

Werk

Titel: Studien in den Kalkmassiven des Appennin

Autor: Rühl, Alfred

Ort: Berlin

Jahr: 1911

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1911 | LOG_0030

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Studien in den Kalkmassiven des Appennin*.

Von Privatdozent Dr. Alfred Rühl in Marburg a. d. Lahn.

II. Der Monte Matese¹⁾.

Das Massiv des Matese wird gebildet durch eine Kalkscholle von ungefähr elliptischer Gestalt, deren große Achse mit 35 km Länge von Nordwest nach Südost verläuft. Durch zwei stark ausgeprägte Tiefenlinien ist es im Westen und Osten von seiner Umgebung geschieden, nämlich durch das schon im Oberlaufe ziemlich breite Tal des Volturno und seiner nördlichen Zuflüsse, und durch das Tal des Calore. Im Matese erheben sich noch einmal die Appenninen zu Höhen von über 2000 m, denn im Süden erreichen nur noch wenige Gebirgszüge mehr als 1500 m. Es ist dieses Verhalten vor allem durch den Gesteinscharakter bedingt, indem der Matese beinahe ganz aus Kalken zusammengesetzt ist, während im Süden junge Tongesteine mehr und mehr Überhand gewinnen. So steigt der Kalkklotz ziemlich steil und unvermittelt aus der Umgebung auf. Vorwiegend sind es Kalke des Mesozoikums, die sich am Aufbau des Matese beteiligen, und zwar in der Hauptsache solche des Urgons und Turons²⁾; die Basis wird von Dolomiten des Urgons gebildet, die im Norden und Süden heraus-treten. Umhüllt werden die Kalke von sandig-tonigen Gesteinen, die meist dem Eocän zugehören, oder von jungem Schwemmland der Flüsse. Aus von Cassetti mitgeteilten Profilen ergibt sich, daß sich dieser Autor die Lagerungsform sehr einfach vorstellt, indem er annimmt, daß eine flache Synklinale vorhanden ist, die in der Nordsüd-Richtung zusammengeschoben ist. Bis zum Eocän herrscht völlige Konkordanz der Schichten, aber daß die posteocäne Faltung eine viel verwickeltere Struktur erzeugt hat, als es diese Profile angeben, davon konnte ich mich in dem später zu be-

*) Vortrag, gehalten in der Fachsitzung vom 19. Dezember 1910. — Teil I s. Ztschr. 1910, S. 491.

¹⁾ Es sei ein für allemal bemerkt, daß die hydrologischen Zahlenangaben den betreffenden Bänden der Carta Idrografica d'Italia entnommen sind.

²⁾ Cassetti, Appunti geologici sul Matese. Boll. R. Com. Geol. 1893, Bd. 24, S. 329.

sprechenden Becken von Letino überzeugen; hier sind nämlich die eocänen Tongesteine, die in geringer Verbreitung oben auf dem Matese auftreten, sehr steil gefaltet, zum Teil senkrecht gestellt. Das Studium des Schichtbaues bereitet sehr große Schwierigkeiten, da an den sanften Gehängen Wald, besonders Eichen- und Kastanienwald, steht, die steileren mit einem Grasmantel bedeckt sind, und dort, wo dies nicht der Fall ist, die Kalke so stark zerfressen sind, daß sie keinen Einblick in ihre Lagerungsform gewähren. In dem Becken von Gallo ist der Zusammenhang der Kalkmassen so stark gelöst, daß das Gestein in einzelnen Pfeilern aus dem Gehänge heraustritt, die, von weitem gesehen, ganz den Eindruck von Büferschneesäulen erwecken. Nur gelegentlich sieht man an einem Abhang, z. B. an dem Monte Monaco, die Schichtstruktur so klar vor sich liegen, wie sie sich sonst in Kalkbergen häufig offenbart. Schutthalden sind allerdings nur ganz selten anzutreffen, dafür läßt sich aber jene dem Kalk eigentümliche Schutthalden-Imitation, die wir durch Penck¹⁾ aus Bosnien und der Herzegovina kennen gelernt haben, recht häufig beobachten.

Man hat die orographischen Züge des Matese vielfach mit denen des ihm sonst ganz fern stehenden Vesuv verglichen. Wie sich bei diesem aus dem Walle der Somma der eigentliche Krater erhebt, so ist auch der Kern des Matese von einer ringförmigen Einsenkung umschlossen, deren Rand man zunächst übersteigen muß, um zum Gipfel, dem Monte Miletto (2050 m), zu gelangen.

Der Matese wird nämlich ziemlich in der Mitte durch eine seiner Längsachse parallele Einsenkung in zwei Teile geteilt. Steigt man von Süden, z. B. von Piedimonte d'Alife aus herauf, so muß man zunächst Kalkzüge von im Durchschnitt 1300 m Höhe überwinden, um dann wieder auf etwa 1000 m herabzusteigen. Hinter dieser Hohlform erst liegt der Hauptstock des Matese. Diese Einsattelung besteht aus mehreren, durch Kalkriegel voneinander abgeschlossenen Becken, die durch ihren ziemlich ebenen Boden einen starken Kontrast zu den schroffen, sie umrahmenden Bergen bilden. Von West nach Ost sind es die Becken von Gallo (830 m), von Letino (890 m), das Campo di Siccine (1030 m) und schließlich das größte von allen mit 9 km Längserstreckung, das Piano del Matese (1010 m). Dieses letzte Becken ist bei weitem das interessanteste, denn an seinem Boden liegt in 1007 m Höhe, in die nackten und unten mit Buchen bekleideten Kreidekälke eingesenkt, der Lago del Matese. Es ist ein echter Karstsee, dessen Ausdehnung im Laufe des Jahres bedeutenden Schwankungen unterworfen ist; während er im Sommer einen Flächeninhalt von

¹⁾ Geomorphologische Studien aus Bosnien und der Herzegowina. Z. d. D. u. Ö. Alpen-Ver., 1900, Bd. 31, S. 38.

etwa 3 qkm und eine Länge von 4 km besitzt, ist er im Winter 5—6 qkm groß und 5 km lang. Zur Zeit, als ich den See besuchte (Anfang September), war er bereits stark zusammengeschrumpft, man sah daher deutlich die winterliche Wassermarke durch die an den Strand geworfenen Schilf- und Rohrmassen angedeutet. Vor allem war der östliche Teil völlig ausgetrocknet und in einen Sumpf verwandelt worden, der Westen besitzt auch im Sommer stets Tiefen von über 2 m, im Winter sogar von 6 m, so daß man hier stets in kleinen flachen Barken auf dem See herumrudern kann. Dieser See wird gespeist von den zahllosen kleineren und größeren Quellen seiner Umrandung, die durch tonige Einschaltungen des Kalkes bedingt sind¹⁾. Da er allseitig von durchlässigem Gestein umschlossen ist, hat er auch keinen oberirdischen Abfluß, das Wasser verschwindet vielmehr, weil der Boden nur zum Teil undurchlässig ist und meist aus Kalkschutt besteht, an seinem östlichen und südwestlichen Ende in der Tiefe, was sich durch Wirbelbildung an der Oberfläche zu erkennen gibt. Man hat jetzt den westlichen Abfluß abgesperrt, um messen zu können, wie viel Wasser täglich dem See auf diese Weise verloren geht. Eine neapolitanische Gesellschaft will nämlich den Lago del Matese zur Erzeugung elektrischer Kraft für Neapel, dem es daran immer noch stark mangelt, benützen und ihn in einem Stollen nach unten leiten. Dagegen haben aber sofort die am Fuße des Matese gelegenen Ortschaften, vor allem Piedimonte d'Alife und Bojano, aufs lebhafteste protestiert, da die Einwohner der Meinung sind, daß dann ihre Quellen aufhören würden zu fließen, und ihnen ihre Lebensader abgeschnitten würde. Schon eine ganz oberflächliche Betrachtung zeigt, daß der See mit seiner geringen Wassermenge niemals imstande sein kann, die großen Quellen unterhalb zu ernähren. Selbst unter sehr günstigen Bedingungen verfügt der See im Jahre über nicht mehr als 25 Millionen cbm Wasser, während allein die Quellen bei Piedimonte etwa 126 Millionen cbm jährlich abgeben²⁾. Die Gesellschaft hat aber vor kurzem diesen Einwand auch durch einen Versuch völlig entkräftigt, indem sie die Abflüsse des Sees länger als einen Monat verstopft hat, und eine Messung der Quellen hat dann ergeben, daß auch nicht die geringste Verminderung ihrer Wasserführung eintrat. War allerdings die Zeitdauer auch etwas kurz, so wäre es doch, falls ein direkter Zusammenhang zwischen dem Wasser des Sees und dem der Quellen tatsächlich vorhanden wäre, sehr merk-

¹⁾ Sowohl auf der äußeren wie auf der inneren Seite des trennenden Kalkriegels treten diese Quellen auf; ich beobachtete z. B. zwei bei S. Gregorio oberhalb Piedimonte in etwa 800 m und eine andere in 940 m Höhe, auf der anderen Seite eine in 1200 m Höhe.

²⁾ C. I. Volturmo, S. 105. Cassetti scheint aber doch einen direkten Zusammenhang anzunehmen (a. a. O. S. 333).

würdig gewesen, wenn sich nicht irgend ein, wenn auch bescheidener Einfluß hätte konstatieren lassen können. Die Temperatur der Quellen ist das ganze Jahr hindurch konstant, was auch nicht der Fall sein könnte, wäre bei ihnen das Wasser des Sees in hervorragendem Maße beteiligt.

In ihrer äußeren Gestalt sind die anderen drei beckenförmigen Einsenkungen dem Piano del Matese ziemlich ähnlich; sie unterscheiden sich aber sehr wesentlich dadurch, daß an ihrem Boden undurchlässige, tonige Sandsteine, die wegen ihrer grauen Farbe von der Bevölkerung Puzzolan genannt werden, auftreten. So sind denn auch die hydrographischen Verhältnisse grundverschieden. Während wir im Piano del Matese einen Karstsee haben, haben sich in den anderen Hohlformen Flußläufe entwickelt. So entsteht am Südgehänge des Campo di Siccine, von den zahlreichen kleinen Quellen der Umrandung, die allerdings wegen des geringen Einzugsgebietes meist nicht perennieren, gespeist, in 1050 m Höhe der Lete, der am Ausgange des Campo durch einen schmalen Kalkriegel in enger Schlucht hindurchbricht und in das Becken von Letino eintritt. Die Bevölkerung glaubt vielfach, daß der Lete einen Abfluß des Lago del Matese darstellt, was jedoch schon deswegen sich sofort als irrig erweist, weil die Quelle des Flusses über 40 m höher liegt, als der Spiegel des Sees. Im Becken von Letino erhält der Lete noch einen Zuwachs durch einige am Rande befindliche Quellen, wie auch eine gleichzeitige Messung im Juli 1894 im Campo di Siccine und bei Letino ergab, indem dort eine Wasserführung von 1,377 cbm, hier eine solche von 1,836 cbm in der Sekunde festgestellt wurde. Eine derartige Quelle am gegenüberliegenden Gehänge von Letino hat man in Röhren gefaßt, und sie liefert das Trinkwasser für den Ort. Sowie der Fluß aber dann am westlichen Ende des Beckens von Letino auf den äußeren Abfall des ganzen Gebirgsklotzes, der ja aus Kalk besteht, auftritt, verschwindet er bei 886 m in einem mächtigen, steil nach unten gerichteten Ponor, also einer sogenannten Schlundschwinde, in der Tiefe, um dann 100 m tiefer am Aufsenhang des Matese in einer Kaskade wieder hervorzubrechen und sich mit dem Volturno zu vereinigen. Die durch das beträchtliche Gefälle erzeugte Kraft wird bereits jetzt von der „Società Meridionale“ in Neapel zur Erzeugung elektrischer Energie benutzt. Man hat den Fluß oberhalb der Schwinde zu einem See aufgestaut und dann das Wasser in Röhren abwärts geleitet, so daß heute das Verschwinden des Flusses nicht mehr direkt sichtbar ist. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse im Becken von Gallo, das von dem an seinem südöstlichen Rande entspringenden Sava entwässert wird, der nach kurzem Laufe gleichfalls in 808 m Höhe in die Kalke eintritt und entschwindet.

Die Entstehung der Becken ist wohl ohne Zweifel der Ausräumung der weichen, undurchlässigen Schichten zuzuschreiben. Im Piano del

Matese ist der schmale, eingefaltete Gürtel dieser Gesteine bereits gänzlich entfernt, so daß die Entwässerung hier nur noch unterirdisch erfolgen kann, während in den anderen Hohlformen jene Schichten noch die Auskleidung des Bodens bilden, weshalb hier innerhalb der Becken normale Entwässerung möglich ist. Gerade über der heutigen Schwinde des Lete sieht man einen scharfen und tiefen Einschnitt im Kalkgehänge, es ist die Stelle, wo der Fluß früher über die Umrandung hinwegfloß, als er das Becken noch nicht so weit ausgetieft hatte wie jetzt.

Wir sahen, daß der Stock des Matese fast ganz aus Kalken aufgebaut ist, die von undurchlässigen, das Wasser abschließenden Schichten umhüllt sind. Wir werden demnach schon von vornherein vermuten dürfen, daß am Rande des Massivs, im Kontakt mit den tonigen Gesteinen, Quellen zutage treten. Aber die Quellen an der Peripherie sind hier nicht zahlreich, dafür jedoch treffen wir eine Unmenge kleiner Quellen in allen Höhenlagen, die an das Vorhandensein toniger Einschaltungen im Kalkstein gebunden sind. Nur drei verraten sich durch ihre Höhenlage, ihre Temperatur und ihre gewaltige, dabei konstante Wasserführung als wirklich echte Kalkquellen: es sind das die Quellen von Bojano im Norden, von Piedimonte d'Alife im Süden und von Telese im Südosten. Sie treten an den am tiefsten gelegenen Stellen des Zusammentreffens der wasserdurchlässigen und wasserundurchlässigen Schichten auf, bei Bojano liegen sie in 450 bis 550 m, bei Piedimonte in 240 m und bei Telese in 80 m Höhe, und sie stellen die wahren Abflüsse des Innern dar.

