

Zur Morphologie der Salzburger Alpen.

Von

Dr. Erich Seefeldner.

Es ist eine heute kaum ernstlich bestrittene Ansicht, daß die Kalkplateaus unserer Alpen mit ihren vom Schichtbau unabhängigen flachwelligen Hügel- und Kuppenlandschaften und Augensteinfeldern die Reste einer einst weiter ausgedehnten alten Landoberfläche miozänen Alters darstellen. Zuerst hat N. Krebs¹⁾ diese Auffassung für Teile der niederösterreichischen Kalkvoralpen vertreten; 1913²⁾ konnte er sie auf Grund der bis dahin erschienenen Arbeiten³⁾ auf die Kalkplateaus der salzburgischen und österreichischen Kalkhochalpen ausdehnen und die Entstehung dieser Abtragungsflächen in die Zeit zwischen dem Oligozän und der zweiten Mediterranstufe setzen. Die Untersuchungen G. Götzingers⁴⁾ und eine Reihe von Arbeiten aus der Wiener Geographenschule, über die unlängst Ed. Brückner⁵⁾ berichtet hat, haben seither eine breitere Beobachtungsbasis für die Frage der alten Landoberflächen geschaffen. Zusammenfassend konnte Ed. Brückner⁵⁾ sagen, daß die Ostalpen „kein Faltengebirge, sondern ein Schollengebirge“ sind, das zwar ursprünglich gefaltet, dann aber zu einer Hügellandschaft abgetragen wurde, und durch Schollenbewegungen, Verbiegungen und flache Aufwölbungen seine heutige Höhenlage und seinen Charakter als Gebirge erhalten hat. Es ist dies eine Ansicht, die bei großen Verschiedenheiten in den Einzelheiten

¹⁾ N. Krebs, Die nördlichen Alpen zwischen Enns, Traisen und Mürz, Pencks geogr. Abh. VIII/2, Wien 1903.

²⁾ N. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen, 1913.

³⁾ Ed. Brückner, Das Alter der alpinen Landschaftsformen, Jahresber. Geogr. Ges. Bern. XII, 1906/7; E. Rotter, Bericht über die Exkursion des Geographischen Seminars der Universität Wien auf die Raxalpe am 29. Juli 1907. Geogr. Jahresber. aus Österreich VII, 1909.

⁴⁾ Vgl. die folgende Fußnote.

⁵⁾ Ed. Brückner, Alte Züge im Landschaftsbild der Ostalpen, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1923, Vgl. auch die dortigen Literaturangaben.

doch eine gewisse Ähnlichkeit mit der Auffassung hat, wie sie F. Leyden⁶⁾ auf Grund seiner Untersuchungen in den bayerischen Alpen vertritt.

Ein Gebiet, das zweifellos in hervorragendem Maße geeignet ist, die mit der Frage der Kalkplateaus in Zusammenhang stehenden Probleme einer Lösung näher zu bringen, stellen die Salzburger Alpen dar. Die Salzburger Kalkalpen haben vor kurzem durch F. Machatschek⁷⁾ eine eingehende und umfangreiche Darstellung erfahren, durch die eine wertvolle Grundlage für weitere morphologische Forschungen in diesem Alpenteil geschaffen worden ist. Wenn wir nun trotzdem im folgenden daran gehen, eine Reihe von Beobachtungen mitzuteilen, die wir im Laufe mehrerer Jahre auf so mancher in verschiedene Teile der Salzburger Alpen unternommenen Exkursion machen konnten, so sind wir uns vollkommen dessen be-

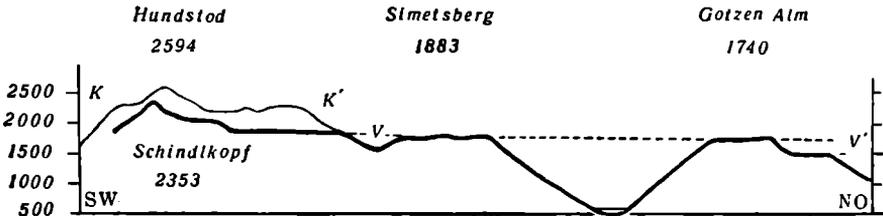


Abb. 1. Schematisches Profil durch das Steinerne Meer.

Maßstab: Längen und Höhen 1:125.000.

K K' Kuppenlandschaft der Hundstodgruppe, V V' alte Landoberfläche der Gotzenalm.

wußt, daß diese noch vielfacher Ergänzung bedürfen und nichts Abgeschlossenes darstellen; aber es scheint uns, daß unsere Beobachtungen immerhin geeignet sein können, die von Machatschek gemachten, die sich in wesentlichen Punkten mit den unseren decken, zu ergänzen.

Wir beginnen unsere Beobachtungen bei der Gotzenalm am Ostufer des Königsees, jenem über 1700 m hohen Hochplateau, das im O durch den reichgegliederten Abfall des Hagengebirges, im W und S durch die steil zum Königsee, bzw. Obersee hinunter führende Trogwand begrenzt ist. Das Plateau der Gotzenalm⁸⁾ (Warteck

⁶⁾ F. Leyden, Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge. Geol. Rundsch. XIII, 1922.

⁷⁾ F. Machatschek, Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien, Abtg. I, Heft 4, Berlin, 1922.

⁸⁾ Spezialkarte der Berchtesgadener Alpen 1:50.000, herausg. v. D.u.Ö.A.V. 1885—1887; Österr. Spezialkarte 1:75.000, Blatt Hallein und Berchtesgaden, Salzburg, St. Johann i. P., Bad Ischl-Hallstadt; Bayerische Generalstabskarte 1:50.000, Blatt Berchtesgaden und Königsee.

1740 *m*, Bärenköpfl 1710 *m*, Kirchenbichl 1717 *m*, Klausberg 1715 *m*, Gotzentauern 1858 *m*) wird teils aus Dachsteinkalk, teils aus Liaskalk, teils aus Juramergeln aufgebaut, und hat den Charakter einer welligen Hügellandschaft. Die Hochfläche ist an keinen geologischen Horizont geknüpft und ist, wie an der die W-fallenden Schichten schneidenden Oberfläche des Gotzentauern zu sehen ist, vom Schichtbau unabhängig, daher als Abtragungsfläche aufzufassen. Wir sehen in ihr den Rest einer alten Landoberfläche, fast könnte man sagen, eines alten Talbodens, in den nachträglich das Königseetal eingesenkt worden ist.

In welchem Verhältnis steht nun diese Abtragungsfläche zu den sie umgebenden Kalkplateaus? Da zeigt es sich, daß die Hochfläche der Gotzenalm, deren ursprüngliche Höhe man mit 1750 *m* sicher nicht zu hoch veranschlägt, in unzweifelhafter Weise eine Fortsetzung im Steinernen Meer findet (Fig. 1). Am Nordrand desselben liegt nämlich zwischen den mächtigen Stöcken des Hundstod (2594 *m*)—Schneiber (2329 *m*) einerseits und des Funtenseetauern (2578 *m*) andererseits eine breite Lücke, die von einem zwischen 1800 und 1900 *m* gelegenen Hügelland (Simetsberg 1883 *m* und Glunkererkopf 1932 *m* bilden darin die höchsten Erhebungen) eingenommen wird. Dieses ist in seinen Großformen vom SW-Fallen der Schichten völlig unabhängig. Seiner Breite wie seiner Höhenlage und morphologischen Beschaffenheit nach muß es als Fortsetzung der breiten Abtragungsfläche der Gotzenalm gelten. Die beiden flankierenden Stöcke der Hundstodgruppe und des Funtenseetauern aber, die den Charakter einer durch Glazialwirkung teilweise umgestalteten Kuppenlandschaft tragen, sind von der tiefer gelegenen alten Landoberfläche in der Gegend des Simetsberges durch steile, infolge glazialer Unterschneidung scharf herausgearbeitete Abstürze getrennt. Was die oben erwähnte morphologische Ähnlichkeit der Hügellandschaft in der Gegend des Simetsberges mit der Hochfläche der Gotzenalm anlangt, so muß natürlich von den hier im Dachsteinkalk weitaus stärker ausgebildeten Karsterscheinungen abgesehen werden. Es braucht nicht erwähnt zu werden, daß in diese alte Landoberfläche nachträglich eine Reihe von Tälern eingesenkt wurden, die in der Folge durch Verkarstung und Eiswirkung umgestaltet worden sind (Funtenseetalung—Saugasse, Grünsee—Sagereckalm).

Aus der Gegend des Simetsberges läßt sich unsere alte Landoberfläche — natürlich auch hier infolge Verkarstung in ein Gewirr von Karstmulden und flachen Kuppen aufgelöst — in südwestlicher Richtung weiter verfolgen. Sie umgibt, auf etwa 1900 *m* an-

steigend, die Karstmulde der Schönbichlalm (1880 *m*) in weitem Umkreis und wird am Süd- und Westrand des Steinernen Meeres von einem um 200—300 *m* höheren Plateau überragt, in das sie fingerförmige Ausläufer entsendet. Diesem gehört außer dem Westrand auch der ganze Südteil des Steinernen Meeres zwischen Hollermaishorn (2319 *m*), Breithorn (2490 *m*), Schönfeldspitze (2651 *m*) und Rotwandl (2242 *m*) an. Die Gipfel am West- und am Südrand überragen dabei dieses höhere Plateau nur unbedeutend. Wie man beim Alhorn sehen kann, wären sie ohne Wirkung der Eiszeit und ohne die Rückwitterung des Südrandes rundliche Kuppen, die das nördlich vorgelagerte Plateau um 200—300 *m* überragten. Dieses entsendet vom Rotwandl einen Ausläufer gegen N, dessen nördlichster und auffallendster Punkt die glazial unterschnittene Kuppe des Viehkogels (2157 *m*) ist. Er bildet die Ostgrenze der in der Gegend der Schönbichlalm festgestellten alten Landoberfläche. Unmittelbar westlich von Viehkogel und Rotwandl greift diese in Form eines durch nachfolgende Verkarstung in eine Reihe von Dolinen aufgelösten Tales weit nach S zurück.

