteilung der Altlandschaftsreste sowie die Talnetzentwicklung verantwortlich ist, bestand somit aus einer allgemeinen Gesamtaufwölbung des Gebirges, die sich im einzelnen, in Anpassung an ältere Strukturen, in Form von differenzierten Hebungswellen, den Großfalten, vollzog.

Ähnliche Abhängigkeiten zwischen dem Talnetz und dem geologischen Bau dürften auch für den restlichen Teil der Nordabdachung des mittleren Hohen Atlas bestehen, in dessen Bereich die Flüsse mehrmals aus Längs- in Quertäler wechseln. Sichere Schlüsse wären allerdings erst nach weiteren Beobachtungen möglich. Man kann jedoch schon jetzt feststellen, daß im Atlas, wie in den Alpen, echte orogenetische Bewegungen bis in das jüngste Tertiär und wohl auch Quartär andauerten. Sie sind als schwache Nachwirkungen der älteren Tangentialschübe aufzufassen. Im Atlas ist zunächst nur die sehr bedeutende vertikale Komponente der Morphotektonik einigermaßen sicher erfaßbar.

#### Literatur.

- Bourcart, J., und Roch, E., Notice explicative zu: Carte géologique provisoire des régions d'Ouaouizarht et de Dadès 1 : 200.000. Laval 1942.
- Dresch, J., Recherches sur l'évolution du relief dans le Massif central du Grand Atlas, le Haouz et le Sous. Tours 1941.
- Kober, L., Die Bewegungsrichtung der alpinen Deckengebirge des Mittelmeeres. *Pet. Mitt.*, 1914.
- Untersuchungen über die Bauelemente des Apennins in Kalabrien und Sizilien und des Atlas in Tunis und Algerien. *Anz. Ak. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, 1930, sowie *Forsch. u. Fortschr.*, 1930.
- Grundgesetze des Bauplanes des alpinen Europas. *Forsch. u. Fortschr.*, 1930.
- Das Rifproblem. *Forsch. u. Fortschr.*, 1932.
- Beiträge zur Geologie von Spanien und Marokko. *Das Rifproblem. Zentralbl. f. Min. usw.*, B, 1932.
- Krenkel, E., *Geologie Afrikas. Dritter Teil.* Berlin 1938.
- Mensching, H., *Morphologische Studien im Hohen Atlas von Marokko.* Würzburger Geogr. Arb., 1953.
- Penck, A., *Das Antlitz der Alpen.* *Die Naturwissenschaften*, 12. Jg., 1924.
- Penck, W., *Die morphologische Analyse.* Geogr. Abhandl., Berlin 1924.
- Roch, E., Notice explicative zu: Carte géologique provisoire des régions de Demnat et de Telouet 1 : 200.000. Laval 1941.
- Stille, H., *Grundfragen der vergleichenden Tektonik.* Berlin 1926.
- Wiche, K., *Klimamorphologische und talgeschichtliche Studien im M'Gounggebiet.* *Mitt. Geogr. Ges. Wien*, Bd. 95, 1953.



K. Wiche: Die Bedeutung der Jungtektonik für die Großformung des M'Goungebietes  
(Hoher Atlas).



Abb. 2. Die Verebnungen auf dem östlichen Teil des M'Goungammes (etwa 3200 m), aufgenommen von einem nördlichen Vorgipfel. Im Vordergrund dornige Polsterpflanzen (sehr häufig *Astragalus* und *Bupleurum*), die Hauptassoziation über der Baumgrenze.



Abb. 3. Das Kar des Arous auf der Nordseite des M'Goungammes. Im Hintergrund lagern die Schichten flach und biegen zum Beschauer antikalinal ab.