Bei Bojano zeigen sich an den äußersten nördlichen Vorsprüngen des Gebirges im ganzen sechs Quellen, von denen jede in einer etwas abweichenden Höhenlage entspringt. Die bedeutendste von ihnen ist die Sorgente Riofreddo mit 1,150 cbm sekundlicher Wassermenge, die östlich von dem Ort in 520 m Höhe aus dem Abhangsschutt in zahlreichen, einzelnen Fäden hervorbricht. Früher stürzte das Wasser in Kaskaden herab; man hat die Quelle jedoch jetzt in einem Häuschen gefaßt, um sie zur Erzeugung von Elektrizität für die umliegenden Ortschaften und vor allem für die Hauptstadt Campobasso benutzen zu können. An Wasserführung kommen ihr noch zwei andere Quellen sehr nahe, die Masseria Majella im Westen von Bojano, aber ganz benachbart, und Pietra Caduta zwischen Bojano und Riofreddo mit je 0,900 cbm. In physikalischer Hinsicht gleichen sich sämtliche Quellen vollkommen, ihre Temperatur beträgt 7,5—8°. Daß eine kleine Verschiedenheit in der Temperatur besteht, findet vielleicht seine Erklärung in dem Umstand, daß sie nicht direkt aus dem Kalk herausströmen, sondern erst einen Mantel von Kalkschutt passieren, der sie auch meist in mehrere Zweige teilt, und auf dessen abkühlenden Ein-

flufs v. Richthofen gelegentlich hingewiesen hat¹⁾. Nur die Quelle Maria di San Polo Matese zeigt eine wesentlich höhere Temperatur, nämlich 8,5°; sie entspringt aber in nur 490 m Höhe in 2 km Entfernung von der Sorgente Riofreddo und ist auch wegen ihrer großen Schwankungen vielleicht nur als ein Ableger dieser Quellen zu betrachten. Diese und noch einige andere, allerdings unbedeutende Quellen vereinigen sich nur wenig unterhalb von Bojano und bilden den Biferno, der von hier an bis zu seiner Mündung ins Adriatische Meer in undurchlässigen Gesteinen verläuft²⁾. Von welcher Bedeutung diese Quellen jedoch für seine Wasserführung sind, ergibt sich daraus, daß der Flufs bereits an dem Vereinigungspunkt der Quellen, also nach einem Lauf von wenigen Kilometern, bereits fast seine ganze ihm zur Verfügung stehende Wassermenge, nämlich 3,700 cbm, besitzt, die sich bis zur Mündung nur auf 4,100 cbm erhöht. Was ihm während seines übrigen Laufes zukommt, beschränkt sich auf den durch gelegentliche Regengüsse gelieferten Zuwachs.

Gerade gegenüber von Bojano, am Südfufse des Matese, findet man bei Piedimonte d'Alife in der Capo Torano genannten Quelle den bei weitem mächtigsten Abflufs des Kalkklotzes. Sie kommt in der Schlucht des Valle Inferno, wenige Schritte oberhalb des Ortes, aus einer fast senkrechten, mehrere hundert Meter hohen Wand in einem flachgewölbten Tore heraus; in der Nähe sieht man noch viele kleine Wasseradern von den Gehängen herabrieseln. Die Wasserführung ist überaus gleichmäfsig und geht niemals unter 3 cbm in der Sekunde herunter, so daß bei Piedimonte nicht nur eine große Fabrik entstanden ist, sondern sich der Ort auch den für Süd-Italien ganz unerhörten Luxus einer Strafsensprengung leisten kann.

Das Wasser der dritten Kalkquelle bei Telese entsteht im Kontakt eines kleinen Kalkhügels, des Pugliano, mit den jungen Alluvionen des Volturno und sammelt sich in einem kleinen See an³⁾. Seine Bedeutung — es geht im Sommer täglich ein Extrazug von Neapel hierher! — verdankt der Ort aber vor allem einer Schwefelquelle von 20—23°, die angeblich bei dem Erdbeben von 1349 entstanden sein soll.

Eine solche direkte Abhängigkeit der Lage der Ansiedelungen von dem Auftreten der Quellen, wie wir sie beim Monte Alburno kennen gelernt haben, läfst sich am Matese nicht beobachten. Auch er ist allerdings

¹⁾ Führer für Forschungsreisende. Neuer Abdruck 1901. S. 121.

²⁾ Die in völlig durchlässigem Gestein liegenden Flächen sind zu 130 qkm, in wenig durchlässigem zu 100 qkm und in ganz undurchlässigem zu 1081 qkm berechnet worden. (C. I., No. 32, S. 455.)

³⁾ Die Carta del Regno d'Italia verzeichnet hier nur eine unbedeutende Quelle, die großen Quellen dagegen nicht; hier wird z. B. die im Osten von Telese gelegene Sorgente Olivella angegeben.

von einem Kranze von Ortschaften umgeben, aber die meisten Quellen sind eben nur ganz unbedeutend. Immerhin ist es doch eine auffallende Tatsache, daß die größten Siedelungen gerade dort zu finden sind, wo die beiden Hauptabflüsse des Kalkmassivs austreten, Piedimonte d'Alife und Bojano. Man sieht sofort, daß dies auch die einzigen Orte sind, die in einer aufsteigenden Entwicklung begriffen sind; es herrscht in ihnen ein regeres Leben, größere Gewerbtätigkeit, und sie machen überhaupt einen weit weniger vernachlässigten Eindruck als die anderen. Wir haben es bei ihnen zum Teil mit recht alten Stätten menschlicher Ansiedelung zu tun, Bojano z. B. existierte schon als Bovianum zu römischer Zeit. Sowohl in Piedimonte wie in Bojano kann man die Erscheinung beobachten, daß die Bevölkerung allmählich von den Höhen heruntergestiegen ist. Während der heutige Ort Bojano in etwa 500 m Höhe — Bovianum lag in der Ebene 488 m hoch¹⁾ — am Fusse des Gebirges sich ausbreitet, steht eine ältere, heute wesentlich kleinere Ansiedelung, Civita Superiore, mit alten Mauern auf einem ziemlich isolierten und steilen Kalkvorsprung 750 m hoch; sie trägt jedoch die deutlichen Kennzeichen des Absterbens an sich. Die Ursache der Abwanderung ist nicht schwer zu finden. In den früheren, unruhigen Zeiten nahm man die mit einer solchen Höhenlage notwendigerweise verbundenen Unannehmlichkeiten — Entfernung von den Quellen und Feldern, Schwierigkeiten des Verkehrs — gern in Kauf, wenn man dafür den Vorteil einer geschützten Lage erhielt. Heute, wo das Schutzbedürfnis geschwunden ist, liegt kein Grund mehr vor, die bequemere Lage einzutauschen. Es kann sich dann nur noch darum handeln, den eingeborenen Hang zur Scholle zu besiegen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse im Süden. Auch hier erhebt sich etwa 250 m über dem aufblühenden Piedimonte d'Alife auf schwer zugänglichen Kalkfelsen das kleine Castello d'Alife, oberhalb dessen man sogar noch vielfach alte Mauern sieht, und etwa 10 km westlich kann man ein gleiches Verhältnis bei S. Angelo d'Alife (370 m) und S. Angelo Vecchio (528 m) konstatieren; aber auch hier gehen die hochgelegenen Ortschaften einem allmählichen Verfall entgegen.

Den Haupterwerbszweig der Bevölkerung bildet natürlich der Ackerbau, sein Betrieb liegt jedoch noch ziemlich im Argen. Der tonige Boden ist zwar nicht von großer Fruchtbarkeit, aber was könnte man nicht doch erreichen, wenn man die vorhandenen Wasserkräfte in besserer Weise ausnutzte! Man läßt das kostbare Wasser beinahe überall abfließen, ohne daß es dem Anbau zugute käme. Gelegentlich findet man einige Mühlen, die durch das Wasser getrieben werden, das ist aber auch alles: von rationaler, künstlicher Bewässerung ist beinahe nirgends eine Spur zu erblicken.

¹⁾ Nissen, *Italische Landeskunde*. Berlin 1902. Bd. 2. S. 793.

Was sich auf solche Weise erzielen liefse, zeigt aufs deutlichste die kleine Sorgente San Nazzaro am Volturno zwischen Isernia und Venafro. Sie hat man zur Irrigation der Felder herangezogen und damit in diesem Gebiet während der Trockenzeit gleichsam eine Oase in der Wüste geschaffen. Wir haben bereits gesehen, daß man allerdings jetzt schon bemüht ist, wenigstens die direkten Wasserkräfte für industrielle Zwecke zu benutzen, wie dies bei Piedimonte d'Alife und am Lete bereits geschieht und wahrscheinlich in der Zukunft in noch weit größerem Maße der Fall sein wird — es ist wohl nur eine Frage der Zeit, daß man auch die Kaskaden des Sava verwerten wird. Diese Anlagen bringen wohl großen neapolitanischen, zum Teil mit ausländischem Kapital arbeitenden Gesellschaften einen glänzenden Profit, für die einheimische Bevölkerung fällt jedoch außer einer einmaligen Abfindungssumme nichts ab. Für die Zukunft zu arbeiten, hat eben der Südtaliener noch nicht gelernt. So kann es denn nicht wundernehmen, daß die Auswanderung nach dem übrigen Europa und vor allem nach den überseeischen Ländern seit etwa 10—15 Jahren gerade auch in diesen Gegenden einen beträchtlichen Umfang erreicht hat. Die Auswanderung hat sich natürlich zuerst nur auf die Arbeitskräfte erstreckt, die auf dem heimischen Boden keine Verwendung finden konnten; sie hat aber dann dieses Maß so stark überschritten, daß es überall an Menschen fehlt, und eine allgemeine bedeutende Teuerung im letzten Jahrzehnt eingetreten ist, die eben ihren Grund hauptsächlich hierin, und nicht etwa in einer Zollpolitik der Regierung findet. Es gilt dies allerdings vor allem von den im Norden des Matese gelegenen Regionen, also vom Tale des Biferno und seiner benachbarten Parallelflüsse. Man erhält hier den Eindruck, als ob das Land einen vernichtenden Krieg durchgemacht habe. Fast nur Frauen und alte Männer bekommt man in den Ortschaften zu Gesicht, die jungen Leute sind fort, und wenn sie auch wiederkehren, so geschieht es doch häufig nur für kurze Zeit. Es gibt Orte, in denen die Hälfte der männlichen Bevölkerung ausgewandert ist. Die Lebensmittelpreise sind zum Teil auf das Doppelte und Dreifache gestiegen: während man noch vor etwa zehn Jahren für 1 kg Fleisch 1½—2 Lire bezahlte, beträgt heute der Preis mindestens 3 Lire, und der Preis eines Kilogramms Käse hat sich in derselben Zeit von 1 Lira gar auf 3 Lire erhöht.

Mit welchen bescheidenen Lebensbedingungen sich die Bevölkerung unter Umständen zufrieden gibt, zeigt der Umstand, daß auch die Höhen des Matese eine nicht unbeträchtliche Besiedelung erfahren haben, und zwar muß auch diese wenigstens teilweise schon recht alten Datums sein, da das kleine Letino von einem verfallenen Kastell überragt wird. Der magere tonige Boden in den einzelnen Hochbecken hat es vermocht, die Menschen hier hinaufzulocken. So steigt am Rande des einen Beckens

Letino terrassenförmig auf, während sich aus der Mitte des sich im Norden anschließenden Beckens Gallo auf einer kleinen Erhöhung erhebt. Die Höhenlage beider Ortschaften ist schon sehr bedeutend: 1000 und 875 m, und wenn man bedenkt, wie schwierig die Zugänge zu diesen Siedelungen über die steilen Abhänge des Matese sind, wie weit entfernt die nächsten Ortschaften, wie lange im Winter häufig eine dichte Schneedecke den Verkehr hemmt, so begreift man das weltabgeschiedene Gepräge und die große Armut, die diese Ortschaften darbieten. Man baut Mais, Weizen und Kartoffeln, alles übrige muß vom Fusse des Gebirges heraufgeschafft werden, da in diesen Höhen natürlich die Bedingungen selbst für den bescheidensten Fruchtbaum oder für Wein nicht mehr gegeben sind. Die Orte stehen also in fast völliger wirtschaftlicher Abhängigkeit von ihrer Umgebung. Das Piano del Matese und das Campo di Siccine weisen im Gegensatz dazu keine geschlossenen Siedelungen auf, nicht einmal ständige Ansiedelungen gibt es hier. Die Zahl der dürftigen Masserien ist dafür um so größer, wegen ihrer Lage zwischen 1000 und 1400 m müssen sie jedoch im Winter verlassen werden, und ihre Bewohner wandern daher in dieser Jahreszeit in die tieferen Ortschaften. Hier spielt die Viehzucht, die jedoch unter den auf dem Matese hausenden Wölfen zu leiden hat, vor allem die der Schafe und Rinder die Hauptrolle, daneben sieht man aber auch hier kleine Weizen-, Roggen- oder Maisfelder. Dazu kommt für die Anwohner des Sees noch der Fischfang, wenn dieser auch nur eine Sorte Fische, nämlich kleine Schleie, liefert.