Gleichsam einen zweiten Ast entsendet die alte Landoberfläche, die uns in der Gegend des Simetsberges begegnet ist, in südlicher Richtung. Beiderseits des Hochtrogdes des Bayr. Baumgartls setzt sie sich, an der Westseite vom Viehkogel (2157 *m*), wie an der Ostseite vom Schottmalhorn (2281 *m*) und P. 2307 überragt, über das Schönfeld fort, wo sie auf über 2000 *m* ansteigt und in Form eines nachträglich durch Verkarstung umgestalteten Tales endigt. So wie bei der Schönbichlalm ist sie auch hier eingesenkt in ein höheres Plateau, dem sich auf der Westseite außer dem Viehkogel (2157 *m*) und Rotwandl (2242 *m*) die Karrenwildnis zwischen diesem und der glazial unterschnittenen Schönfeldspitze (2651 *m*) ebenso einordnen, wie an der Ostseite das Schottmalhorn (2281 *m*) und P. 2307.

Es liegt also eine alte Landoberfläche vor, die sich von der Gotzenalm mit etwa 1750 *m* über den Simetsberg ins Innere des Steinernen Meeres verfolgen läßt und dort, in mehrere Äste aufgelöst, auf 1900 *m* und mehr ansteigt. Wenn man von diesem starken Ansteigen gegen S wie von den durch nachträgliche Verkarstung geschaffenen Unebenheiten absieht, ergeben sich für diese alte Landoberfläche Höhenunterschiede von weniger als 100 *m*. Sie hatte also den Charakter eines Hügellandes.

Über diese alte Landoberfläche aber ragen allenthalben, zwischen ihren Verzweigungen wie an den Rändern des Steinernen Meeres, größere Höhen mit Plateaucharakter auf. Sie haben ein wesentlich

stärkeres Relief, das jedoch nicht das Werk junger Verkarstung ist, sondern alte Züge im Antlitz des Gebirges darstellt. Es handelt sich um eine Kuppen- und Mittelgebirgslandschaft. Dieser Charakter ist in der Hundstodgruppe und im Funtenseetauern unverkennbar, tritt uns aber auch in dem südwestlich der Linie Schönfeldspitze—Rotwandl—Schindlkopf gelegenen Plateauteil entgegen, wenn man sich die präglaziale Topographie wiederhergestellt denkt. Da auch diese Kuppenlandschaft, wie dies Machatschek⁹⁾ für das ganze Plateau des Steinernen Meeres gezeigt hat, von der muldenförmigen Lagerung der Schichten wie von gelegentlich auftretenden Verwerfungen unabhängig ist, haben wir in ihr ebenfalls eine alte Landoberfläche zu sehen, die natürlich älter ist als die in sie eingesenkte.

Es treten uns also auf dem Plateau des Steinernen Meeres die Reste zweier durch Höhenlage und Aussehen voneinander deutlich zu trennende alte Landoberflächen entgegen: eine ältere, die den Charakter einer Kuppen- und Mittelgebirgslandschaft hat und der die Gipfel und die höheren Plateauteile angehören, und eine jüngere, in jene eingesenkte mit Hügellandcharakter.

Aus der verästelten Gestalt und dem geringen Relief der tieferen der beiden alten Landoberflächen ergibt sich der Schluß, daß sie nichts anderes darstellt, als das verästelte und stark erniedrigte Sammelgebiet zweier Quellflüsse der Königseeache, zu einer Zeit, als die Erosionsbasis am Alpenrand noch wesentlich höher lag als heute, aber schon tiefer als zur Zeit der Kuppenlandschaft. Der westliche der beiden Quellflüsse wurde selbst wieder durch strahlenförmig angeordnete Quellbäche gespeist, die sich in der Gegend der Schönbichlalm vereinigten; von dem östlichen war sein Einzugsgebiet durch den Höhenzug Viehkogel—Rotwandl getrennt. Im Gegensatz zum Mittelgebirgscharakter der höheren alten Landoberfläche ist man versucht, die tiefere als Verebnungsfläche zu bezeichnen. Wenn wir deshalb im folgenden der Kürze halber von „Verebnungsfläche“ im Gegensatz zur „Kuppenlandschaft“ sprechen, so möchten wir freilich den Begriff Verebnungsfläche nicht allzu wörtlich gefaßt sehen (Fig. 2).

Eine neuerliche Senkung der Erosionsbasis hat nämlich die Ausgestaltung der Hügellandschaft zu einer wirklichen Verebnungsfläche gehindert. Diese Senkung der Erosionsbasis vollzog sich in mehreren Absätzen, oder zum mindesten mit wechselnder Geschwindigkeit. Das erkennen wir an den Resten tiefer gelegener alter

⁹⁾ A. a. O., S. 60.

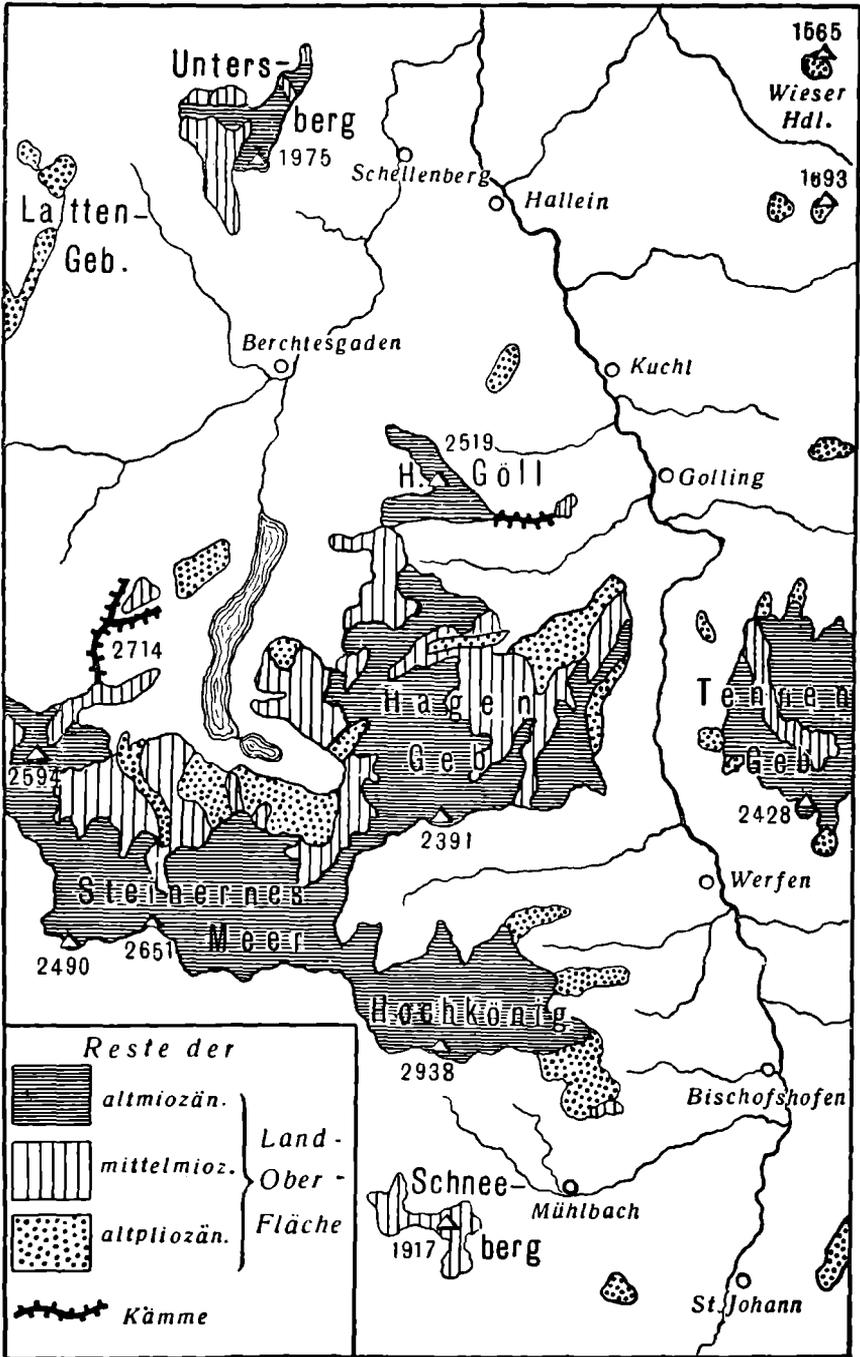


Abb. 2. Verbreitung der alten Landoberflächen in den Salzburger Kalkalpen. 1: 250.000.
Altmiozän = „Kuppenlandschaft“, mittelmiozän = „Verebnungsflächen“, altpliozän = 1400 m Niveau

Talböden, die uns an den Ufern des Königsees entgegentreten. Die Sohle derselben mag am Königsee in 1400 *m*, in 1300—1250 *m*, in 1150—1100 *m* und in 900—850 *m* (präglazial) anzusetzen sein¹⁰) Anfangs vollzog sich die Senkung der Erosionsbasis so langsam, daß es zur Ausbildung regelrechter Täler kommen konnte, die nun in die Hügellandschaft eingesenkt wurden. So entstand das Funtenseetal, dessen Sohle im Bayr. Baumgartl in zirka 1800 *m*, zwischen Glunkererkopf und Hirsch in 1680 *m* lag und am Königsee auf den Talboden hinauslief, dessen Sohle dort in etwa 1400 *m* anzusetzen ist. Ihm entspricht auch das Tal, in dem der Grünsee (1505 *m*) liegt. Dann ging aber die Senkung der Erosionsbasis so rasch vonstatten, daß die bis dahin oberirdisch fließenden Bäche über den Karstwasserspiegel gerieten und versiegten, was auch die Verkarstung jener Täler wie des ganzen Plateaus zur Folge hatte.