III. Die Volturmo-Quellen.

Zwischen Sangro und Volturmo zieht in nordnordwest-südsüdöstlicher Richtung ein Gebirgszug, den man die Kette der Meta nennen kann, obwohl der Gipfel der Meta selbst mit 2241 m nicht den höchsten Punkt repräsentiert; der ihr dicht benachbarte Monte Petroso ist noch einige Meter höher (2247 m), aber er bildet nur eine kleine, scharfe Spitze, während der Gipfel der Meta eine massigere Gestalt besitzt. Das ganze Gebirge ist aus Kalken des Eocäns aufgebaut, fast vollständig von einem schmalen Bande miocäner Tongesteine eingehüllt und läuft schliesslich gegen Süden, gegen den Matese hin, in drei ganz schmale, scharfkammige, ebenfalls durch undurchlässige Schichten voneinander geschiedene Kalkvorsprünge aus: den Monte Rocchetta im Osten (900 m), Monte Castelnuovo in der Mitte (1250 m) und die Catenella delle Mainarde im Westen, die in der Marruccia über 2000 m erreicht. Vor dem Fusse der völlig nackten Rocchetta breitet sich eine travertinedeckte Hochfläche aus mit ungefähr 550 m mittlerer Höhe, die sich nach Osten zu bis auf 4 km verbreitert. Hier, an der Trennungslinie der scharf abgesetzten Fläche und des Kalkberges, brechen in der

Mitte die Wasser des Volturno aus dem Felsen (548 m). Schon an der Quelle ein Fluß, durchzieht der Volturno in leicht eingeschnittenem, vielfach gewundenem Lauf die Hochfläche, um dann unterhalb von Castellone al Volturno in Kaskaden auf das tieferliegende, undurchlässige Gestein hinabzustürzen. Schon ein flüchtiger Blick lehrt, daß der kleine schmale Rücken des Monte Rocchetta gänzlich außer Stande sein muß, die Quelle zu speisen (Abbild. 6). Die Messungen haben ergeben, daß man einen Jahresdurchschnitt von 7,000 cbm i. d. Sek. annehmen kann. Bei einer Niederschlagshöhe von 1000 mm, die allerdings bei dem Fehlen benachbarter Beobachtungsstationen nur durch Schätzung ermittelt ist, aber sicher nicht weit von der Wahrheit abweicht, wären 221 qkm höher gelegenen durchlässigen Gesteins notwendig, um die Wassermasse zu liefern. Es ergibt sich daraus, daß man das Einzugsgebiet der Volturno-Quellen anderswo zu suchen hat, und man findet es in dem Massiv der Meta, welches das in ihm zirkulierende Wasser nur zu einem geringen Bruchteil nach Norden zum Sangro und nach Westen zum Liri entsendet. Die westliche Umgebung scheidet aus, da sie zu tief liegt, und dasselbe gilt von dem Kalkgebirge im Süden, das einen kleinen Nebenfluß des Volturno, den Rio Chiaro, ernährt.

Von Norden her trifft bei Castellone die enge Schlucht des Rio Jemmare, das die Kette der Meta im Osten begrenzt, den Volturno. Aber sie ist vollständig wasserlos, da links die Kalke der Meta aufsteigen, rechts die Gehänge von undurchlässigen Gesteinen gebildet werden. Daher kommt es auch, daß dieses Tal gänzlich unbesiedelt ist, obwohl es stellenweise auf den Tongesteinen recht gut aufgebaut ist: es fehlt eben das Wasser. Das Wasser kommt nicht an diesen Gehängen zutage, sondern fließt weiter nach Süden und tritt erst an dem niedrigsten Punkte des Kontaktes zwischen dem Kalke und dem Tongestein am Monte Rocchetta aus. Man sieht also auch hier wieder, wie am Matese, daß eine ununterbrochene Zirkulation des Wassers im Kalk herrscht, daß das Wasser sich nicht in einzelnen Kanälen im Gestein bewegt; andernfalls ist es nicht einzusehen, warum es nicht an zahlreichen anderen Stellen den Kalk verläßt.

Dadurch, daß wir das Einzugsgebiet der Volturno-Quellen so weit entfernt legten, erhalten wir auch eine Erklärung für die sehr auffallenden Schwankungen in der Wasserführung dieser Quellen, die bis 30% erreichen können. Von fünf Messungen ergab die niedrigste 5,770 cbm i. d. Sek. (17. Dezember 1894), die höchste 7,859 (12. August 1895). Am 18. April 1894 betrug die Wassermenge 6,392, am 24. Juli 7,121, am 6. September 6,087 cbm i. d. Sek. Es findet also eine ziemlich beträchtliche Verspätung gegenüber den Niederschlägen statt, die ihre höchste Summe stets in den Monaten November bis Februar besitzen. Es muß eine bestimmte Beziehung zwischen

der Form des Entwässerungsgebietes und den Abflusverhältnissen vorhanden sein. Ist jenes ungefähr kreisrund, so wird das Wasser von allen Seiten fast gleichzeitig den Mittelpunkt des Beckens erreichen, hat es dagegen, um den anderen extremen Fall zu nehmen, eine sehr langgestreckte Gestalt, so wird das Wasser aus den entfernteren Gebieten sehr viel später am Austrittspunkte eintreffen, als das diesem zunächst gelegene. Solche Verhältnisse liegen hier vor. Das in der Hauptkette der Meta niedergehende Wasser, also der wesentliche Beitrag zu den Quellen, braucht sehr viel längere Zeit, um zur Quelle zu gelangen, als z. B. das vom Monte Rocchetta selbst gelieferte, und dadurch wird es verständlich, daß die Regenzeiten sich an den Quellen erst nach einigen Monaten markieren.

Heute wird von den gewaltigen Wassermengen, die der Volturno liefert, in unserem Gebiet fast gar kein Gebrauch gemacht, er fließt dahin, ohne der Bevölkerung irgend welchen Nutzen zu bringen, abgesehen davon, daß er gelegentlich ein paar Mühlen treibt. Und dabei lassen sich dem Quellgebiet allein etwa 16 000 Pferdekräfte entziehen! Es liegt das zum Teil gewiß daran, daß gerade sein Oberlauf ziemlich schwer zugänglich ist, keine größere Verkehrsstraße an ihm vorbeiführt. Von zwei Ortschaften ist der Monte Rocchetta flankiert: Castellone al Volturno im Norden und Rochetta im Süden, beide liegen etwa 200 m über den Quellen. Während Rochetta am Fusse des Gebirges steht, erhebt sich Castellone auf einem kleinen, steil abfallenden Kalkfelsen, auf den die Straße nur mit Mühe hinaufgelangt. So zeigt es eine typische Festungslage, die nur historisch zu verstehen ist, denn die nicht unfruchtbare Hochfläche mit den perennierenden Quellen hätte einen sehr viel geeigneteren und bequemerem Platz zur Ansiedlung geboten. Projekte, den Volturno in seinem Unterlauf zur Bewässerung der Campanischen Ebene besser auszunutzen, stammen schon aus den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts, geschehen ist jedoch bisher noch fast nichts. Aber es wird wohl nun nicht mehr lange währen, bis man etwas Derartiges in Angriff nimmt, ebenso wie man jetzt auch ernsthaft daran geht, das bedeutende Gefälle des Quellgebiets zur Herstellung elektrischer Kraftanlagen zu verwerten.

IV. D E R S A N G R O .

Nur wenige Flüsse des Appenninenlandes sind auf ihrem ganzen Laufe von so hohen Bergen eingeschlossen, wie der Sangro, nur wenige zeigen auch in so schöner Weise den Einfluß des Auftretens von Kalkstein auf die Talformen wie dieser. Sein Quellgebiet liegt nahe der Tyrrhenischen Abdachung der Appenninen im Südosten des Fuciner Sees und ist ebenso wie sein Oberlauf zwischen dem Marsicanischen Gebirge und der Meta-Kette und deren Ausläufern in cretaceische und eocäne Kalke eingesenkt,

zwischen denen an den unteren Talhängen tonige Sandsteine gelegentlich eingebettet sind. Wenige Kilometer nach seinem Ursprung tritt der Sangro bei Pescasseroli (1160 m) in eine grössere, durch undurchlässige Schichten bedingte Talweitung ein, an deren Seite man in der Höhe auf den Colli Bassi und den Colli Neascosi noch einen deutlich markierten, älteren Talboden in 1260 m findet, dessen steil abfallende Ränder erst wenig angeschnitten sind. Weiter unterhalb bei Opi (1250 m) tritt ein schmaler Kalkriegel im Tale auf, der durch seine Höhe seine Zugehörigkeit zu der Terrasse der Colli Bassi dokumentiert und sogleich eine beträchtliche Einschnürung des Talbodens bewirkt, da ihn der Fluß im engeren Cañon durchbricht. In dem sich daran anschließenden Laufstück verbreitert sich das Tal wieder, wenn es auch nicht die Ausdehnung wie bei Pescasseroli erreicht, um kurz vor Villetta Barrea durch den Kalk wieder stark eingeschnürt zu werden. Dasselbe wiederholt sich dann noch einmal, aber am Fusse von Barrea (947 m) verschwindet der Fluß in einer mehrere Kilometer langen Kalkschlucht, deren Wände fast senkrecht niedergehen, und deren Boden nur wenige Meter breit ist, so daß sie absolut unbetretbar ist. Der Austritt erfolgt bei Scontrone, der Oberlauf hat damit sein Ende erreicht, und nunmehr wird das Tal bis zur Mündung beinahe ausschließlich aus tonigen Gesteinen des Miocäns und Pliocäns gebildet. Damit tritt an die Stelle des vielfältigen Wechsels ausgeglichener und unausgeglichener Laufstrecken ein breites Tal, in dem der Fluß auf breitem Schotterbett unruhig sich hin und herbewegt.

Mehrmals kann man beobachten, wie dem Sangro bei seinem Eintritt in die Kalke ganz in der Nähe sehr viel bequemere, weil leichter auszuarbeitende Wege zur Verfügung standen. Es gilt das schon von der Stelle bei Opi, wo in noch nicht 1 km Entfernung von der Schlucht eine tiefe Einsattelung zwischen dem isoliert aufsteigenden Kalkfelsen und dem gegenüberliegenden Gehänge vorhanden ist, der auch die heutige Strafe folgt, vor allem aber für die Gola unterhalb von Barrea. Während der obere Rand dieses Cañons eine Höhe von 1200 m erreicht, schaltet sich zwischen die Kalkvorposten der Meta-Kette und diese Kalkbarriere eine breite, aus tonigen Sandsteinen zusammengesetzte Senke ein, die mehr als 100 m tiefer liegt. Auch sie wird von der Strafe benutzt, die von Alfedena aus nach Barrea und ins oberste Sangro-Tal führt, und die auf diese Weise einen gewaltigen Umweg zu machen gezwungen ist. Es sind diese Verhältnisse wohl nur epigenetisch erklärbar. In einem früheren Erosionszyklus hatte das Gebiet das Stadium der Reife erlangt, wie sich aus den Gebirgsformen und den breiten Terrassen ergibt, worauf später noch ausführlicher zurückzukommen sein wird. Die spätere Hebung zwang den Fluß zu erneuter Tiefenerosion, die aber dann keine Rücksicht auf das

unterlagernde Gestein nehmen konnte, sondern schwer erodierbaren Kalk und leicht zerstörbares Tongestein in gleicher Weise anschnitt.

Der Kontrast zwischen den beiden in so verschiedenartiges Gestein eingesenkten Talstrecken oberhalb und unterhalb von Scontrone markiert sich natürlich auch in dem Verhalten der Quellen und in der Wasserführung des Flusses. Von seinem Ursprung an bis zu seinem Austrittspunkt aus dem Kalk ist der Lauf des Sangro von zahlreichen, über beträchtliche Wassermengen verfügenden Quellen flankiert, die ihm aus dem umrahmenden Kalkgebirge zukommen. Die meisten dieser Quellen treten am Fusse des Gebirges aus, z. B. „Siriente“ und „Sipari“ bei Pescasseroli und „Regina“ zwischen Opi und Villetta Barrea, dort nämlich, wo sich der Fluß bereits in das durchlässige Gestein eingegraben hat. An den Stellen jedoch, wo der Kontakt zwischen diesem und dem Kalk erst in größerer Höhe zu finden ist, haben auch die Quellen eine bedeutendere Höhenlage. So liegt z. B. die „Donne“ genannte Quelle, von der aus Barrea sein Trinkwasser bezieht, und die daher in Röhren abgeleitet wird, am gegenüberliegenden Talhang in 1160 m Höhe. Im Valle Fondillo, ebenfalls zur Rechten gelegen, macht sich der Einfluß der sommerlichen Schneeschmelze schon sehr stark geltend, indem die Wassermenge des Flüsschens im Juli 1901 0,364, im September dagegen nur 0,177 cbm i. d. Sek, also nur die Hälfte, betrug. Die Temperaturen der einzelnen Quellen sind etwas verschieden und schwanken zwischen 7 und 10°. Sehr merkwürdig sind die beiden Quellen, die den Ursprung des Rio Torto, eines von der Meta herabkommenden Nebenflusses des Sangro, bilden. Sie finden sich nämlich in engen Tälern in Höhen von 1600 bzw. 1700 m, haben daher auch eine geringere Temperatur, nämlich 5,8°, und sind wohl nur durch eine undurchlässige Einschaltung im Kalk zu erklären, da das allgemeine Grundwasserniveau ja weit tiefer gelegen ist.

Alles Wasser, welches der Sangro in seinem in undurchlässigem Gestein gelegenen Mittellauf besitzt, stammt von dem kleinen, aber in Kalke eingesenkten Oberlaufe her. Seine geringste Wasserführung beträgt am Ende des Oberlaufs bei Scontrone 2,900 cbm i. d. Sek., er erhält dann gleich darauf noch durch einen ebenfalls aus Kalken kommenden Nebenfluß, die Zittola, einen Zuschuß von 0,080 i. d. Sek.; dann aber bleibt die Wassermenge konstant, bis kurz vor der Mündung der von dem gewaltigen Kalkklotz der Majella gespeiste Aventino noch beinahe 5,000 cbm i. d. Sek. zuführt. Die in dem mit starkem Gefälle versehenen Flusse aufgespeicherte Energie, deren verfügbare Gesamtmenge auf 68 000 Pferdestärken geschätzt worden ist, hat bisher noch fast gar keine Ausnutzung gefunden. Nur 2000 P.S. finden für Mühlen oder lokale Industrien Verwendung, und seit kurzem sind auch, wenigstens im Unterlauf, elektrische Kraftanlagen vorhanden. Was liefse sich nicht

auch hier wieder durch bessere Verwertung schaffen! Nicht nur könnte die Gewerbetätigkeit, die noch ganz in den Anfängen steht, leicht eine weit höhere Stufe erlangen, sondern auch vor allem die Landwirtschaft.

Heute liegen die Verhältnisse namentlich am Oberlauf so, daß der größte Teil der männlichen Bevölkerung für den Sommer nach Apulien wandert, um sich dort das Brot zu verdienen, das ihnen in der Heimat zu erwerben unmöglich ist. So ist denn die Armut groß. *Abbiamo soltanto femmine e fiammiferi*, sagte mir eine Frau in Pescasseroli. Die Anlage der Ortschaften ist hier recht häufig einer gedeihlichen Weiterentwicklung allerdings wenig günstig. Der Mittellauf ist überhaupt arm an menschlichen Siedlungen, und am Oberlauf ist man auch gezwungen, die tiefer gelegenen Punkte, vor allem die Talsohlen, zu meiden und auf den hochgelegenen Kalken anzubauen. So stehen Barrea und Pescasseroli am Rande einer Kalkscholle. In besonders ungünstiger Lage befinden sich Scontrone und Opi, da jenes auf steil nach dem Sangro abfallenden Fels errichtet und für den Verkehr nur schwer erreichbar ist, und Opi auf einem isolierten Kalksporn thront, der ebenfalls vom Tale aus nur in vielen Schlangenwindungen zu ersteigen ist.

V. Die Region der „Altipiani“.

Zu den auffallendsten Zügen des Abbruzzen-Gebirges gehört die Region der tiefeingesenkten Hochflächen, die sich zwischen den Oberlauf des Sangro im Süden und das Becken von Sulmona im Norden einschaltet und die Überschreitung des Querriegels überaus erleichtert. Es handelt sich dabei um eine ganze Anzahl meist zwischen 1200 und 1300 m gelegener, breiter Ebenheiten, die sämtlich der allgemeinen Streichrichtung des Gebirges von Nordwest nach Südost folgen. Die westliche Hochfläche ist zugleich die größte: es ist das Piano delle Cinquemiglia mit etwa 9 km Längserstreckung, dessen Boden sich von 1280 m in der Nordwestecke auf 1235 im Südosten senkt: ein im Durchschnitt 1½ km breites, fast völlig ebenes Becken, dessen Neigung dem Auge nicht merkbar wird. Der Boden besteht aus Kalkschutt mit wenig Roterde und ist größtenteils von mageren Wiesen überzogen. Die Ränder sind scharf abgesetzt und verlaufen geradlinig; die teils nackten, teils von Buchen bestandenen Kalkgehänge sind ausgeglichen und fast gar nicht zertalt, so daß die Formen denen eines Walfischrückens nicht unähnlich erscheinen. Nur an einer Stelle, wo am Monte Pratello ein Kar den gleichmäßig abgeböschten Hang durchbricht, ist auch eine steilwandige Schlucht entwickelt, von der aus sich ein flacher Schuttkegel in die Ebene hineinerstreckt. Eine oberirdische Entwässerung ist nicht vorhanden.

Im Südosten schließt sich an dieses Piano die Regione il Prato, an

deren Rändern sich die durch ihren Wintersport schon recht bekannt gewordenen kleinen Ortschaften Rivisondoli und Roccaraso erheben, und nur durch einen schmalen, niedrigen Riegel getrennt, dehnt sich dann gegen Nordosten die Regione Quarto del Barone aus, in der sich zwei dem Piano delle Cinquemiglia wieder parallel verlaufende Ebenen vereinigen, die Regione Quarto grande und Quarto Santa Chiara, das durch einen Kalkquerriegel von dem nördlich gelegenen letzten Becken, dem Piano Cerreto, abgeschlossen ist. Die äußere Form sowohl wie die Gesteinszusammensetzung ist der des Piano delle Cinquemiglia ganz analog, nur sind in der Regione Quarto Grande an den Gehängen noch miocäne, tonig-sandige Gesteine erhalten, und wird überhaupt der südliche Rand gegen den Sangro hin von diesen Gesteinen und nicht wie sonst von Kalk gebildet. Ein sehr wichtiger Unterschied besteht jedoch darin, daß hier Entwässerungsrinnen ausgebildet sind: ein kleines Flösschen, die Vera, die aus der Regione Quarto grande kommt, sammelt alles Wasser der ja miteinander zusammenhängenden Becken, führt es nach Osten und läßt es schließlich am Rande des Quarto Santa Chiara, dicht bei der Eisenbahnstation von Palena, im Kalk in einem Ponor verschwinden. Da der kleine Flußlauf wegen des minimalen Gefälles zur Regenzeit und überhaupt bei heftigeren Regengüssen nicht imstande ist, alles Wasser in sich aufzunehmen, so verwandeln sich in solchen Zeiten sämtliche Becken in einen Sumpf. Die den Beckenboden erfüllenden Schichten sind also sehr wenig durchlässig, und da die Entwässerung auf unterirdischem Wege erfolgt, muß man annehmen, daß das gesamte Gebiet über dem Grundwasserspiegel des Kalkes gelegen ist; es ähnelt also in dieser Beziehung dem von Grund beschriebenen Nevesinje-Polje¹⁾.

Es ist schwer, sich eine Vorstellung über die Entstehung dieser eigenartigen Formen zu bilden, so lange eine geologische Spezialuntersuchung noch nicht existiert. An eine ausschließlich chemische Ausräumung ist kaum zu denken, da die Gehänge doch teilweise aus undurchlässigen Gesteinen bestehen, und auch die langgestreckte, poljenartige Gestalt dagegen spricht. Es bleiben also noch mechanische Ausräumung und Einbrüche als Entstehungsmöglichkeiten. Will man Brüche verantwortlich machen, so wäre doch der Umstand sehr verwunderlich, daß sie sich nicht weiter fortzusetzen scheinen. Am wahrscheinlichsten dürfte es sein, daß es sich hier um tektonisch vorgebildete, aber durch Ausräumung umgestaltete Hohlformen handelt. Für eine tektonische Anlage spricht die Richtung, die den sonst in den Abruzzen nachgewiesenen Brüchen parallel geht, und

¹⁾ Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abh. 1910, Bd. 9, S. 46.

dafs eine Ausräumung an der Entstehung beteiligt ist, darauf weist das Vorkommen undurchlässiger Schichten am Rande einzelner Becken hin: diese sind eben in einigen bereits gänzlich entfernt, bei anderen noch in geringem Ausmafs erhalten.

Dafs diese zwischen 1200 und 1300 m gelegenen Hochflächen nur eine ganz dünne Besiedelung besitzen, liegt auf der Hand, und so finden wir denn auch in dem ganzen Gebiet nur drei, dazu noch sehr unbedeutende Ortschaften: Roccaraso, Rivisondoli und Pescocostanzo. Das Klima ist schon sehr rauh, im Winter ist monatelang das ganze Gelände unter Schnee begraben, so dafs die hindurchführende Eisenbahn gegen Schneeeverwehung durch hohe Gerüste hat geschützt werden müssen. Aber gerade diese Eigenschaft hat bewirkt, dafs diese Orte in letzter Zeit ein wenig aufgeblüht sind, indem zahlreiche Grosstädter, darunter auch schon mehrfach Deutsche, ihren Sommeraufenthalt in diesen ständig kühlen Regionen nehmen und im Winter sich hier ein ausgedehnter Wintersport entwickelt hat, der bis in den März hinein dauern kann. An einen ausgedehnteren Ackerbau ist natürlich wegen des mageren Bodens und des Klimas nicht zu denken, den Haupterwerbszweig bildet daher die Viehzucht. Wegen der häufigen Überschwemmungen sind die Siedelungen auch hier nicht am Beckenboden, sondern vielmehr auf den Gehängen angelegt, aber Kalkquellen fehlen natürlich, da alle Becken über dem Grundwasserspiegel gelegen sind, ganz. Einige Quellen sind allerdings vorhanden, jedoch durch undurchlässige Schichten bedingt, liefern also kein gutes Trinkwasser; Roccaraso leitet sein Wasser in Röhren vom gegenüberliegenden Monte Tocco aus einer Höhe von 1460 m zu sich.

VI. Die Quellen von Stiffe.

Nicht ohne besonderes Interesse sind auch die Quellen von Stiffe am Steilabfall der Monte d'Ocre-Kette gegen das Alterno-Tal hin. Es treten nämlich in 695 m Höhe, beinahe 150 m über dem Aterno, in einer engen Schlucht Quellen zutage, die früher in Wasserfällen herabschossen, jetzt jedoch in Röhren heruntergeleitet und zur Bewässerung der Felder verwendet werden. Die Temperatur des Wassers schwankt zwischen 10° und 12,5°, und ebenso ist auch die Wasserführung starken Schwankungen unterworfen: im August z. B. betrug sie 0,080, im November 0,227 cbm i. d. Sek., erhält sich jedoch im Sommer ziemlich konstant. Steigt man auf dem „Volte di Campana“ genannten Zickzackpfad die ungemein steilen Kalkhänge hinauf, so sieht man schliesslich in etwa 1300 m Höhe eine Hochfläche vor sich liegen, die sich zwischen den Monte d'Ocre und den Monte Sirente einschaltet und mit ihrem, wenn auch bescheidenen Anbau oasenartig in die Kalke eingebettet ist. Diese Fläche, die man nach einer auf

ihr gelegenen Ortschaft die Hochfläche von Rocca di Mezzo nennen kann, senkt sich vom Monte Rotondo, einem südlichen Ausläufer des Monte d'Ocre, ganz allmählich nach Nordosten bis auf 1250 m, um dann gegen den Aterno hin wieder auf 1300 m anzusteigen. Während sie allseitig von cretaceischen und eocänen Kalken umschlossen ist, besteht ihr Boden selbst aus jungem Anschwemmungsmaterial. Ein paar kleine Abdachungsflüsschen durchziehen die Ebene, um jedoch am Rande, wo sie auf die Kalke aufstoßen, in einer Reihe von Schlundlöchern zu verschwinden. Die dauernde Wasserführung ist hier zu 0,020 cbm i. d. Sek. bestimmt worden, ist also bei weitem außerstande, die Quellen von Stiffe zu unterhalten, die auch bei geringster Wassermenge beinahe das Vierfache dieses Betrages erreichen. Man muß also annehmen, daß die umgebenden Kalke, vor allem der Monte Sirente, an ihrer Ernährung beteiligt sind. Und doch ist ein direkter Einfluß des Abflusses der Hochfläche auf die Quellen vorhanden. Wenn nämlich oben starke Regengüsse niedergehen, können die Flüsschen das Wasser nicht mehr in ihrem Bett halten, sie treten aus ihren Ufern und verwandeln die ganze Ebene in einen See, weshalb auch die wenigen Ortschaften, die sich hier finden, Rocca di Mezzo, Rocca di Cambio und Terranera sämtlich am Rande des Beckens stehen. Die plötzliche bedeutende Vermehrung der Wassermassen oben macht sich dann aber auch nach ganz kurzer Zeit unten bemerkbar, die Schnelligkeit des Reagierens der Quellen ist so groß, daß man auf einen direkten und bequemen Verbindungsweg zwischen beiden schließen muß, was nicht weiter wundernehmen kann, da das Gefälle bei einer Entfernung der Schlundlöcher von der Quelle von 2600 bis 2800 m und einem Höhenunterschied von 555 m ungefähr 200% beträgt. Auf diese Weise erklären sich wenigstens zum Teil die Schwankungen der Quelle und wohl auch die Veränderlichkeit ihrer Temperatur. Es wird sogar behauptet, daß die Wassermenge der Quellen am Mittag größer ist als in der Nacht, und man will diese Erscheinung darauf zurückführen, daß die Sammelbassins der Mühlen von Rocca di Mezzo und Rocca di Cambio eben zur Nacht geschlossen sind, so daß weniger Wasser in die Schlundlöcher abfließen kann als am Tage. Daß die Quellen von Stiffe nicht am Talboden, sondern beträchtlich über ihm am Gehänge auftreten, hat vielleicht darin seinen Grund, daß unten, nach den Angaben von Cassetti¹⁾ Dolomite lagern, die stauend wirken könnten; ich selbst habe von diesen Dolomiten jedoch nichts entdecken können.

¹⁾ Sulla struttura geologica del bacino dell' Aterno da Aquila a Sulmona. Boll. R. Com. Geol. 1909.

VII. Der Sagittario und die Quellen von Villalago.

Bisher konnten alle hydrologischen Erscheinungen auf eine verhältnismäßig einfache Weise erklärt werden. Es liefs sich in den betrachteten Gebieten zeigen, dafs ein einheitliches Grundwasser in den Kalkmassiven vorhanden sein mufs, dafs im allgemeinen nur unterhalb von diesem fliefsendes Wasser vorhanden sein kann, und dafs die Quellen an dem niedrigst gelegenen Punkte der undurchlässigen Umrahmung aus dem grofsen Wasserreservoir austreten. Sehr viel verwickelter liegen nun die Verhältnisse in der Gegend von Scanno, die von dem oberen Sangro-Tal durch das Marsicanische Gebirge getrennt ist. Der einzige relativ leichte Zugang wird durch das Tal des Sagittario, eines Nebenflusses des Aterno, vermittelt; aber das Tal ist so eng und tief eingeschnitten, dafs nur ein schmaler Weg im Grunde des Tales, bergauf und bergab führend, vorhanden war, und erst seit der Erbauung der neuen, herrlichen Fahrstrafse von der Eisenbahnstation Anversa, die vor wenigen Jahren vollendet worden ist, das Gebiet in bequemere Beziehungen zu dem so dicht benachbarten Becken von Sulmona getreten ist. Die Entwicklung ist dann ziemlich rasch vorwärtsgeschritten, und heute ist das abgeschiedene, kleine Scanno zu einem sehr beliebten Sommeraufenthalt der italienischen Grofsstädter geworden, wozu es durch sein angenehmes, kühles Klima und seine schöne und abwechslungsreiche Umgebung auch recht geeignet ist.