Für die weitere Ausgestaltung des heutigen Formenschatzes war zweifellos noch die Eiszeit von großer Bedeutung. Doch würde eine Betrachtung dieser Verhältnisse zu weit führen.

Wir haben uns somit den Entwicklungsgang der Oberflächenformen des Steinernen Meeres schematisch folgendermaßen vorzustellen:

1. Ausbildung einer Kuppen- und Mittelgebirgslandschaft;
2. Senkung der Erosionsbasis; Entstehung einer im Mittel um 300 *m* in die Kuppenlandschaft eingesenkten Hügellandschaft unter gleichzeitiger teilweiser Zerstörung der ersteren;
3. Neuerliche Senkung der Erosionsbasis; sie vollzieht sich erst langsam (Entstehung des Funtenseetales), dann rasch (so daß Verkarstung eintritt), doch mit in der Folge wechselnder Geschwindigkeit;
4. Umgestaltung durch die Eiszeit (Karbildung, Zuschärfung mancher Kuppen zu Graten, Rundbuckellandschaft usw.).

Das Gefälle, welches die „Verebnungsfläche“ aufweist, ist zweifellos größer, als es ursprünglich gewesen sein kann. Das gleiche gilt auch von dem Gefälle des Funtenseetales, wie es sich aus der oben angegebenen Sohlenhöhe ergibt. Wir kommen daher, ähnlich wie

¹⁰) Dem 1400-Niveau gehören an: Wasseralm (1414 *m*) und die sich westlich daran anschließende Terrasse südlich des Obersees in 1400—1500 *m*, Regenalm (1494 *m*), Seeaualm (1462 *m*), Kührint (1458 *m*); dem 1250—1300-Niveau: Sagereckalm (1364 *m*), Kauner Holzstube (1335 *m*), Büchsenkopf (1292 *m*), Sommerbichl (1288 *m*); dem 1100—1150-Niveau: Terrasse nördlich der Holzstube Fischunkel in 1150 *m*, Terrasse westlich Kauner Holzstube in über 1100 *m*, unter dem Archenkopf und bei der Unteren Herrenrointalm in über 1100 *m*; dem präglazialen Talboden gehören an: Terrasse südlich der Schrainbachmündung in 800—900 *m* an der Rabenwand und Falkensteinwand in über 800 *m* und bei der Klingeralm (916 *m*).

Machatschek, der die Unterscheidung zweier verschieden alter Landoberflächen nicht gemacht hat, zur Annahme einer (nur wesentlich schwächeren) Schrägstellung des Plateaus nach N. Davon abgesehen, möchten wir im Steinernen Meer jungen Bewegungen keine große Bedeutung einräumen. Alle größeren Höhengsprünge erklären sich nach der von uns vertretenen Auffassung sehr einfach als Grenzen verschieden alter Landschaftsformen. Die einzige Stelle, wo man an eine junge Störung denken könnte, ist der Südfuß von Hundstod, Gjaidtschneid und Schneiber. Doch ist die steile Südwand derselben — ähnlich wie dies bei der Ostwand des Schneiber gegen die Saugasse und bei der Stuhlwand an der Westseite des Funtenseetauern ausschließlich der Fall ist — zum guten Teil die Folge starker glazialer Unterschneidung. Sie ist verständlich, wenn man bedenkt, daß die gesamte Eismasse, die das westliche Steinerne Meer bedeckte und die im S eine Breite von 8 km hatte, am Nordrand durch die genannten Stöcke auf eine Breite von nicht ganz 4 km zusammengedrängt wurde.

Für die hier vorgetragene Auffassung von der Existenz zweier verschieden alter Landoberflächen im Plateau des Steinernen Meeres lassen sich auch aus anderen Teilen desselben Beweise erbringen. In der Hundstodgruppe gehören Gr. Hundstod (2594 m), Kl. Hundstod (2277 m), Gjaidtschneid (2239 m, 2270 m), Schneiber (2329 m), Gjaidkopf (2266 m) und Grasköpfl (2092 m) der „Kuppenlandschaft“, die breite Mulde zwischen Rotleitenschneid und Grasköpfl in 1800 bis 1900 m, die im Hintergrund in das Kar der Hundstodgrube übergeht, sowie die sanften Hänge zwischen Hirschwiese und Hachelköpfen in 1800—2000 m der jüngeren Landoberfläche an. Im östlichen Steinernen Meer, das mit seinen zwischen 2200 und 2600 m sich bewegenden Höhen größtenteils der „Kuppenlandschaft“ angehört, ist die jüngere „Verebnungsfläche“ bei der Blauen Lacke (1834 m) und der Vord. Wildalpe (1978 m) vorhanden.

Der Fluß, dessen Tätigkeit die Entstehung des breiten Tales zuzuschreiben ist, von dem uns noch heute Reste im Gotzenalmplateau entgegnetreten, wurde also aus dem Steinernen Meer durch mehrere Quellläste gespeist: einen kleinen, aus der Gegend der Wildalm kommenden, und zwei größere, selbst wieder mehrfach verzweigte, die zwischen Funtenseetauern und Schneiber das Steinerne Meer verließen; ein vierter endlich kam von der Nordostseite des Gr. Hundstod und ging am Südfuß der Hachelköpfe entlang, um sich am Südende des heutigen Königsees mit den anderen zu vereinigen.

Der von der Wildalm kommende Quellbach wurde von seinem

westlichen Nachbar durch den Funtenseetauern getrennt. Dieser senkt sich nach N mit erst steilen, dann aber sanft geneigten Flächen, in die mehrere Kare eingesenkt sind, auf etwa 1800 *m* herab (Moosscheibe 1815 *m*, Kuhscheibe über 1800 *m*), von wo ein plötzlicher Absturz zum Obersee hinunter führt. Diese vom Schichtbau unabhängigen, sanft geneigten Flächen, die Machatschek¹¹⁾ als „ein steileres, nach N abgebogenes Glied der alten Landoberfläche“ auffaßt, finden nach unserer Ansicht zweifellos jenseits des Oberseetropes ihre Fortsetzung im alten Talboden der Gotzenalm und gehören somit als Gehängeflächen der jüngeren der beiden alten Landoberflächen an.

Auch aus dem Hagengebirge hat jener Vorläufer der Königseeache einige, wenn auch kleine Zuflüsse erhalten. Die zu Karen umgestalteten Quelltrichter derselben treten uns oberhalb des Trogschlusses der Fischunkel bei der Bärensunkalm (1891 *m*), in der Bärensunk (1802 *m*) und In der Schreck (1778 *m*) entgegen, schon außerhalb derselben gelegene sanft geneigte Gehängeflächen bei der Hanauerlaubalm (1876 *m*, 1913 *m*) und am Wildpalfen (1935 *m*); sie werden überragt von dazwischen vorspringenden Kuppen, wie Kahlersberg (2350 *m*), Vord. Kragen (2173 *m*), Wildalmriedel (2275 *m*), Gr. Teufelshorn (2361 *m*) usw. Auch bei der Rotspielalm (zirka 1800 *m*) greift das Gotzenalmplateau zwischen Fagstein (2164 *m*) und einen Ausläufer des Reinersberges (2169 *m*), beim Roßfeld (etwa 1850 *m*) zwischen Hohes Laafeld (2070 *m*), Fagstein (2164 *m*) und Schlumwand (2097 *m*) hinein. Endlich treten auch in der Gegend des Torrenner Joches in etwa 1800 *m* deutliche Reste derselben alten Landoberfläche auf, der das Plateau der Gotzenalm angehört; sie werden im N von der Kuppenlandschaft des Brett (2337 *m*), im S von der des Schneibsteins (2275 *m*) überragt. Wir unterscheiden also auch hier am Westrand des Hagengebirges zwischen einer höher gelegenen Kuppenlandschaft und einer mit zahlreichen Ausläufern in diese eingesenkten alten Landoberfläche.

An der Westseite des Königseetales sind uns hingegen keine Reste der alten Landoberflächen erhalten, von der jüngeren nicht als Folge der unterdessen gegen W verschobenen Lage des heutigen Tales, von der älteren nicht, weil die Nähe des Königsee- und des Wimbachtales am Watzmann zur Ausbildung eines scharfen Grates geführt hat.

Die Tatsache, daß das Gotzenalmplateau fingerförmig in den

¹¹⁾ A. a. O., S. 61.