Schon bald vor seinem Eintritt in das Sulmoneser Becken verengt sich das Tal des Sagittario beträchtlich, aber bis kurz vor Anversa ist immerhin noch eine kleine Talsohle vorhanden. Geht man aber weiter hinauf, so rücken die Gehänge immer näher und näher zusammen, bis schliefslich bei Anversa (551 m) selbst das Tal einen völlig schluchtartigen Charakter angenommen hat. Während in der Nähe von Anversa wenigstens ein kleines Laufstück in weichen, miocänen Gesteinen verläuft, ist das übrige Tal, also der ganze Oberlauf, vollständig in Kalke eingesenkt, und zwar in ein Kalkgebirge, das in jähem, 600 m hohem Abfall über dem brausend dahinschiefsenden Flufs aufsteigt. Kein Seitentälchen öffnet sich zu dem Hauptflufs. Das Gefälle erreicht streckenweise 44%, und über viele kleine Schnellen und Wasserfälle hinweg nimmt der Flufs seinen Weg. Zweimal findet eine seeartige Erweiterung statt, in der das klare Wasser nur langsam dahinzieht. Das eine Mal ist sie hervorgerufen durch eine unterhalb gelegene Gesteinsbank, über die der Flufs noch nicht Herr zu werden vermochte, so dafs er in einem Falle über sie hinweggehen mufs, das andere Mal wird sie bewirkt durch einen Felssturz, der von dem übersteilen Gehänge herabkam und dem Wasser den Weg zu sperren suchte.

Am linken Gehänge tritt im Niveau des Flusses eine grofse Quelle, die Sorgente Sega, aus, bis man schliefslich 8 km von Anversa dann vor

einem Amphitheater steht, an dessen westlicher, fast 100 m hoher, steiler Wand an unzähligen Punkten kleine und große Quellen hervorbrechen, und auf deren Höhe sich die kleine Ortschaft Villalago (851 m) erhebt. Überall rieselt und sprudelt das Wasser heraus, hier liegt die Quelle des Flusses. Fünf größere Quellen kann man unterscheiden, die auch sämtlich eigene Namen führen, aber zu irgend welchen industriellen Zwecken bisher noch nicht benutzt werden. Diese Quellen zeigen nun ein sehr eigenartiges Verhalten. Obwohl sie oft nur wenige Meter voneinander entfernt sind, weisen sie doch alle eine untereinander verschiedene Temperatur auf. So ist die Temperatur der Molino $8,5^{\circ}$, der Lagoscuro 7° , der Frescura $6,75^{\circ}$ und die der 20 m tiefer liegenden Pisciareello $9,25^{\circ}$. Ich entnehme diese Zahlen den Erläuterungen der Carta Idrografica und habe es leider verabsäumt, durch eigene Nachmessungen eine Kontrolle auszuführen; bei der Exaktheit, mit der aber sonst die Verfasser dieses Werkes zu arbeiten pflegen, und der großen Übung, über die sie verfügen, glaube ich jedoch nicht, daß es sich hier um Beobachtungsfehler handeln kann, zumal die Unterschiede doch recht beträchtlich sind. Während nun diese Quellen fast gar keine Schwankungen der Temperatur im Laufe des Jahres aufweisen, ist eine, allerdings auch kleinere Quelle in der Nähe, die Sorgente Fontevocchio, die an einer seitlichen Nische weiter oberhalb herauskommt, durch starke Veränderlichkeit der Temperatur ausgezeichnet; während sie z. B. im März 1899 $7,75^{\circ}$ zeigte, ergaben sich im November desselben Jahres $15,5^{\circ}$. Was aber vielleicht noch merkwürdiger ist, ist die Tatsache, daß auch recht große Veränderungen in der Wasserführung der Quellen sich konstatieren lassen, und zwar derart, daß die tiefer gelegenen Quellen einem sehr viel größeren Wechsel unterworfen sind als die höheren. So herrschte z. B. 1899 große Trockenheit; während aber die höheren Quellen nur eine sehr geringe Abnahme aufwiesen, lag die Sorgente Pisciareello schließlich von Mai bis November gänzlich trocken.

Es dürfte nicht ganz leicht sein, diese überaus seltsamen Verhältnisse zu erklären. Wenden wir uns zunächst der Frage zu, woher die Quellen überhaupt ihr Wasser beziehen. Steigt man auf die Höhe von Villalago hinauf, so erblickt man vor sich ein kuppiges Terrain, hinter dem, in hohe Kalkfelsen eingebettet, der kleine, stille See von Scanno liegt (930 m). Gerade wie am Matese wird man bei oberflächlicher Betrachtung geneigt sein, das Wasser des Sees mit den Quellen in Zusammenhang zu bringen; es wird sich aber ergeben, daß auch hier der Einfluß des Sees ein ganz verschwindender sein muß. Der See ist ebenso wie der Lago del Matese nur klein; seine Oberfläche beträgt nicht mehr als 0,9335 qkm, die allerdings zwischen 0,9270 und 0,9400 qkm schwankt, da ein jährlicher Niveauunterschied von 1,2 m vorhanden ist. Die Tiefen sind auch durch die mit

der Herstellung der Carta Idrografica betraute Kommission recht genau vermessen worden; sie sind im Mittel etwa 20 m und erreichen am nordwestlichen Ende 31,1 m. Die Temperatur unterliegt natürlich sehr bedeutenden Schwankungen, und während sie z. B. im Sommer häufig auf 24—26° steigt, sind im Winter nicht nur die randlichen Teile, sondern auch die Mitte gar nicht selten zugefroren. Die Speisung des Sees erfolgt auf verschiedene Weise. Im südöstlichen Winkel mündet der Torrente Tasso, der vom Monte Godi sein Wasser bezieht und etwa 0,200 cbm i. d. Sek. dem See zuführt. Am Ufer des Sees selbst sind aber noch einige Kalkquellen sichtbar, die Sorgente Acquevive im Süden und die Sorgente Cunicelle kurz vor der Einmündung des Torrente Tasso, beide zusammen liefern aber nicht mehr als den vierten Teil der Wassermenge des Tasso. Schliesslich sind noch im Südosten unterseeische Quellen vorhanden, die sich durch das Aufsteigen von Luftblasen, eine kreisende Bewegung des Seewassers und durch Rauschen verraten. Wieviel dem See auf diese Weise zukommt, entzieht sich natürlich der Messung; aber sehr bedeutend kann es nicht sein, weil bei der geringen Tiefe des Sees an dieser Stelle — etwa 8 m — die äussere Wirkung eine viel grössere sein müfste.

Der See ist aber nun nicht allseitig von Kalken umgeben; sein Nordende ist vielmehr durch ein gewaltiges Blockmeer abgeschlossen, das auch die Veranlassung zu seiner Entstehung gegeben hat. Zwischen dem See und Villalago liegen in unregelmässiger Anordnung zahlreiche kleinere und grössere Rücken, die jetzt von Buchen bestanden sind, und die aus groben, unabgerollten Gesteinsblöcken in chaotischer Lagerung zusammengesetzt sind. Es mufs hier ein Bergsturz stattgefunden haben, der aber wohl prähistorisch sein dürfte, da keinerlei Kunde von ihm vorhanden ist. An der rechten Flanke, am Abhang des Monte Genzana, sieht man aber auch heute noch deutlich die Stelle, an der der Abrifs erfolgte: das sonst gleichmässig absteigende Gehänge ist plötzlich durch eine steile Wand unterbrochen, die einen noch wenig verwitterten Fels zutage treten läfst. Man kann jedoch darüber im Zweifel sein, ob wirklich nur ein Bergsturz sich ereignet hat. Die Blockrücken weisen nämlich eine verschiedenartige Zusammensetzung auf und sind auch durch eine kleine Ebenheit voneinander geschieden. Während nun die Blöcke am Fusse des Monte Genzana meist nur von geringer Gröfse sind, erreichen jene jenseits der Einsenkung vielfach das Volumen von 1 cbm und mehr. Handelt es sich also nur um ein einziges Ereignis, so mufs man annehmen, dafs das gröbere Material viel weiter fortgeschleudert wurde als das feinere. Es ist daher vielleicht wahrscheinlicher, dafs sich auch von dem jenseitigen Gebirge, der Montagna Grande, einmal das Gestein losgelöst hat; es müfste dann dieser Felssturz jedoch älter sein, als der des Monte Genzana, da hier die Abrifsstelle nicht

mehr erkennbar, sondern die Wunde wieder vollständig vernarbt ist. In jedem Falle hat der Bergsturz das im großen bewirkt, was wir im kleinen bereits im Tale des Sagittario sahen, eine Aufstauung des Flusses zu einem See. Während aber dort der Fluß imstande war, seinen Lauf, wenn auch unter Schwierigkeiten, beizubehalten, kam es hier zu einer dauernden Aufstauung und zur Entstehung eines Gebirgssees¹⁾. Zwischen den einzelnen Blockrücken haben sich gelegentlich auch kleine Seen oder besser Tümpel gebildet, die aber im Sommer versiegen, selbst wenn sie in direkter Verbindung mit dem Lago di Scanno stehen; sie werden heute von den Bewohnern von Villalago zum Teil als Waschbecken benutzt.

Nimmt man nun einen direkten unterirdischen Zusammenhang zwischen dem See und den Quellen von Villalago an, so müßte zunächst die Wassermenge des Sees zur Speisung ausreichen. Die Bevölkerung glaubt feststellen zu können, daß mit einem Sinken des Seespiegels auch eine Verminderung der Wassermenge der Quellen parallel geht. Wir sahen, daß der See ungefähr 0,250 cbm i. d. Sek. oberirdischen Zufluß erhält, und daß die unterseeischen Quellen nur ganz unbedeutend sein können. In Villalago fließen in einer Sekunde 2,500 cbm Wasser ab, es mußte also der See ungefähr 2,250 cbm in der Sekunde verlieren. Der Rauminhalt des Sees im Sommer ist auf 18 077 000 cbm geschätzt worden, es würde also in 93 Tagen der ganze Wasservorrat des Sees erschöpft sein. Man könnte noch daran denken, daß andere Quellen am Boden des Sees vorhanden sind, aber sie müßten dann über eine sehr beträchtliche Wassermenge verfügen, die sich wieder bei der geringen Tiefe kaum der Beobachtung entziehen würde. Wäre ein solcher Zusammenhang vorhanden, müßten auch die Quellen eine sehr wechselnde und im Sommer recht hohe Temperatur haben, da die Entfernung der Quellen vom See ja nicht einmal 2 km beträgt. So ergibt sich denn wie am Matese, daß die Quellen nicht in direkter Abhängigkeit von dem ihnen so dicht benachbarten See sein können. Nur eine Quelle, die Fontevicchio, wird unter dem unmittelbaren Einfluß des Sees stehen, da ihre Temperatur stark schwankt und auch die Schwankungen des Sees mitmacht²⁾.

Ich habe schließlich noch das mächtige Kalkmassiv der Majella besucht. Das Wetter, das mir auch auf meiner zweiten Reise schon gar manchen Streich gespielt und viele Exkursionen verdorben hatte, war

¹⁾ Sacco erklärt (Il Gruppo della Majella, Mem. Acc. di Sc. di Torino, 1909, Ser. 2., Bd. 60) das Material für eine glaziale Bildung; aber schon die Höhenlage lehrt, daß dies ein Irrtum sein muß.

²⁾ Im März betrug sie 7,75° (See 8°), im August 12,5° (See 20—22°), im November 15,5° (See 13,5—16°); es zeigt sich also eine ziemlich auffällige Verspätung.

jedoch in jener Zeit damals derartig ungünstig, daß ich mich zu einer nochmaligen Umwanderung und Besteigung entschließen mußte. Aber gerade, als ich zu meinem abermaligen Besuch aufgebrochen war, traf mich die Nachricht vom Tode Theobald Fischers, die mich zu sofortiger Heimkehr veranlafte. Aus diesem Grunde, und weil auch anscheinend sich wenig prinzipiell Neues ergeben hätte, verzichte ich darauf, meine Beobachtungen über die Majella hier wiederzugeben.

VII. Die anthropogeographische Bedeutung der Kalkmassive.

Der mittlere und südliche Appennin unterscheidet sich in mehreren Punkten sehr wesentlich vom nördlichen. Einmal sind es die Höhenverhältnisse. Während der nördliche Teil des Appennins nur selten sich über 1700 oder 1800 m erhebt, ist weiter im Süden die Zahl der Gipfel, die über 2000 m hinaufragen, eine ganz außerordentlich große, und in der Majella und im Gran Sasso d'Italia erreicht die Appenninen-Halbinsel ja überhaupt mit 2795 und 2921 m ihre größten Erhebungen. Dazu kommt, daß Brüche hier eine weit größere Rolle spielen. Vor allem aber ist es das Auftreten gewaltiger, ausgedehnter Kalkschollen, das dem mittleren Appennin seinen Stempel aufdrückt, während der nördliche vorwiegend aus undurchlässigen, tonigen Gesteinen aufgebaut ist. Diese Kalkklötze, deren landschaftlichen Eindruck Partsch einmal mit dem der Jura-Klippen der Sandsteinzone der Alpen in Vergleich gestellt hat¹⁾, beginnen im Norden mit dem Monte Catria bei Gubbio (1702 m), erlangen dann eine stets zunehmende Ausdehnung, um schließlich im südlichen Appennin mit dem Monte im Nordwesten der Sila (1784 m) zu endigen.