Westabfall des Hagengebirges hineingreift, verbietet es uns, in ihm einen abgesunkenen Teil des Hagengebirgsplateaus zu sehen, wie dies Machatschek¹²⁾ getan hat. Es scheint uns eine derartige Auffassung auch deshalb nicht angängig, weil am Westrand des Hagengebirgsplateaus, wie bereits angedeutet wurde und noch des näheren gezeigt werden soll, eine Kuppenlandschaft vorliegt, während das Gotzenalmplateau mit seinem viel geringeren Relief den Charakter eines Hügellandes hat.

Nach dieser Betrachtung der Verhältnisse am Westabfall des Hagengebirges wenden wir uns nun der Hochfläche selbst zu. Daß das Plateau des Hagengebirges eine Abtragungsfläche ist, welche die Schichten schneidet, ist bereits von Machatschek¹³⁾ betont worden. Doch muß man auch hier zwei verschieden hoch gelegene, verschieden aussehende und verschieden alte Landoberflächen unterscheiden (Fig. 2 und 3).

Am Westrand tritt, wie gezeigt wurde, das tiefere Gotzenalm-

¹²⁾ Machatschek a. a. O., S. 67 ff., hat dafür die Staffelbrüche verantwortlich gemacht, die von E. Böse, Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias, I, Z. d. D. geol. Ges., Bd. 50 (1898), hier — übrigens auch zur Erklärung der Entstehung des Königseetales — angenommen worden sind. Es will uns indessen scheinen, daß die Annahme F. F. Hahns (Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns, Mitt. d. geol. Ges. in Wien, Bd. VI, 1913, S. 344f.) von O-fallenden Schuppenflächen mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat. Dies deshalb, weil zunächst die unteren dieser Staffelbrüche, welche die Entstehung des Königsees erklären sollen, wie Machatschek mit Beziehung auf A. Penck, A. i. E., S. 313, selbst betont, nicht nachweisbar sind, besonders aber mit Rücksicht auf die Zwischenlagerung von Lias und Jura zwischen Dachsteinkalk an der Hohen Bahn, auf die Überlagerung des Lias durch Dachsteinkalk, wie dies am Nordabfall des Fagstein deutlich zu sehen ist, endlich auf die Überlagerung der Werfener Schichten und des Muschelkalkes direkt durch Dachsteinkalk im Landtal. Ähnliche gegen W gerichtete Bewegungen sind zudem weiter nördlich am Jenner, wie in der Scharitzkehl durch Böse nachgewiesen. Der Morphologe wird, gleichgültig, ob es sich um Brüche oder Schuppen handelt, über die Tatsache nicht hinweggehen dürfen, daß am Westabfall des Hagengebirges ein wiederholter Wechsel von hartem, wandbildendem Dachsteinkalk und weichen, sanft geböschten und mit grünen Almwiesen bedeckten Liasmergeln eintritt. Dieser mehrfache Gesteinswechsel hat zur Ausbildung von zahlreichen, freilich nicht fortlaufenden Denudationsterrassen geführt, die den Westabfall des Hagengebirges gliedern und so mannigfach, ja geradezu verwirrend gestalten. Mit Rücksicht auf die geschilderten Verhältnisse ist auch bei der Rekonstruktion alter Talböden große Vorsicht am Platz. So scheint es z. B. sehr fraglich, ob die Terrasse des Strubkopf (1242 m), die Machatschek als alten Talbodenrest anspricht, nicht eher als eine Denudationsterrasse aufzufassen ist, die durch Zwischenlagerung von weichem Lias und Jura zwischen Dachsteinkalk, der unterhalb und oberhalb ansteht, bedingt ist.

¹³⁾ A. a. O., S. 66.

plateau zu den dasselbe überragenden Kuppen des Schneibstein (2275 *m*), Reinersberg (2203 *m*), Fagstein (2164 *m*), Kahlersberg (2350 *m*) usw. in Gegensatz. Diese „Kuppenlandschaft“ erlangt nun im südwestlichen Teil des Hagengebirgsplateaus größere Ausdehnung und umfaßt das ganze Gebiet zwischen Kahlersberg (2350 *m*), Wildalmriedel (2275 *m*), Raucheck (2391 *m*) und Lengtalschneid (2242, 2161 *m*). Denselben Charakter haben auch die Tanntalköpfe (2207, 2342, 2324 *m*) und deren nördliche Fortsetzung, auch Hochgeschirr (2261 *m*), Schottwies (2251 *m*) und Riffelkopf (2251 *m*), sowie dessen nördliche Ausläufer. Überall herrscht, soweit nicht durch Karbildung, glaziale Unterschneidung oder durch Rückwitterung des Ost- und Südrandes des Plateaus steile Wände und scharfe Gipfel entstanden sind, der Charakter einer Mittelgebirgslandschaft mit Höhenunterschieden von 200—300 *m*.

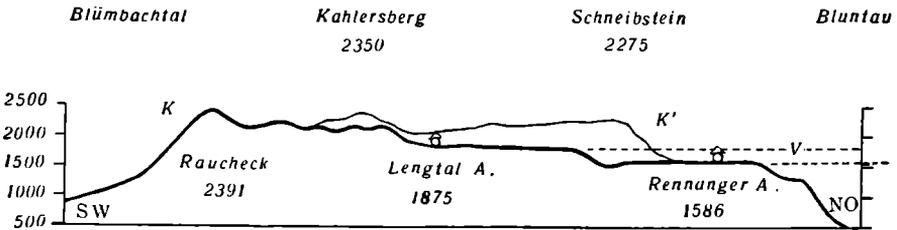


Abb. 3. Schematisches Profil durch das Hagengebirge.
 Maßstab: Längen und Höhen 1 : 125.000.
 K K' Kuppenlandschaft, V Verebnungsfläche.

Der nordöstliche Teil des Plateaus dagegen und ein Teil des Inneren wird von einer tiefer gelegenen alten Landoberfläche eingenommen, die, wenn man sich die nachträglich durch Talbildung und Verkarstung entstandenen und durch Gletscherwirkung umgestalteten Täler und Dolinen wieder ausgefüllt denkt, nur relative Höhenunterschiede von kaum 100 *m* aufweist, also den Charakter eines Hügellandes hat. Sie tritt uns besonders deutlich im NO bei der Hochfüllingalm (1750—1800 *m*) entgegen, nimmt aber auch den nordwestlichen Teil des Plateaus bis zu dem 200—300 *m* hohen Steilabfall ein, mit dem Reinersberg und Kahlersberg gegen O abfallen. Nach S reicht sie bis zu dem etwa 250 *m* hohen Steilhang, mit dem sich die Lengtalschneid (2242, 2161 *m*) zur Lengtalalm (1875 *m*) senkt. Im Gegensatz zu der umgebenden „Kuppenlandschaft“ mag auch hier für diese tiefere alte Landoberfläche die Bezeichnung „Verebnungsfläche“ gebraucht werden. Die Höhe derselben nimmt von der Hochfüllingalm, wo sie etwa 1800 *m* beträgt, gegen das Innere ziemlich

beträchtlich zu, so daß sie bei der Grafingschlimmelalm gegen 1950 *m*, bei der Lengtalalm etwa 1900 *m* erreicht.

Daß diese „Verebnungsfläche“ jünger ist als die „Kuppenlandschaft“ ringsum und nicht etwa einen nachträglich abgesunkenen Teil der letzteren darstellt, wird zunächst durch ihre morphologische Verschiedenheit bewiesen, sodann aber auch dadurch, daß die „Verebnungsfläche“ zwei sich talartig verschmälernde Ausläufer in die höhere „Kuppenlandschaft“ entsendet. Der eine derselben wird durch die Karsttalung des Roßfeld (1900 *m*) gebildet, der andere ist an der Ostseite der Hochwies oberhalb der Schönbichlalm in fast 1900 *m* sowie weiter südlich in der etwas über 1900 *m* hoch gelegenen Talung zwischen Pitzkogel (2241 *m*) und Schottwies (2251 *m*) erhalten. Zwischen diesen beiden Ausläufern der „Verebnungsfläche“ hat sich die Hochwies (2185 *m*) als nach N vorgeschobener Vorposten der „Kuppenlandschaft“ erhalten. Freilich ist sie an ihren Flanken durch glaziale Wirkung ebenso untergraben, wie dies auch an der Westseite des nördlichsten Ausläufers der Kuppenlandschaft, am Tristkopf (2107 *m*) der Fall ist.

Eine auf die Ausbildung der „Verebnungsfläche“ folgende Senkung der Erosionsbasis hat auch hier zur teilweisen Zerstörung derselben geführt, teils durch Einsenkung von Tälern (Vd. Schlummalalm 1481 *m*, Gerinnalm 1489 *m*), teils durch Verkarstung. Stillstandsperioden, bzw. Zeiten besonders langsamer Senkung der Erosionsbasis werden uns durch Terrassen in 1500 *m* (westlich Rennangeralm und beiderseits des Beergrabens) und in über 1200 *m* (Gratzalpe 1249 *m*) bewiesen.

Somit zeigt sich eine mehrfache Analogie zum Steinernen Meer: Hier wie dort eine Kuppenlandschaft, in die eine jüngere mehrfach verästelte Landoberfläche eingesenkt ist. Hier wie dort handelt es sich bei der letzteren offenbar um das Sammelgebiet der Quellflüsse eines größeren Flusses, der das Plateau in nordöstlicher Richtung verließ. Hier wie dort weist die Verebnungsfläche ein unverhältnismäßig großes Gefälle auf, das auf eine spätere Schrägstellung schließen läßt. Hier wie dort endlich haben Verkarstung und Eiszeit den Formenschatz des Gebirges noch bereichert.

Die südliche Fortsetzung der Kuppenlandschaft des Hagengebirges bildet das Hochkönigplateau¹⁴⁾. Die Höhen am Nordrand (Eibleck 2394 *m*, Tenneck 2455 *m*) sind unwesentlich höher als die am Südrande des Hagengebirges und steigen nach S bis auf im

¹⁴⁾ Vgl. Machatschek a. a. O., S. 54.

Mittel 2800—2900 *m* an (Hochkönig 2938 *m*, Bratschenkopf 2850 *m*, Hochseiler 2781 *m*). Die auffallend rasche Höhenzunahme nach S, die weitaus stärker ist als beim benachbarten Steinernen Meer, deutet wohl auf eine starke Schrägstellung gegen N nach Ausbildung der Kuppenlandschaft. Für das Vorhandensein einer jüngeren, in die Kuppenlandschaft eingesenkten Landoberfläche fehlen hier alle Anzeichen.

Das Tennengebirgsplateau, dem nur eine kurze Betrachtung gewidmet sei, ist von Machatschek¹⁵⁾ als eine wellige Karsthochfläche beschrieben worden, die Höhenunterschiede von höchstens 400 *m* aufweist und von dem nach N immer stärker werdenden Schichtfallen unabhängig ist. Der Charakter der Mittelgebirgslandschaft tritt besonders in der Gegend zwischen Raucheck (2408 *m*) und Tirolerkopf (2314 *m*), ferner im Wieselstein (2298 *m*) und Knallstein (2231 *m*) und endlich in der Bleikogelgruppe (2409 *m*) hervor. Dazwischen liegen weniger stark modulierte Hochflächen in etwa 2200 *m*.

In diese der „Kuppenlandschaft“ des Steinernen Meeres und des Hagengebirges gleichzustellende alte Landoberfläche ist nun das langgezogene durch Verkarstung und Eiswirkung umgestaltete Tal der Vord. und Hint. Pitschenbergalm¹⁶⁾ eingesenkt (Fig. 2). Die Höhe dieses Tales beträgt auf dem die beiden Almböden trennenden Riegel 1885 *m* in den innersten Verzweigungen (Ebental und Kar nordwestlich Streitmandel) bereits etwa 2100 *m*. Am Nordrand des Plateaus lag die Talsohle in etwa 1800 *m*, also gleich hoch wie die „Verebnungsfläche“ am Nordrand des Hagengebirges, mit der wir das Pitschenbergtal infolgedessen für gleichaltrig ansehen. Offenbar erhielt der Fluß, dessen Sammelgebiet uns in der Verebnungsfläche des Hagengebirges begegnet ist — das Salzachtal zwischen Hagengebirge und Tennengebirge bestand damals, wie später zu zeigen sein wird, noch nicht — auch aus dem Tennengebirge einen Zufluß.

¹⁵⁾ A. a. O., S. 70ff.

¹⁶⁾ Im Pitschenbergtal finden sich Urgebirgs- und Quarzgerölle in großer Menge, besonders zwischen Ob. und Unt. Pitschenbergalm, wo sie förmlich in Haufen auftreten. Der Durchmesser der gut gerundeten, glänzenden, typischen Augensteine schwankt zwischen 5 *mm* und 5—6 *cm*. Die Lage in dem gegen S abgeschlossenen Tal beweist, daß sie nicht auf primärer Lagerstätte liegen, sondern vom höheren Plateau heruntergeschwemmt worden sind. Auf solche Weise sind sie auch in die große Eishöhle gelangt. (Bericht über die Eishöhle im Tennengebirge, erstattet von O. Lehmann, J. Pia usw., Sitz.-Ber. Akad. d. W. Wien, math.-nat. Kl. 1921, und F. Machatschek, Die Eisriesenhöhle im Tennengebirge, Zeitschr. d. Ges. f. Erdk., Berlin 1921.)

An der Nordostseite des Tennengebirges ist zwischen Langwand (2261 *m*), Bleikogel (2409 *m*), Edelweißkopf (2033 *m*) und Tagweide (2126 *m*), welche alle der „Kuppenlandschaft“ angehören, eine breite Fläche¹⁷⁾ von dreieckiger Gestalt, der Griebkessel, um etwa 250 *m* eingesenkt. Sie senkt sich von etwa 2000 *m* gegen NO auf 1700—1800 *m* und entspricht sowohl ihrer Höhenlage wie ihrer morphologischen Eigenart nach durchaus den „Verebnungsflächen“ im Steinernen Meer und im Hagengebirge. Wir müssen uns also vorstellen, daß auch hier ein allerdings kleiner Fluß sein Sammelgebiet hatte, der das Tennengebirge in nordöstlicher Richtung verlassen hat, also wohl ein Nebenfluß eines Lammervorläufers gewesen ist. Das große Gefälle dieser kleinen Verebnungsfläche weist auch hier auf spätere Schrägstellung.

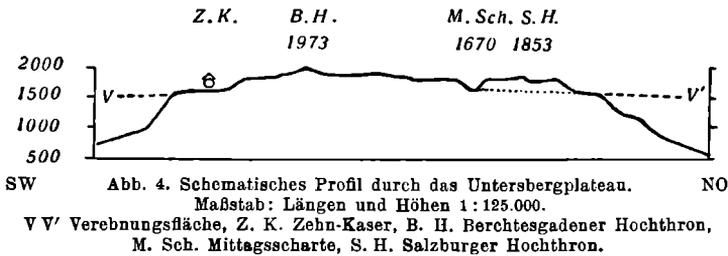
In Kürze sei nun noch untersucht, inwieweit sich die von uns im Steinernen Meer, im Hagengebirge und im Tennengebirge gemachte Beobachtung vom Vorhandensein zweier verschieden alter Landoberflächen in den Salzburger Alpen anderwärts bestätigt.

Die „Kuppenlandschaft“ tritt uns zunächst in typischer Ausbildung im westlichen Teil des Göllstockes entgegen (Hoher Göll 2519 *m*, Brettriadel, Hohes Brett 2337 *m*). Östlich von den Archenköpfen dagegen hat die beiderseitige Wandverwitterung aus den Kuppen größtenteils scharfe Grate geschaffen. Auch der Hohe Göll selbst stürzt gegen NO in das Kar des Wilden Freithof mit steilen Wänden ab. Die kleinen Plateauflächen an der Göllscheibe (1751 *m*) möchten wir indessen der „Verebnungsfläche“ zuweisen. Vielleicht darf man auch das breite Kar im Hintergrund des Alpeltales, dessen Boden in etwa 1900 *m* liegt, als einen alten, ihr angehörigen, glazial umgestalteten Quelltrichter ansehen.

Die am weitesten nach N vorgeschobenen und gleichzeitig deutlich erkennbaren Vorposten unserer beiden alten Landoberflächen treffen wir hart am Alpenrand, auf dem Untersbergplateau (Fig. 2 und 4). An der Westseite desselben begegnet uns bei den Zehn-Kasern (1593 *m*) eine kleine Hochfläche, deren Höhe sich zwischen 1550 und 1600 *m* bewegt (Archenkopf 1568 *m*, Feuerbühel 1561 *m*, Reisenkaser 1505 *m*); das ist um etwa 300 *m* niedriger als die breiten rundlichen Kuppen und Rücken des Berchtesgadener Hochthron

¹⁷⁾ Machatschek a. a. O., S. 73, spricht von einem geräumigen Kar. Doch kann wohl die Eiszeit allein für die Entstehung eines derartig breiten Kares nicht verantwortlich gemacht werden. Es muß vielmehr schon vor der Eiszeit eine breite in die Umgebung eingesenkte Fläche vorhanden gewesen sein, die infolge der Gletscherwirkung noch schärfere und steilere Ränder erhalten hat.

(1973 *m*), Raucheck (1854 *m*) und Hochtram (1841 *m*), zwischen welche die Hochfläche der Zehn-Kaser auch einen kleinen sich zuspitzenden Ausläufer entsendet. Der Hochfläche der Zehn-Kaser entsprechen auf der Nordseite des Untersberges eine Reihe von terrassenartigen Vorsprüngen: auf dem westlichsten liegen die Vier-Kaser (1590 *m*), ein zweiter, östlich davon liegt in 1560 *m*, ein dritter in 1550 *m*, dann folgt die Klingeralm (1522 *m*), und ein letzter nördlich unterhalb des Zeppezauerhauses in 1600 *m*. Mit diesen Terrassenflächen darf man zweifellos auch das in das höhere Plateau um 250 *m* eingesenkte Karsttal der Mittagsscharte (1659, 1670 *m*) in Verbindung bringen, das heute infolge der Rückwitterung der Ostwand des Untersberges in die Luft hinausstreicht. Machatschek¹⁸⁾, dessen Beobachtungen wir übrigens sonst durchaus bestätigen können, hat die tieferen, 1500—1600 *m* hoch gelegenen Plateauteile als Reste von Talböden aufgefaßt, welche der höheren Kuppenlandschaft zu-



gehören. Der deutliche Gehängeknick, welcher die Terrassenflächen von dem höheren Plateau scheidet, vor allem aber die steilen Wandungen, mit denen die Mittagsscharte in das höhere Plateau eingesenkt ist, veranlassen uns aber, auch hier zwei verschieden alte Landoberflächen zu unterscheiden. Wir stellen die tiefere den „Verebnungsflächen“ auf den Kalkplateaus gleich, die höhere der „Kuppenlandschaft“. Die breite Terrasse bei den Zehn-Kasern läßt uns geradezu den Schluß ziehen, daß jene Königseeache, deren Sammelgebiet uns in den „Verebnungsflächen“ im Steinernen Meer begegnet ist, ihren Weg von der Gotzenalm an den Alpenrand an der Westseite des Untersberges genommen hat. Daß sich dabei für die Strecke Gotzenalm—Untersberg ein Gefälle von 200 *m* (10⁰/₀₀) ergibt, deckt sich mit den bezüglich des Gefälles der „Verebnungsflächen“ gemachten Beobachtungen: auch hier erweist es sich als zu groß, als daß es das ursprüngliche sein könnte.