Dieser Gegensatz zwischen den undurchlässigen und löslichen Gesteinen hat natürlich einen großen Einfluß nicht nur auf das Landschaftsbild, sondern auch vor allem auf die Verteilung des Wassers, und gewinnt so auch eine hervorragende Bedeutung für den Menschen. Im undurchlässigen Gestein muß alles Wasser oberflächlich abfließen, die Flüsse führen daher nur zur Regenzeit Wasser und weisen im Sommer völlig trockene, aber gewaltig breite Geröllbetten auf, da ja die Gestaltung des Flußbettes durch die Hochwasser bestimmt ist. Diesen Flüssen fehlt natürlich bei Regen die Möglichkeit gleichmäßigen Abflusses, und so kommt es in diesen Gebieten zu verheerenden Überschwemmungen. Sehr gut vermag z. B. der Arno diese Verhältnisse zu veranschaulichen. Er verfügt über eine durchschnittliche Wassermenge von 100 cbm, aber sie schwankt zwischen 15 und 2000 m! Daher wurden auch im Altertum die Flußgottheiten

¹⁾ Die Hauptkette des Zentral-Appennin. Verh. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin 1889, Bd. 16, S. 427.

vielfach unter der Gestalt von Stieren verehrt, womit man den aussichtslosen Kampf des Menschen gegen die unbezähmbare Naturkraft versinnbildlichen wollte. Die Wassergötter galten als reizbar und jähzornig, so dafs das Schlagen einer Brücke ein kühnes Unterfangen darstellte, das man nur einer besonderen Priesterkaste, den Pontifices Maximi, anvertraute, ebenso wie es ja auch in Athen für diesen Zweck ein eigenes Priestergeschlecht, das der Gephyraioi, gab.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im löslichen und darum durchlässigen Kalkstein. Alles auf ihn fallende Wasser wird verschluckt und tritt am Fusse des Gebirges, im Kontakt mit undurchlässigen Schichten, in einigen wenigen, aber mächtigen Quellen wieder zutage. Wir sahen an mehreren Beispielen, beim Biferno und Sangro, wie es gerade die aus dem Kalk stammenden Quellen sind, die die Flüsse dauernd mit Wasser versorgen. Der Kontrast wird besonders deutlich bei einer Betrachtung der Wasserverhältnisse des Tiber. Bei gewöhnlichem Niedrigwasser im Sommer weist der Tiber bei Orte eine Wasserführung von 16,300 cbm auf, aber stellt man die Messung nur wenige Kilometer unterhalb von Orte an, wo ihm sein größter Nebenfluß, die Nera, zugeströmt ist, so findet man 75,000 cbm; es hat sich die Wassermasse also verfünffacht¹⁾. So versteht man auch das italienische Sprichwort: „*Il Tevere non sarebbe Tevere, se la Nera non gli desse acqua a bereve*“. Der Tiber verursacht allerdings auch recht häufig Überschwemmungen, — es sei nur an die große Katastrophe des Jahres 1900 erinnert, die wohl die gewaltigste war, die sich hier überhaupt in historischer Zeit ereignet hat; aber bezeichnenderweise ist die Nera trotz ihrer weit größeren Wasserführung an ihnen nur in sehr geringem Grade beteiligt, es ist vielmehr der eigentliche Oberlauf des Tiber, der aus undurchlässigem Gestein kommt, der sie hervorruft.

Allerdings gibt es in Italien auch Kalkgebiete, die des fließenden Wassers gänzlich bar sind, wie z. B. Apulien. Alles Wasser, das hier in dem Kalk versinkt, kommt nicht wieder an der Oberfläche heraus, sondern tritt aller Wahrscheinlichkeit nach erst unter dem Meeresspiegel zutage, so dafs die Bevölkerung auf das Zisternenwasser angewiesen ist, weshalb auch die Bekämpfung der Cholera im vergangenen Jahre hier eine so überaus schwierige Aufgabe war. Daneben läßt man auch Trinkwasser mit der Eisenbahn von Neapel aus kommen, das dann für 2½ bis 5 Centesimi für das Liter abgegeben wird. Es gewinnt also hier das Wasser einen Handelswert, wie das in allen Gegenden mit ungleicher Verteilung des Wassers der Fall ist. Selbst bei uns kann dies zu Zeiten eintreten; in dem trockenen Sommer 1841 wurde in der Schwäbischen Alb das Wasser mit 3 Kr. für

¹⁾ Carta Idrografica d'Italia. No. 26 Tevere. 2. ed. 1908. S. 333.

je 20 Liter bezahlt¹⁾. Schon im Altertum mußte man gelegentlich das Wasser kaufen, was unter anderem durch eine bei Venafro am Fusse des Matese gefundene Inschrift bezeugt wird, die mitteilt, daß die Präefekten befugt waren, für die Benützung der Wasserleitungen von Privatpersonen eine Abgabe zu erheben²⁾. Ebenso entnehmen wir aus einem Epigramm des Martial, daß in Ravenna eine Zisterne einen größeren Wert besaß als ein Weinberg³⁾.

Natürlich sind auch in den aus undurchlässigen Gesteinen zusammengesetzten Gebieten Quellen vorhanden, ihre Zahl ist sogar recht groß, da sich fast überall ein kleiner wasserführender Horizont vorfindet. Aber das Wasser ist nur in geringer Menge vorhanden, und in der Trockenzeit, wenn man es gerade am nötigsten braucht, versiegt es. Dazu kommt noch, daß es auf seinem unterirdischen Wege starken Verunreinigungen ausgesetzt ist und damit häufig direkt gesundheitsgefährdend wird, wie z. B. manche, auch größere Orte, in dem der Majella vorgelagerten pliocänen Tongürtel wegen ihres schlechten Trinkwassers geradezu verrufen sind. In den Kalkregionen ist dagegen reichliches, gutes und vor allem auch ständig fließendes Trinkwasser vorhanden, aber eben nur an ganz wenigen Stellen. Und noch eine für diese südlichen Gebiete sehr wichtige Eigenschaft besitzt das Wasser der Kalkquellen: es ist nämlich, da es ja zum Teil aus sehr großen Höhen stammt, meist ziemlich kalt, dabei das ganze Jahr hindurch von ungefähr gleicher Temperatur. Man braucht also hier im Sommer die Getränke nicht durch teures Eis künstlich zu kühlen. Auf dem Lande benutzt man hierzu übrigens den Schnee des Hochgebirges, der dann oft von weither geholt werden muß. Für diese Zwecke wird z. B. auf dem Matese der Schnee in großen Gräben gesammelt, eingestampft und dann mit Laubwerk zugedeckt.

Behält man alle diese Tatsachen im Auge, so kann es nicht verwundern, daß die großen Quellen von jeher jene hohe Verehrung bei der Bevölkerung genossen haben und noch genießen, die man in allen Mediterran-Gebieten beobachten kann. Ungemein charakteristisch ist in dieser Hinsicht, daß Pausanias in seiner Beschreibung Griechenlands, worauf Ernst Curtius einmal hingewiesen hat⁴⁾, über große Gebirge mit wenigen Worten hinweggeht, sie häufig sogar überhaupt keiner Erwähnung würdigt, aber

¹⁾ Göriz, Landwirtschaftliche Betriebslehre. Stuttgart 1853. Bd. 1. S. 88.

²⁾ Marquardt und Mommsen, Handbuch der Römischen Altertümer. Berlin 1884. 2. Aufl. Bd. V. S. 100.

³⁾ Ed. Gilbert. 1896. III, 56. *Sit cisterna mihi, quam vinea, malo Ravennae, Cum possim multo vendere pluviam.*

⁴⁾ Städtische Wasserbauten der Hellenen. Gesammelte Abh. Berlin 1894. Bd. 1. S. 117.

bei jeder Quelle liebevoll verweilt. Die Verehrung spricht sich auch darin aus, daß jede einzelne Quelle, selbst wenn mehrere ganz dicht beieinander liegen, einen besonderen Namen führt, der auch auf den italienischen Karten vielfach angegeben ist; manchmal fehlen allerdings sehr wichtige Quellen, während gänzlich unbedeutende verzeichnet sind. Die Großstädte Italiens sind wegen ihres gewaltigen Wasserbedarfes auch vielfach auf das Wasser der Kalkklötze angewiesen. Neapel holt sich sein Trinkwasser vom Monte Serino, und das alte Rom, das schon im Jahre 312 v. Chr. in der Aqua Appia die erste Wasserleitung entstehen sah, liefs sich durch gewaltige oberirdische Aquädukte, die das Wasser viele Kilometer weit über Schluchten, Täler und Berge hinweg nach der Hauptstadt führten, versorgen. Die imposantesten derartigen Bauwerke, die Plinius nicht anstand, unter die Wunder der Welt zu rechnen, und die noch heute das Staunen der Reisenden erregen, haben bekanntlich die Kaiser aufgeführt, und sie lieferten Rom die Mittel zu seinem kolossalen Wasserluxus, den uns Friedländer geschildert hat ¹⁾: sollen doch die drei noch heute erhaltenen Aquädukte allein genügen, um jedes Haus und alle Fontänen mit Wasser zu versehen.

Jetzt ist jedoch ein Werk im Bau, das an Großartigkeit der Anlage mit jenen wetteifern kann. Die Wasserkalamität in Apulien ist so arg, daß die Projekte zu ihrer Beseitigung schon relativ alt sind. Man hat sich jetzt dazu entschlossen, das Wasser der Quelle Caposele über den ganzen Appennin hinweg zu leiten, und auf diese Weise den drei wasserlosen Provinzen Foggia, Bari und Lecce, einem Gebiet von 19 000 qkm mit 2 Millionen Bewohnern, zu helfen. Die Wassermenge dieser Quelle geht nie unter 4 cbm in der Sekunde herunter. Man rechnet nun 50 l auf den Tag und die Person, und für den öffentlichen Bedarf je nach der Größe der Ortschaften 1—30 l für den Tag und Kopf, so daß man im ganzen etwa 1800 l in der Sekunde braucht. Da Caposele aber mehr als das Doppelte zu liefern imstande ist, so kann der Rest für industrielle und landwirtschaftliche Zwecke verwandt werden. Es sind natürlich bei dem Bau dieses Werkes, das bereits in Angriff genommen ist, ungewöhnlich große Schwierigkeiten zu überwinden. Der Hauptkanal, von dem zahlreiche kleinere Nebenleitungen mit einer projektierten Gesamtlänge von 1700 km, also etwa der Entfernung Berlin—Rom, in die einzelnen Städte führen, hat allein eine Länge von 240 km und muß zum Schutz gegen Erwärmung und Beschädigung vollständig ausgemauert werden, über 50 km müssen in Tunneln eingebettet werden. Die Herstellungskosten sind daher auf nicht weniger als 136 Millionen Lire veranschlagt worden, von denen der Staat 100 und

¹⁾ Sittengeschichte Roms. 6. Aufl. 1890. Bd. 3. S. 145 ff.

die betreffenden Provinzen zusammen 25 Millionen tragen, während die übrigen 11 Millionen von der Gesellschaft aufgebracht werden, die den Bau ausführt, und dafür für 90 Jahre den Wasserverkauf konzessioniert erhält¹⁾. Gegen das ganze Projekt sind allerdings von geologischer Seite die schwersten Bedenken erhoben worden. Taramelli und Baratta haben darauf hingewiesen, daß die Hauptleitung durch ein ungemein erdbebenreiches Gebiet führt, daß die Umgegend von Benevent, Potenza und der Monte Volture in den vergangenen Jahrhunderten immer wieder und wieder von zerstörenden Erdbeben heimgesucht worden sind. Dazu kommt noch, daß besonders in dem Caposele nahe liegenden Stück der Boden aus den berüchtigten Argille scagliose besteht, die zu ständigen Rutschungen Veranlassung geben²⁾. Ein kleineres Erdbeben hat denn auch tatsächlich bereits stattgefunden, aber die Leitung ist nicht zerstört worden; die einzige Folge bestand darin, daß sich die Arbeiter einige Tage weigerten, in den Stollen hinabzusteigen³⁾.

Die ungleiche Verteilung des wichtigsten Lebenselementes, des Wassers, bringt eine ebenso ungleiche Verteilung der Bevölkerung als natürliche Folge mit sich, da, wie schon Aristoteles in seiner Politik hervorhebt⁴⁾, das Vorhandensein gesunden Trinkwassers eine der wichtigsten Vorbedingungen für die Anlage einer menschlichen Siedelung ist. Es wirkt dieser Umstand auf eine starke Zusammendrängung der Bewohner in wenigen Ortschaften hin, dauernde Einzelsiedelungen sind eben nur an wenigen begünstigten Stellen möglich. Das klassische Beispiel hierfür ist wieder Apulien, das überhaupt nur Städte, gar keine Dörfer besitzt, und wo die Städte meist eine Einwohnerzahl von 10 000 und noch mehr aufweisen. So liegen die Verhältnisse im Kalk-Appennin ja nicht, aber der Mangel an ständig bewohnten Einzelsiedelungen ist doch ein hervorstechender Charakterzug. Am Alburno konnten wir deutlich sehen, wie die ungewöhnlich hohe Lage des Wasseraustritts die Menschen in die Höhe treibt, und wie die Ortschaften sich dort 300—400 m über dem Talboden erheben. Es ist jedoch damals bereits darauf hingewiesen worden, daß noch ein historisches Moment einen ausschlaggebenden Einfluß auf die erste Anlage der Siedelungen ausgeübt und die Menschen gezwungen hat, die Täler

¹⁾ Die numerischen Angaben sind einem vor kurzem erschienenen Aufsatz von C. K o p p e: „Die neue große Wasserleitung von Apulien“ (Himmel u. Erde, 1910, Bd. 22, S. 400) entnommen.

²⁾ T a r a m e l l i, Le sorgenti del Sele e l'acquedotto pugliese dal lato geologico. Boll. Soc. degli Ingegneri e degli Architetti Ital., 1905, S. 289. — T a r a m e l l i e B a r a t t a, L'acquedotto pugliese, le frane ed i terremoti. Voghera 1905. Mit Karten.

³⁾ Frankfurter Zeitung, 1910, No. 269.

⁴⁾ 1330 b.

zu meiden und die Höhen aufzusuchen, nämlich das Schutzbedürfnis, das in den ältesten Zeiten alle anderen Rücksichten überwiegen mußte. Man bemühte sich natürlich, bei der Auswahl des Platzes beiden Bedürfnissen in gleich guter Weise Rechnung zu tragen, was nicht immer gelingen konnte, aber die häufig zu beobachtende Tatsache erklärt, daß die Orte nicht direkt an den Quellen liegen, sondern in vielen Fällen mehr oder weniger hoch über ihnen, wofür Castellone al Volturno und Rocchetta an der Volturno-Quelle ausgezeichnete Beispiele sind. Den Frauen mußte dann die Aufgabe zufallen, das Wasser hinaufzuschaffen. Erbaute man aber die Wohnsitze in der Höhe und im Kalk, so gewann man damit noch andere Vorteile von hohem Werte. Man besaß einen festen Baugrund, der nicht, wie das in den vielfach tonigen Tälern der Fall ist, den Franen ausgesetzt war, man war sicher vor den Überschwemmungen der Flüsse und der in den häufig sumpfigen Niederungen herrschenden Malaria. Die natürlichen Höhlungen des Kalkgesteins konnte man sogar direkt als Wohnräume benutzen, und wenn dies auch heute wohl nirgends mehr der Fall ist, so ist doch ihre Verwendung zu Ställen für das Vieh immer noch gelegentlich, wie z. B. am Nordabhang der Majella, zu konstatieren.

Die Unannehmlichkeiten einer derartigen Höhenlage ihrer Wohnstätten müssen sich aber für die Menschen bei wachsender Kultur, wo andere Momente in den Vordergrund treten, in stets zunehmender Weise fühlbar machen. Die Entfernung von den Feldern bewirkt einen gewaltigen Zeitverlust, der bei der ohnehin schon geringen Ausdehnung und Güte des Ackerbodens schwer ins Gewicht fällt. Die Feldarbeiter sind daher auch nicht in der Lage, vor Beendigung der Arbeit in ihre Häuser zurückzukehren, woraus sich die fast völlige Ausgestorbenheit der Ortschaften am Tage erklärte. Der Zugang ist ungemein erschwert, mit Wagen ist es häufig überhaupt nicht möglich, bis in die Orte hineinzugelangen, und auch die Kommunikation im Innern muß unter diesen Umständen meistens recht schwierig sein, da die Straßen und Gassen als Treppen angelegt werden müssen. Vor allem ist auch die allgemeine Verkehrslage höchst ungünstig; die Hauptverkehrsadern werden an diesen abgelegenen Orten in großer Entfernung vorbeigehen müssen, und ebenso können auch die Eisenbahnlinien auf sie keine Rücksicht nehmen, so daß das Stationsgebäude in vielen Fällen mehrere Kilometer weit von der Station entfernt liegt, und auch ein Stationsgebäude vielfach für zwei Ortschaften gelten kann.

Von einem ästhetischen Standpunkt aus betrachtet, mögen diese das eintönige Gehänge unterbrechenden oder isolierte Felsen krönenden Bergnester ungemein erfreulich wirken. Ihre naturgemäß stets aus Stein errichteten Häuser scheinen mit dem anstehenden Fels wie verwachsen zu sein, und wegen dieser Art von Mimicry ist es gar manches Mal aus größerer

Entfernung kaum möglich, beide voneinander zu trennen. Nur die aus dem allgemeinen Niveau heraustretenden einfachen Kirchtürme ziehen das Auge an und unterbrechen in wirkungsvoller Weise die Horizontalen, so daß man, ein bekanntes Wort variierend, sagen könnte: wenn es keine Kirchen gäbe, hier müßte man sie erfinden. Aber wenn man in früheren unruhigen Zeiten für Sicherheit und Trinkwasser alle Unbequemlichkeiten in Kauf nehmen mußte und gern ertrug, so haben sich jetzt unter den veränderten politischen, kommerziellen und technischen Verhältnissen die größten Übelstände aus der ursprünglich notwendigen Höhenlage der Orte ergeben: Vernunft wird eben Unsinn, Wohltat Plage! Daher beobachtet man denn auch in unserem Gebiet schon vielfach eine Erscheinung, auf die im Mittelmeer-Gebiet wohl zuerst der Archäolog Gustav Hirschfeld die Aufmerksamkeit gelenkt hat¹⁾, daß nämlich die Orte allmählich von ihren Höhen herabsteigen und den Fuß der Berge aufsuchen. Auch hier ist schon in zahlreichen Ansiedelungen eine im Absterben begriffene Altstadt mit altertümlichem Gepräge und Resten von Befestigungswerken deutlich von einer Neustadt zu trennen, in der sich jetzt das Leben abspielt (z. B. am Matese oder, um einen größeren Ort zu nennen, Castel di Sangro).

Es mag allerdings vielleicht noch ein Moment dabei mitgesprochen haben, als man die Siedelungen auf der Höhe nur im Kalk gründete. Der Kalk ist natürlich mit Ausnahme der geringen Gebiete, wo „bedeckter Karst“ vorhanden ist, d. h. wo der Kalk reich an unlöslichen Rückständen ist, völlig unfruchtbar, und da das tonige Gestein oft nur verhältnismäßig kleine Flächenräume einnimmt und auch nicht einmal sonderlich fruchtbar ist, so können also gewissermaßen auch Ersparnisrücksichten von Einfluß gewesen sein. Da der Boden knapp ist und die klimatischen Verhältnisse wegen der großen Höhenlage des Gebietes wenig günstig sind, liefert der Ackerbau schon an sich einen geringen Ertrag und muß sich auch auf den Anbau des allernotwendigsten Brotgetreides beschränken. Dazu kommt, daß die Technik noch stark im Rückstande ist. Die für diese Gegenden so nötige künstliche Bewässerung, mit deren Hilfe man ganz wesentlich höhere Erträge erzielen könnte, liegt, wie wir überall sahen, noch in den allerersten Anfängen. Es mußte auch eine ausgedehnte Regulierung der Flüsse geschaffen werden, etwa in der Art, wie sie der Ingenieur Omodeo für das Sila-Gebirge plant, wo der Abfluß durch Stauseen geregelt werden soll. Dadurch erhält man einmal eine konstante Wasserzufuhr und Schutz vor Überschwemmungen, andererseits läßt sich auf diese Weise auch das Wasser leicht für industrielle Zwecke benützen. Das an Erzen und Kohlen

¹⁾ Zur Typologie griechischer Ansiedelungen im Altertum. Hist. u. philol. Aufsätze, Ernst Curtius gewidmet. Berlin 1884, S. 361.

so arme Italien besitzt in seinen Wasserkräften einen Schatz, den man erst im Norden in gebührender Weise zu heben begonnen hat, der in den südlichen Provinzen noch der Verwertung harret. Was das in wirtschaftlicher Hinsicht bedeutet, kann man aus der einen Tatsache entnehmen, daß die Kohle in Italien zweiundeinhalbmal so teuer ist wie im Deutschen Reiche.

Alle diese Ursachen wirken zusammen, um den von uns betrachteten Gebieten den Stempel der Armut aufzudrücken, worauf schon rein äußerlich die schlechten Verkehrsverhältnisse hinweisen, ist doch z. B. die Haupt-eisenbahnlinie der Abruzzen von Sulmona nach Isernia noch ganz neuen Datums. Die Löhne der Feldarbeiter sind zum Teil ganz unglaublich gering. Der Tageslohn erreicht oft nur 50 Centesimi, wozu allerdings noch Nahrungsmittel, jedoch in meist unzureichender Menge und Qualität, treten. Wenn man aber bedenkt, daß selbst in günstigen Jahren die Zahl der Arbeitstage selten mehr als 150, nur in ausnahmsweisen Fällen 180 beträgt, daß also ein Jahresverdienst von 75—90 Lire, der zum Unterhalt einer ganzen Familie ausreichen muß, gar nichts Ungewöhnliches ist, so wird man sich eine richtige Vorstellung von den traurigen Zuständen machen können. Dies erklärt uns auch, warum gerade hier die Auswanderung von jeher so große Dimensionen angenommen hat; sie zeigt z. B. in den Provinzen Aquila, Campobasso und Chieti nicht nur keine Verminderung, sondern ist im Gegenteil in fortgesetztem Steigen begriffen, wie ja überhaupt Italien 1905 mit mehr als 700 000 an der Spitze aller europäischen auswandernden Völker stand¹⁾. Während in Aquila die Zahl der Emigranten 1880 noch wenig über Hundert betrug, ist sie 1907 auf 16 000 angeschwollen, und ein ganz ähnliches Bild zeigen die übrigen Provinzen²⁾. Sehr verständlich ist es, daß die Auswanderung aus den Gebirgsgegenden stets prozentual sehr viel höhere Zahlen erreicht hat, als aus den niedriger gelegenen Landschaften, aber in den Kreisen Aquila und Campobasso liegen überhaupt nur drei, im Kreise Avezzano sogar nur zwei Gemeinden unter 500 m! Es betrug z. B. die Auswanderung in den Kreisen Teramo und Penne aus den Gebieten mit über 500 m Meereshöhe das Doppelte von den unter 500 m gelegenen Regionen. Zur Entvölkerung trägt natürlich auch die nach bestimmten Gegenden Italiens selbst, vor allem nach Apulien, Campanien und Latium gerichtete zeitweilige Auswanderung bei, indem viele im Winter sich wegen des rauhen Klimas ihrer Heimat dorthin wenden, wo man Arbeiter gut gebrauchen kann.

¹⁾ Paolotti, L'Emigrazione italiana negli ultimi trent'anni. Roma 1908.

²⁾ Diese Zahlen sind dem großen und wertvollen Werke: *Inchiesta Parlamentare sulle condizioni dei contadini nelle provincie meridionali e nella Sicilia*, Bd. II, Abruzzi e Molise, Roma 1909, entnommen.

Es ist ja unendlich viel über die Wirkungen der Auswanderung diskutiert worden; aber man hat bisher fast immer nur den Schaden gesehen, den ein Land wie Italien erleiden muß, wenn in dreißig Jahren über acht Millionen ihr Vaterland verlassen. Es gehen auf diese Weise dem Staat viele Arbeitskräfte verloren, und man darf auch nicht vergessen, daß es in den meisten Fällen nicht die minderwertigsten Menschen sind, die im übrigen Europa und vor allem in Amerika eine neue Heimat suchen. Gewiß, es sind viele unruhige Elemente darunter, über deren Wegzug der Staat sich nicht zu grämen braucht; aber es werden doch im Durchschnitt immer die Unternehmungslustigsten und Intelligenteren, vor allem auch wegen der Schutzmauer, mit der sich die die Einwanderer aufnehmenden Länder jetzt umgeben, die Kapitalkräftigeren sein. Sie unterscheiden sich nicht nur psychisch von ihren daheimbleibenden Landsleuten — sonst würden sie ja nicht auswandern —, sondern auch sogar physisch. Dieses interessante und für die Anthropologie ungemein wichtige Resultat hat sich nämlich bei Untersuchungen ergeben, die auf Veranlassung von Franz Boas unternommen wurden und vor ganz kurzer Zeit zum Abschluß gelangt sind¹⁾. Man verglich nämlich die somatischen Charaktere der Einwanderer, und zwar zunächst von Sizilianern und europäischen Juden, mit denen ihrer Nachkommen, und dabei stellte sich die höchst auffallende Tatsache heraus, daß sich schon in der ersten Generation Unterschiede feststellen lassen. Sogar der Schädel, den man doch als das konstanteste Rassenmerkmal anzusehen gewohnt war, wies Abweichungen auf, die langköpfigen Süd-Italiener wurden in Amerika kurzköpfiger, der Breitenindex erhöhte sich von 78 auf 80.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Auswanderung auch ihr Gutes hat. Sind auch die Fälle zahlreich, in denen die Auswanderer nie mehr zurückkehren und so manche Familie ihres Hauptes beraubt wird, so ist dies doch im allgemeinen die Ausnahme. Die meisten finden nach kürzerer oder längerer Zeit doch den Weg in ihr Vaterland zurück, bringen aber dann einen stark erweiterten Gesichtskreis, eine Fülle neuer Ideen und eine bessere Bildung mit, die dem Lande zugute kommen. Viele haben sich bei der großen Anspruchslosigkeit, durch die ja die Italiener ausgezeichnet sind, und den hohen Löhnen in Amerika ein kleines Kapital erspart, so daß sie sich nachher als Eigentümer niederlassen können und nicht, wie vorher, für dürftige Bezahlung in anderer Dienste zu treten brauchen. Die Landwirtschaft wird eine Hebung dadurch erfahren, daß diejenigen, die einmal einen Blick in die Großbetriebe getan haben, nun auch weit

¹⁾ Dillingham, Changes in bodily form of descendants of immigrants. Senate 61. Congress, 2. Session, Doc. No. 208. Washington 1910.

mehr Neuerungen zugänglich sein und Maschinen in ausgedehnterem Maße verwenden werden, als es bisher geschehen ist. Selbst die Häuser dieser sogenannten „Americani“ unterscheiden sich sehr zum Vorteil von den übrigen; denn wenn sie natürlich auch einfach und bescheiden sind, so sind sie doch geräumiger und sauberer und machen nicht jenen verfallenden Eindruck, den man sonst meist erhält. So macht sich denn schon jetzt in manchen Gegenden, auch durch Steigerung der Löhne, eine allgemeine Hebung der Lebensverhältnisse bemerkbar, und es wird die Auswanderung in kommender Zeit sich aus einem Fluch vielleicht in einen Segen für Italien verwandeln, eine Anschauung, die im großen und ganzen auch von den Mitgliedern der genannten parlamentarischen Kommission zur Untersuchung der Lebensverhältnisse Süd-Italiens geteilt wird.