¹⁸⁾ A. a. O., S. 98.

Während uns in der Wimbachgruppe scharfe Grate entgegen-treten und daher von der Kuppenlandschaft nichts, übrigens auch von der jüngeren Landoberfläche nur spärliche Reste (z. B. Watzmannkar) erhalten sind, begegnen uns auf dem Plateau der Reiteralm wieder deutlich zwei verschieden hoch liegende Plateauteile: ein nördlicher Teil mit 1600—1700 *m* Höhe und ein südlicher, von ersterem durch einen etwa 400 *m* hohen Steilabfall getrennter Teil, die sogenannten Steinberge, mit Höhen zwischen 2000 und 2300 *m*. Die Zukunft muß lehren, ob die Ansicht Machatscheks, der die verschiedene Höhenlage der beiden Plateauteile auf eine Abbeugung ein und derselben alten Landoberfläche zurückführen will, zutrifft, oder ob es sich nicht vielmehr auch hier, wie es uns scheinen will, um zwei verschieden alte Landoberflächen handelt¹⁹⁾.

Im niedrigsten der Kalkplateaus, dem Lattengebirge, lassen sich ebenfalls zwei verschieden hoch gelegene Hochflächen unterscheiden²⁰⁾. Eine tiefere Verebnung liegt in 1200—1260 *m*, eine höhere in rund 1450 *m*. Über diese ragt am Ostrand die Thörlschneid auf (1629 *m*, Thörlkopf 1702 *m*, Karkopf 1737 *m*, Großschlegel 1702 *m*). Beide Verebnungen entsprechen indessen Talniveaus, die auch sonst im Saalach- und Salzachgebiet anzutreffen sind: das höhere dem Niveau, das uns am Königsee in 1400 *m*, im Hageengebirge in 1500 *m* begegnet ist, das jüngere entspricht dem am Königsee in 1250—1300 *m*, im Hageengebirge in über 1200 *m* (Gratzalm) gelegenen.

Wir glauben im vorangegangenen den Beweis erbracht zu haben, daß auf den Plateaus der Salzburger Kalkalpen zwei voneinander deutlich zu scheidende alte Landoberflächen vorliegen, eine ältere mit dem Charakter einer Kuppenlandschaft und eine jüngere, die, ehe die Verkarstung einsetzte, das Aussehen einer Hügellandschaft mit so geringem Relief hatte, daß wir sogar von „Verebnungsflächen“ sprechen könnten. Da die letztere in die erstere um durchschnittlich 300—500 *m* eingesenkt ist, muß der Ausbildung der jüngeren eine Senkung der Erosionsbasis um etwa 300 *m* vorangegangen sein.

¹⁹⁾ Unsere Beobachtungen im Gebiete der Reiteralm stammen aus der Zeit vor Erscheinen der Arbeit Machatscheks. Wir hatten leider hier noch keine Gelegenheit, unsere damaligen Beobachtungen zu überprüfen. Die Verwerfungen Gilitzers, Geologischer Aufbau des Reiteralpgebirges, Geogn. Jh. 1912, die Machatschek a. a. O., S. 89 f., als Stütze für seine Auffassung heranzieht, sind anscheinend aus der Topographie erschlossen und daher nicht beweiskräftig.

²⁰⁾ Vgl. Machatschek a. a. O., S. 92 ff.

Aus den Neigungsverhältnissen, bzw. Höhenlagen der noch vorhandenen Reste der beiden alten Landoberflächen ergibt sich für beide ein großes Gefälle gegen den Gebirgsrand (Fig. 5). Die tiefere hat auf der Strecke Steinernes Meer—Gotzenalm ein mittleres Gefälle von 25⁰/₀₀, im Inneren des Hagengebirges von 20⁰/₀₀, im Griebkessel des Tennengebirges gar über 30⁰/₀₀. Weiter draußen ist das Gefälle, wie natürlich, zwar kleiner (Gotzenalm—Untersberg Westrand und Hoch-Füllingalm—Untersberg Nordrand 10⁰/₀₀), aber auch das ist viel zu groß, um das ursprüngliche zu sein; beträgt doch das Gefälle der Salzach von Golling bis Salzburg heute nur 1·8⁰/₀₀.

Auch die Höhen der „Kuppenlandschaft“ nehmen auffallend rasch gegen N. ab. Am Südrand des Hochkönigs²¹⁾ beträgt die durchschnittliche Höhe der Gipfel 2800 *m*, am Südrand des Steinernen Meeres 2500—2600 *m*, am Nordrand des Hochkönigplateaus 2400 *m*, im Hagengebirge durchschnittlich 2300 *m*, in der Linie Göll—Watzmann 2500 bis über 2700 *m*, am Untersberg endlich nur 1900 *m*. Nun darf man sicherlich bei einer Kuppenlandschaft aus diesen Tatsachen keine allzu weitgehenden Schlüsse ziehen. Aber auch wenn man die größere Höhe von Göll und Watzmann als eine lokale, in den Unebenheiten einer Kuppenlandschaft begründete Erscheinung ansieht, zeigt sich eine mittlere Höhenabnahme, die nicht die Folge der natürlichen Minderung des Reliefs gegen den Gebirgsrand sein

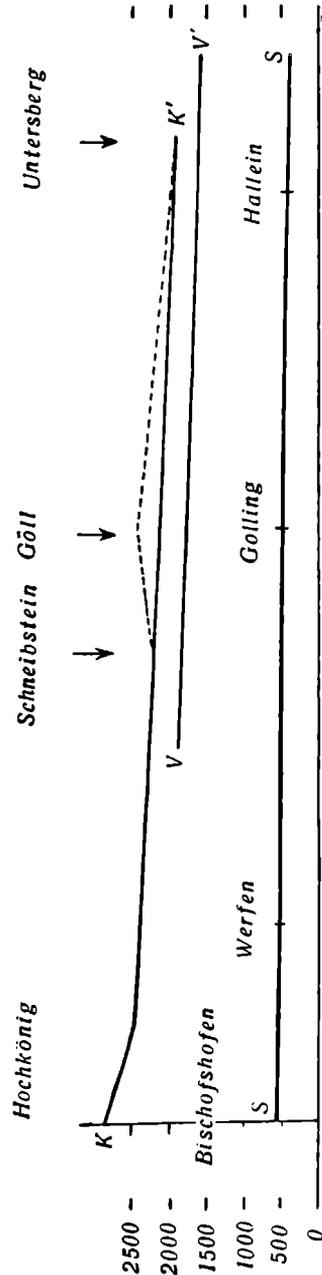


Abb. 5. Schematische Darstellung der Neigungsverhältnisse der Kuppenlandschaft (K K') und der Verebnungsfläche (V V'). S. S. heutige Salzach. Maßstab: Längen 1 : 250.000, Höhen 1 : 125.000.

²¹⁾ Vgl. die Gipfelflurkarte Machatscheks.

kann. Im Zusammenhalt mit der raschen Höhenabnahme im Hochkönig ergibt sich jedenfalls eine Schrägstellung, verbunden mit einer Aufbiegung des Südrandes der Kalkalpen. Wenn man aber das Anschwellen der Gipfelflur in der Linie Göll—Watzmann nicht als ursprünglich ansehen wollte, müßte man außerdem an eine Aufwölbung in dieser Gegend denken²²⁾. Bei der tieferen der beiden alten Landoberflächen wird man dagegen mit der Annahme einer einfachen Schrägstellung gegen N jedenfalls das Auslangen finden.

Mit unserer Unterscheidung zweier verschieden alter Landoberflächen in den Salzburger Alpen stehen wir im Widerspruch zu Machatschek. Es sei daher kurz darauf hingewiesen, daß auch in anderen Teilen der Alpen ein ähnlicher Entwicklungsgang nachgewiesen ist. F. Leyden²³⁾ hat im Gebiet westlich der Saalach durch Gipfelplateaus und Verebnungsflächen ein Niveau in 1700 *m* Höhe nachgewiesen, das sich bis an den Alpenrand auf 1400 *m* senkt. Machatschek glaubte dafür in den Salzburger Alpen kein Seitenstück finden zu können; wir zweifeln indessen nicht, daß diese „Eckenbergphase“ mit unserer tiefer gelegenen alten Landoberfläche (1750—1800 *m*, am Alpenrand 1500 *m*) identisch ist.

Daß uns die Verhältnisse im östlichen Nachbargebiet, im Dachstein, ganz ähnlich zu liegen scheinen, kann kein Beweis für die Richtigkeit unserer Anschauung sein, soll aber immerhin erwähnt werden.

W. Schmidt²⁴⁾ unterscheidet in der Entwicklung der Kalkplateaus zwei Zyklen: die Zeit der Augensteine, wohl entsprechend unserer „Kuppenlandschaft“, und den sogenannten „Altzyklus“, zweifellos entsprechend unseren „Verebnungsflächen“^{24a)}.