VIII. Allgemeine morphologische Bemerkungen über die Abruzzen¹⁾.

Die letzte Meeresbedeckung hat in unserem Gebiet im Miocän stattgefunden, denn das Pliocän tritt, wie überall an der Adriatischen Küste, nur in einem verhältnismäßig schmalen Streifen auf. Nach der Ablagerung der miocänen Schichten trat auch die letzte allgemeine Faltung ein, schon das obere Miocän und das ganze Pliocän weisen keinerlei Faltung, sondern nur eine leichte Neigung auf. Heute ist das Miocän meist nur noch in schmalen Fetzen und auch nur in den Senken vorhanden, so daß es in Höhen von über 1000 m sich nur ausnahmsweise findet; im Picenum aber z. B. nimmt es noch weite, zusammenhängende Flächen ein und erreicht hier auch im Monte Gorzano Höhen von 2400 m. Die heutigen Formen des Gebirges zeigen jedoch keine Beziehungen mehr zu jenen Falten. Das, was man fälschlich als Hochgebirgsformen bezeichnet hat, ist trotz der bedeutenden absoluten und vor allem auch großen relativen Höhe der Gebirge fast nirgends anzutreffen. Überall zeigt das Gebirge völlig ausgeglichene Gehänge, die Falten sind abgeschnitten, Schutthalden fehlen beinahe ganz, wofür man häufig Schutthalden-Imitation beobachten kann. Überall fällt der große morphologische Gegensatz zwischen den tiefeingesenkten, steilwandigen, ganz jungen Tälern und den ungegliederten, sackartigen, reifen Formen der Gebirgsoberfläche deutlich in die Augen, wie es in besonders typischer Weise an dem Sagittario- und Sangro-Tal, dem Piano delle Cinquemiglia oder auch an den das Becken von Sulmona umrahmenden Gebirgen zu erkennen ist. Sogar die Majella weist trotz ihrer Höhe von 2700 m und dabei einer Entfernung von nur 25—30 km von

¹⁾ Da meine Studien nicht systematisch auf diesen Gegenstand gerichtet waren, kann es sich im folgenden eigentlich nur um Arbeitshypothesen handeln.

der Küste gerundete Formen auf, ein eigentümliches Verhalten, das schon Hassert bei seinen Studien in den Abruzzen auffiel¹⁾).

Da sich seit dem Miocän das Meer von unserer Landschaft zurückgezogen hatte, so muß die darauffolgende Periode des Pliocäns eine Zeit der Abtragung gewesen sein; die Erosionsbasis erlitt allerdings im Pliocän eine geringe Verschiebung, indem ein schmaler Küstenstreifen überflutet wurde. Betrachtet man die miocänen Bildungen, die dem Haupt-Appennin vorgelagert sind, aber gerade zwischen Majella und Gran Sasso bei weitem nicht die Breite erreichen, die sie im nördlichen Appennin besitzen, so sieht man, daß ihre Falten oben glatt abgeschnitten sind. Weist schon die vorwiegend tonige Beschaffenheit des Pliocäns auf ein dahinter liegendes Land mit geringem Relief hin, so zeigt sich auch, daß die höchsten Punkte des Miocäns auf einer geraden Linie gelegen sind, daß also dieses Gebiet einst ungefähr das Stadium einer Penepain erreicht hatte. Dann kann aber das dazu gehörige Altland kein Gebiet jugendlichen Charakters mit lebhaften Destruktionsvorgängen zu dieser Zeit gewesen sein; im Rücken einer Fastebene ist überhaupt nur ein Altland mit sogenannten Mittelgebirgsformen, mit zum mindesten reifen Tälern möglich. Wir hätten also dann hier eine Piedmont-Rumpffläche mit einem dahintergelegenen reifen Altland, also einen ähnlichen Zustand, wie er in präglazialer Zeit nach den Untersuchungen von Penck in den Alpen in ihrem Verhältnis zu dem Vorland vorhanden war.

Die Abtragung ging zunächst in normaler Weise auf den miocänen Tonen und Sandsteinen vor sich, auf den weicheren Partien entwickelten sich subsequeute Flüsse. Aber dann gerieten die Flüsse auf den Kalkstein, und damit mußte eine Veränderung in dem Abtragungsprozesse vor sich gehen, indem dieser weiterhin karstmäßig erfolgen mußte. Aus Gründen, die weiter unten angeführt werden sollen, ist es wahrscheinlich, daß die Denudationsperiode hier im mittleren Appennin von längerer Dauer war als im nördlichen. Daher kam es auch nur hier zur Ausbildung eines großen subsequeuten Flußlaufes, der bekanntlich im Norden fehlt; es ist der Aterno. So wurde also allmählich ein reifes Stadium erreicht, in dem der Grundwasserspiegel des Kalkes hochliegen mußte und Seen sich erhalten konnten. In postpliocäner Zeit erfuhr jedoch der Zyklus eine Unterbrechung, es setzte eine Hebung des Gebietes ein, die die pliocänen Sedimente an der Küste auftauchen ließ und eine Küstenebene schuf, und zwar war die Hebung hier stärker als im nördlichen Appennin, da das Pliocän z. B. bei

¹⁾ Traccie glaciali negli Abruzzi. *Poll. Soc. Geogr. Ital.* 1900, Bd. 7, S. 625 f.

²⁾ Dasselbe ergibt auch ein von *M o d e r n i* (*Boll. R. Com. Geol.*, 1895, Bd. 26, Taf.) entworfenes Profil aus der Gegend von Teramo, wo das Miocän einen viel breiteren Streifen einnimmt.

Guardiagrele 500 m hoch liegt. Da die Erosionsbasis sank, wurden die Flüsse zu erneutem Einschneiden gezwungen. Aber mit der Senkung der Erosionsbasis mußte auch eine solche des Grundwasserspiegels parallel gehen, und weil die Flüsse jetzt im Kalk lagen, konnten nur diejenigen überleben, die über eine ausreichende Wassermenge verfügten, um mit der Erniedrigung des Grundwasserspiegels gleichen Schritt zu halten, oder ganz auf undurchlässigem Gestein angelegte Flüsse, während alle andern sich im Kalkstein verlieren mußten. In gleicher Weise mußte der Spiegel der Seen sinken, so daß diese zunächst nur noch zeitweilig mit Wasser gefüllt wurden, um schließlich bei weiterer Hebung des Landes ganz zu erlöschen. Die Hebung dokumentiert sich auch in den Terrassen der Hauptflüsse, wie sie vor allem der Aterno zeigt¹⁾. Besonders wenn man auf der Höhe steht, z. B. auf der Costa della Petrarra über Campana, sieht man die allmähliche Herausbildung des heutigen Tales sehr deutlich: Terrasse folgt auf Terrasse, das eine Mal von größerer, das andere Mal von geringerer Breite, aber alle in dem Kalk wohl erhalten. Der jetzige Talboden liegt hier etwa 550 m hoch und ist leicht eingeschnitten in eine kleine Aue, darüber steigt am linken Ufer eine erste, landschaftlich überaus markante Terrasse, I Colli, auf, deren oberer Rand bei 650 m liegt. Sie ist schon mehr als 1 km breit und geht bei 700 m in eine dritte Terrasse über, die bei 920 m ihren Rand hat. In gleicher Weise, wie man hier die einzelnen Hebungstadien verfolgen kann, ist dies auch in dem Küstengebiet möglich, nur ist hier infolge der Undurchlässigkeit der Schichten die spätere Zerschneidung und Zerstörung eine viel stärkere gewesen. Allerdings ist die Entwicklung des Aterno-Tales wohl nicht ohne Störungen verlaufen, denn eine so gewaltige Hebung, wie sie am Gran Sasso d'Italia und an der Majella einsetzte, konnte kaum ohne Einfluß auf das Tal bleiben; die Hebung ist ja wahrscheinlich auch keine gleichmäßige gewesen, wie sich aus der Emporpressung dieser beiden gewaltigen Stöcke ergibt. Der Aterno ist also vielleicht durch diese Hebung gezwungen worden, sich parallel zu seinem Laufe nach Südwesten zu verschieben, und es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß die langgestreckte, Nordwest-Südost orientierte, 1—1½ km breite Hohlform, die heute die Straße von Popoli nach Aquila benutzt, ein früheres Tal darstellt: ihr Boden ist ganz eben und wird jetzt von keinem Flusse benutzt. Die breiten, alten Talböden weisen darauf hin, daß der Hauptfluß des Gebietes, eben der Aterno, in einem früheren Zyklus bereits ein reifes Stadium erreicht hatte.

Und doch sieht man an einzelnen Gebirgen typisch alpine Formen

¹⁾ Cassetti hat kürzlich versucht, das Tal des Aterno auf Brüche zurückzuführen (Boll. R. Com. Geol. 1909).

entwickelt: scharfe Grate, Kämme und Spitzen, bei näherer Untersuchung ergibt sich aber, daß man es in diesen Fällen mit Bergen zu tun hat, die eine Vergletscherung zur Eiszeit durchgemacht haben und der Wirkung der Gletscher ihren abweichenden Formenschatz verdanken. Gletscherspuren sind ja aus dem Appennin schon seit den siebziger Jahren bekannt, in unserem Gebiet hat sie zuerst Hassert einer eingehenderen Untersuchung unterzogen¹⁾. Die frühere Existenz von Gletschern wird hier jedoch weit weniger durch das Vorhandensein von Moränen bezeugt, als vielmehr durch das Auftreten von Karen, die Hassert auf dem Gran Sasso d'Italia, auf der Majella, dem Terminillo u. s. w. nachgewiesen hat. In welcher Weise die Oberflächenform des Gebirges durch die Kare beeinflusst wird, sieht man vielleicht nirgends schöner als am westlichen Gehänge des Piano delle Cinquemiglia, wo die sonst völlig ausgeglichenen, wie mit dem Hobel geglätteten, sanft zugerundeten Formen des Gebirges plötzlich am Fusse des Monte Pratello (2050 m) von einer tief eingesenkten Nische, einem typischen Kar, durchbrochen werden. Am besten habe ich den Einfluß der Kare auf die Oberflächengestaltung in der Meta-Kette studieren können: das ganze langgestreckte Gebirge ist an seinem Ostabfall von Karen besetzt, die sich vom Monte Capraro bis zur Marruccia, also bis in die Nähe der Volturmo-Quellen, deutlich verfolgen lassen. Steigt man z. B. von Barrea am Sangro zum Meta-Gebirge hinauf, so gelangt man durch das dicht mit Buchen ausgekleidete Engtal des Valle Inferno in etwa 1350 m Höhe zunächst auf ein nach hinten zu von steilen Wänden abgeschlossenes Kar, das Prato Rosso. Hat man die Steile überwunden, so folgt eine Strecke sanften Anstiegs, bis man bei 1700 m am Fusse des Monte Petroso (2247 m) sich in einem zweiten Kar befindet, in dem ein kleiner See, der Lago Vivo, gelegen ist, der allerdings eigentlich nur während der Schneeschmelze oder nach starken Regengüssen Wasser enthält. Das Kar hat eine ausgesprochene Beckenform, indem sein unterer Rand sich 30 m über den die tiefste Stelle einnehmenden See erhebt. Dieser Riegel, am Ausgang mit einer Einsattelung in der Mitte, besteht aus anstehendem Gestein, ist keine Moräne, aber sonst ist der ganze Karboden von Trümmermaterial bedeckt, wobei jedoch schwer zu unterscheiden ist, ob man es mit glazial gebildetem oder nur durch die Verwitterung abgesprengtem Schutt zu tun hat. Auch einige glattgeschliffene Kalkplatten kann man im Hintergrund des Kars beobachten. Es ist also hier ein Treppenkar, wie so häufig in den Abruzzen, entwickelt. Direkt an dieses schließen sich die Kare des Monte Tartaro und der Meta, und die trennenden Sporne sind häufig so schmal, daß man schon fast von einer Karterrasse sprechen kann. Das am Fusse des Monte

¹⁾ a. a. O.

Tartaro (2181 m) gelegene Kar liegt jedoch schon fast 200 m über dem des Monte Petroso, beherbergt gleichfalls einen See, und der dürftige Graswuchs des Karbodens hat sogar einige Hirten zur Ansiedelung bis zu dieser Höhe hinaufgezogen. Befindet man sich hier oben auf der Höhe, so wird der Gegensatz dieses mit alpinen Formen ausgestatteten, einstmals vergletschert gewesenen Gebirges und der am Horizont aufsteigenden, unvergletscherten und darum die reifen Formen noch bewahrenden Marsicanischen Berge am anderen Ufer des Sangro ganz besonders augenfällig.

Trotzdem muß es auffallen, daß die eiszeitliche Vergletscherung in den Abruzzen nicht so stark war, wie man es nach ihrer Massenentwicklung und ihrer Höhenlage erwarten sollte, wenn man sie nämlich mit der des nördlichen und südlichen Appennin in Vergleich stellt. Vor allem hat die Majella ihre alten Formen noch sehr wohl konserviert, obgleich sie doch weit über das Niveau der sich sonst nur zwischen 1800 und 2400 bewegenden Gipfel der Abruzzen hinausragt. Noch unter 40° Br. sind bekanntlich von Lorenzo bedeutende Gletscherspuren nachgewiesen worden¹⁾, und auch der nördliche Appennin hat an vielen Stellen solche erkennen lassen, obwohl er doch viel niedriger ist²⁾. Vielleicht läßt sich diese Tatsache dadurch erklären, daß die Hebung in dem Mittel-Appennin erst später einsetzte als in den anderen Teilen, so daß die Zeit zur Entwicklung des Glazialphänomens kürzer war. Dafür spricht auch der schon vorher erwähnte Umstand, daß nur hier die Denudationsperiode lange genug angedauert hat, um zur Ausbildung eines großen subsequenten Flusses zu führen, und außerdem weist auch das Zerschneidungsstadium der pliocänen Küstenebene trotz ihrer größeren Höhenlage jugendlichere Züge auf als im Norden; während dort die Riedel bereits fast gänzlich von der Erosion aufgezehrt sind und die Siedelungen daher die Haupttäler aufsuchen müssen³⁾, sind sie hier stellenweise noch in solcher Breite enthalten, daß recht ansehnliche Ortschaften, wie Guardiagrele, Orsogna, Chieti auf ihnen Platz finden konnten.

Hiernach wäre also das morphologische Bild der Entwicklung der Abruzzen im Prinzip ganz ähnlich dem, welches Braun von dem nördlichen Appennin entworfen. Auch die Abruzzen scheiden aus dem Kreise der Gebirge aus, deren Oberflächenformen vorwiegend durch die tertiäre Fal-

¹⁾ Avanzi morenici di un antico ghiacciaio del Monte Serino nei dintorni di Lagonegro (Basilicata). Rend. Acc. dei Lincei, Cl. di sc. fis. . . . , 1892, Ser. 5 a, Bd. 1, S. 348.

²⁾ S a c c o , Lo sviluppo glaciale nell' Appennino settentrionale. Boll. Club Alpino Ital., 1894, Bd. 27, S. 263.

³⁾ B r a u n , Beiträge zur Morphologie des nördlichen Appennin. Diese Ztschr. 1907, S. 463.