²²⁾ In diesem Falle könnte man an ein in veränderter Form sich abspielendes Wiederaufleben der Torrenner Joch—Hocheis—Hundstodlinie (Hahn a. a. O., S. 344; C. Lebling, Über die Herkunft der Berchtesgadener Schubmasse, Geol. Rundsch. V., 1914, S. 16 ff.) denken, welche auffallenderweise südlich jener Zone großer Gipfelhöhen verläuft.

²³⁾ Machatschek a. a. O., S. 43; F. Leyden, Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge, Geol. Rundsch. XIII, 1922; F. Leyden, Grundfragen alpiner Formenkunde, Geol. Rundsch. XV, 1924.

²⁴⁾ W. Schmidt, Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens, Sitz-Ber. d. Akad. d. W., Abt. I, math-nat. Kl., Bd. 129, 1920.

^{24a)} Die Zeit der Augensteine ist nach Schmidt und anderen Wiener Forschern sicher älter als die sogenannte Raxlandschaft, die der „Kuppenlandschaft“ Seefeldners entspricht. Diese ist erst aus der Augensteinlandschaft hervorgegangen, welche wir uns nach dem verarmten Geröll als eine ausdruckslose, überaus schwach nach N geneigte Fastebene vorstellen müssen. Anmerkung der Redaktion.

Im Raxgebiet konnte D. Baedeker²⁵⁾ feststellen, daß dort ein Talsystem rund 200 *m* in eine ältere Landschaft eingesenkt ist, und ähnlich hat H. Slanar²⁶⁾ in den Seetaler Alpen zwei verschiedene Abtragungsniveaus unterschieden, deren Höhe um 200 *m* verschieden ist. Somit ergibt sich für mehrere Gebiete der Ostalpen ein ähnlicher Entwicklungsgang wie für die Salzburger Alpen.

Auf die Ausbildung der tieferen unserer beiden alten Landoberflächen folgte eine neuerliche Senkung der Erosionsbasis. Sie führte dort, wo die alten Landoberflächen im Kalkstein lagen, wie wir sahen, nur anfangs zur Talbildung, bald aber zur Verkarstung unter gleichzeitiger Erhaltung der Großformen; wo sie dagegen in weichem, wasserundurchlässigem Gestein lagen (Berchtesgaden, Osterhorngruppe) zu ihrer Zerstörung infolge intensiver Talbildung. Terrassenreste, die uns in den so entstandenen Tälern in verschiedenen Niveaus entgegentreten, zeigen, daß sich diese Senkung der Erosionsbasis nicht mit gleichbleibender Geschwindigkeit vollzogen hat.

Wir wollen darauf verzichten, diese alten Talbodenreste im einzelnen zu verfolgen, zumal dies durch Machatschek²⁷⁾ geschehen ist, dessen Beobachtungen sich diesbezüglich mit den unseren im wesentlichen decken. Wir beschränken uns vielmehr darauf, die mutmaßliche Höhenlage dieser alten Talböden anzugeben, wie sie sich durch Rekonstruktion der alten Talquerschnitte ergibt.

Golling (Königsee)	Salzburg	Niveau
1400 <i>m</i> (1400 <i>m</i>)	> 1300 <i>m</i>	I
1150 <i>m</i> (1250 <i>m</i>)	1000 <i>m</i>	II
900 <i>m</i> (1100 <i>m</i>)	800 <i>m</i>	III
< 700 <i>m</i> (850 <i>m</i>)	> 700 <i>m</i>	IV (präglazial)
< 600 <i>m</i> (780 <i>m</i>)	> 600 <i>m</i>	V (interglazial)

Entsprechende Ruheperioden in der Erosionstätigkeit der Flüsse wurden von Machatschek auch im Lammer- und Saalachgebiet festgestellt; sie finden sich auch in den kleinen Nebentälern²⁸⁾. Besondere Bedeutung kommt dem von uns mit I bezeichneten Niveau

²⁵⁾ D. Baedeker, Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen, Geogr. Jb. a. Ö. XII, 1922, S. 36 f.

²⁶⁾ H. Slanar, Geomorphologische Probleme in den östlichen Zentralalpen, Mitt. d. geogr. Ges. 1916, S. 281 f., und Ed. Brückner, Z. Ges. f. Erdk., Berlin 1923, S. 86.

²⁷⁾ A. a. O., S. 146 ff.

²⁸⁾ Ähnliche und leidlich entsprechende Absätze hat F. Leyden a. a. O. XIII in den bayerischen Alpen festgestellt.

zu. Es erreicht im Saalachgebiet große Ausdehnung — wir begegnen ihm bereits im Lattengebirge, am Königssee und im Hagengebirge — wie auch in den Kalkvoralpen östlich der Salzach. Dort lassen zahlreiche kleine Gipfelplateaus (z. B. der Gaisberg 1286 *m*) sowie breite Schulterflächen mit diesen aufgesetzten flachen Gipfeln darauf schließen, daß die Voralpen östlich der Salzach in diesem Stadium eine ziemlich weitgehende Einebnung — wenn auch noch nicht bis zur Rumpffläche — erfahren haben.

Wir wollen nun der Frage nach dem Alter der verschiedenen Formenelemente, die uns in den Salzburger Alpen begegnen sind, nähertreten. Machatschek²⁹⁾ hat darauf hingewiesen, daß der Schlier, feinkörnige Sandsteine und sandige Mergel, welche im Untermiozän im Alpenvorland zur Ablagerung kamen, ein stark abgetragenes Hinterland voraussetzt. Er betrachtet daher den Schlier als eine der Ausbildung der Kuppenlandschaft korrelierte Ablagerung. Somit ist die Entstehung der Kuppenlandschaft ins Untermiozän zu setzen. In ähnlicher Weise gelangt er zum Schluß, daß die im Hangenden des Schlier auftretenden Hausruckschotter, die hauptsächlich aus Quarz- und Urgebirgsgeröllen bestehen, aber auch Kalk- und Flyschgerölle enthalten und ins Obermiozän gesetzt werden, das stratigraphische Äquivalent der beginnenden Erosion seien. Daher wird dem obersten Talboden, dessen Höhe wir in etwa 1400 *m* angesetzt haben (Niveau I), ein obermiozänes Alter zugeschrieben.

Wir möchten zum Zwecke der Altersbestimmung unserer „Ver-ebnungsflächen“ die Ergebnisse A. Winklers³⁰⁾ heranziehen. Sie sind zwar im O der Alpen gewonnen und deshalb nicht von vornherein auf unser Gebiet anwendbar. Da aber Winkler ein ganz ähnliches Bild vom Entwicklungsgang der Alpen entwirft, wie es sich uns für die Salzburger Alpen ergeben hat, mag der Schluß aus der Gleichartigkeit auf die Gleichaltrigkeit der Vorgänge gestattet sein, um so mehr, als sich dabei eine gewisse Übereinstimmung mit den Altersbestimmungen Machatscheks ergibt.

²⁹⁾ A. a. O., S. 265.

³⁰⁾ A. Winkler, Gedanken über die tektonische und morphologische Entwicklung der Ostalpen im Jungtertiär, Geol. Rundsch. XIV, 1924; derselbe, Das jungtertiäre Landschaftsbild in den Ostalpen und seine formengebenden Kräfte, Votr., geh. i. d. Vers. D. Naturf. u. Ärzte, Innsbruck 1924. Vgl. zum Folgenden auch W. C. Gümbel, Die miozänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet, Sitz.-Ber. d. Bayr. Akad. d. W., math.-phys. Kl., München 1887, S. 221ff.; derselbe, Geologie von Bayern, II, S. 277ff, 1894; Penck-Brückner, Alpen im Eiszeitalter, S. 82f.; H. Cornelius, Über die Gerölle der bayrischen Nagelfluh, Verh. d. geol. St. A. 1920.

Winkler führt den mehrfachen Wechsel von Zeiten weitgehender flächenhafter Abtragung mit Zeiten kräftiger Zerschneidung des Gebirges, wie er auch in unserem Gebiet an der Existenz verschiedener ineinander eingesenkter alter Landoberflächen und Talböden zu erkennen ist, auf Transgressionen, bzw. Regressionen des die Erosionsbasis bildenden Meeres am Alpenrand zurück. Auch bei einer gleichmäßig sich vollziehenden Hebung des Gebirges muß ein gleichzeitiges Auf- und Abschwanken des Meeresspiegels einen derartigen Wechsel in der Erosionstätigkeit der Flüsse herbeiführen. Denn ein Steigen des Meeresspiegels wird die Wirkung einer gleichzeitigen Hebung des Gebirges teilweise oder ganz aufheben, bei einer Senkung werden sich beide Vorgänge in ihrer Wirkung summieren; im ersteren Fall wird flächenhafte Abtragung mehr oder weniger überwiegen, im letzteren Fall werden die Flüsse eine rege Erosionstätigkeit entfalten. Als Zeiten der Transgression, somit als Zeiten vorwiegend flächenhafter Abtragung bezeichnet Winkler die Schlierphase im höheren Altmiozän und das Alpliozän; eine Überflutung von geringerer Bedeutung wird in den Beginn des Mittelmiozäns gesetzt. Allgemein erkennbare Regressionen (Zeiten der Erosion) finden im Beginn des Mittelmiozäns (vor Einsetzen der mittelmiozänen Transgression), an der Wende vom Miozän zum Pliozän und im höheren Pliozän statt.

Der altmiozänen Transgressionsphase weist Winkler die Entstehung der Hochflächen der Kalkalpen mit den Augensteinschottern zu. Das trifft zweifellos, wie oben gezeigt wurde, auch bei uns zu. Die Erosionsphase, die Winkler an der Wende des Miozäns zum Pliozän annimmt, äußert sich bei uns in der Bildung der Hausruckschotter, für die Machatschek mit Tausch³¹⁾ ein obermiozänes Alter annimmt, während G. Götzinger³²⁾ sie ins Pliozän setzt. Wir bezeichneten sie oben mit Machatschek als das stratigraphische Äquivalent der beginnenden Erosion und halten sie daher mit einer kleinen Abweichung gegenüber Machatschek für gleichaltrig mit der Zeit vor Ausbildung des obersten Talbodens (Niveau I).

Zwischen der Augensteinphase und dieser „vorpontischen“ Erosionsphase hat nun Winkler eine zu Beginn des Mittelmiozäns (an der Basis der II. Mediterranstufe) einsetzende Regression mit nachfolgender Transgression festgestellt. Das entspricht vollkommen

³¹⁾ A. v. Tausch, Über Funde von Säugetierresten in den lignitführenden Ablagerungen des Hausruckgebirges, Verh. d. geol. R. A. 1883.

³²⁾ Verh. d. geol. St. A. 1921, Jahresbericht.

unserer Vorstellung von einer auf die Ausbildung der altmiozänen Kuppenlandschaft folgenden kurzen Erosionsphase, auf die dann eine Periode vorwiegend flächenhafter Abtragung folgte, die zur Entstehung der „Verebnungsflächen“ in den Kalkplateaus führte. Wir halten diese deshalb für mittelmiozän. Zusammenfassend ergibt sich somit für die Entwicklung der Salzburger Alpen folgendes Schema:

Stufe	Vorgang	Ablagerung	Morphologische Wirkung
Ob. Altmiozän	Transgression	Schlier, Augensteine	Kuppenlandschaft
Beginn des Mittelmiozäns (Basis der II. Mediterranstufe)	Regression	—	Teilweise Zerstörung der Kuppenlandschaft durch Talbildung
Mittelmiozän (II. Mediterranstufe)	Transgression	Graue, Schlierartige Mergel und Sande	Verbreiterung der so geschaffenen Täler zu „Verebnungsflächen“
Obermiozän	Regression	Quarzgerölle und Konglomerate mit Braunkohlen (obere Süßwassermolasse) Hausruckschotter	Talbildung bis zum Niveau I (1400 m)
Altpliozän	Transgression	} Hangende Partien der Hausruckschotter	Ausbildung des Niveau I
Oberpliozän	Regression		Erosion in mehreren Absätzen (Niveau II, III)
Präglazial	—	—	Präglazialer Talboden (Niveau IV)

Die „Verebnungsflächen“, die uns auf allen Kalkplateaus der Salzburger Alpen begegnet sind, werden überall gegen S von mehr oder weniger steilen Abfällen, die sie gegen die „Kuppenlandschaften“ begrenzen, umschlossen. Nirgends ist in diesen eine Lücke vorhanden, welche zeigen würde, daß die Flüsse, welche für die Entstehung der „Verebnungsflächen“ verantwortlich zu machen sind, aus den Zentralalpen Zufluß erhalten hätten.

Auch im Durchbruchstal der Salzach zwischen Werfen und Golling fehlen alle Anzeichen für das Vorhandensein von Resten eines den unmittelbar benachbarten „Verebnungsflächen“ entsprechenden breiten alten Talbodens, wie man einen solchen in einer Zeit vorwiegend flächenhafter Abtragung bei einem so großen aus dem Inneren des Gebirges kommenden Fluß wie der Salzach erwarten

sollte. Vielmehr reichen sowohl im Tennengebirge wie im Hagengebirge die Kuppenlandschaften unmittelbar bis an den Rand des Salzachtales und werden dort wie mit dem Messer von einem unvermittelt einsetzenden Absturz scharf abgeschnitten, der von 2300—2400 *m* im Tennengebirge, von 2100—2250 *m* im Hagengebirge bis zu den Gehängeverflachungen herunterführt, welche dem altpliozänen Talboden (Sohlenhöhe in 1450—1500 *m*) zugehören. Wir müssen daraus schließen, daß das Salzachtal zur Zeit jener mittelmiozänen Landoberfläche noch nicht bestanden hat.

Ganz ähnlich wie im Salzachtal liegen die Verhältnisse auch im Saalachdurchbruch. Auch dort sind von einem über dem altpliozänen liegenden Talboden keine Spuren festzustellen. Nur zwischen den Leoganger und Loferer Steinbergen, wo Leyden³³⁾ seine „Eckenbergphase“ zu finden glaubt, wäre zur Zeit der mittelmiozänen Landoberfläche die Existenz eines aus dem Innern des Gebirges an dessen Rand hinaus führenden Flusses denkbar.

Da, wie oben erwähnt, zur Zeit der „Verebnungsflächen“ auch über die Kalkplateaus keine Flüsse aus den Zentralalpen geflossen sein können, kommen wir zu dem Schluß, daß im Mittelmiozän, mindestens vom Westrand der Leoganger Steinberge bis einschließlich zum Tennengebirge kein aus dem Innern des Gebirges kommender Fluß die Kalkalpen gequert haben kann. Die Durchbruchstäler des Paß Lueg und der Hohlwege müssen erst nach dieser Zeit entstanden sein.

Die heutige Lammersenke ist die erste Stelle, wo damals eine Querung der Kalkalpen durch einen Fluß aus dem Innern des Gebirges möglich ist. Selbst wenn keine Spuren entsprechender alter Landschaftsformen vorhanden wären, wäre das hier kein Beweis gegen die Existenz eines solchen Flusses. Denn die Lammersenke ist ebenso, wie dies Machatschek vom Abtenauer Becken betont³⁴⁾, das Ergebnis der Ausräumung junger Schichten. Denn schon in der Gosauzeit bestand hier wahrscheinlich eine Lücke im Zuge der Triaskalke, da die Becken von Gosau und Abtenau über die Gegend von St. Martin und Annaberg mit dem offenen Meer im S in Verbindung gestanden haben dürften. Sicher aber drang eine Meeresbucht im Mitteleozän aus dem Alpenvorland über Abtenau bis in die Gegend von Radstadt vor³⁵⁾. Weiche Gosauschichten

³³⁾ A. a. O. XV, S. 201.

³⁴⁾ A. a. O., S. 142.

³⁵⁾ F. Trauth, Das Eozänvorkommnis bei Radstadt i. P., Denkschr. d. Akad. d. W., Wien, math.-nat. Kl.-Bd. 95, 1918, S. 5.

und ebenfalls nicht sehr widerstandsfähige sandige Kalke des Eozäns müssen also die heutige Lammersenke erfüllt haben, bis es infolge der gegen Ende des Miozäns einsetzenden starken Erosionstätigkeit der Flüsse zur Ausräumung dieser wenig widerstandsfähigen Schichten und zur Zerstörung der etwa in ihnen vorhandenen alten Landschaftsformen gekommen ist. Es ist mit Rücksicht auf die Tatsache, daß hier im Zuge der Triaskalke schon damals eine Lücke vorhanden war, in der leichter zerstörbare Gesteine auftraten, geradezu wahrscheinlich, daß im Mittelmiozän hier ein aus den Zentralalpen kommender Fluß seinen Weg genommen hat. Dies auch mit Rücksicht darauf, daß die „Verebnungsfläche“ an der Nordostecke des Tennengebirges ihrer ganzen Gestalt und ehemaligen Entwässerungsrichtung nach einen östlich des Tennengebirges aus dem Gebirge herauskommenden größeren Fluß voraussetzt.

Wenn wir nun auch im Paß Lueg und in den Hohlwegen keine Reste jener mittelmiozänen Landoberfläche finden, so treten uns doch in beiden Durchbruchstätern alle jene Niveaus entgegen, die wir am Nordrand des Gebirges unterscheiden konnten, vom altpliozänen angefangen bis zum interglazialen. Sie lassen sich — wie später zu zeigen sein wird, freilich etwas deformiert — durch den ganzen Pongau, ja sogar bis in die innersten Teile der Tauerntäler, verfolgen. In der Gegend von St. Johann i. P. ist die Höhe dieser alten Talböden wie folgt anzusetzen: Niveau I (altpliozän) zirka 1450 *m*, II zirka 1200 *m*, III zirka 1000 *m*, IV (präglazial) zirka 800 *m*, V (interglazial) zirka 700 *m*.

Nun zeigen sich aber südlich des Salzachdurchbruches oberhalb dieser alten Talbodenreste wieder deutliche Spuren einer alten Landoberfläche. Ihr gehören zunächst eine Reihe von Riedelflächen an, welche am Südabfall des Tennengebirges vorspringen. Es sind dies: Pieschlinghöhe (1832 *m*), Trameralm (1814 *m*, 1887 *m*), Korein (1848 *m*); sie schneiden mit ihrer Oberfläche die infolge Verschuppung steil nach N fallenden Werfener Schichten, Muschelkalk und Ramsaudolomit ab. In ihrer östlichen Fortsetzung liegen die von Werfener Quarzit gebildeten und deshalb stärker abgetragenen Gsengplatten (1727 *m*); noch östlicher, bereits am Südfuß des Dachstein, hat Machatschek³⁶⁾ diese alte Landoberfläche am Roßbrand (1768 *m*), Durchat (1728 *m*) und Brandriedel (1724 *m*) festgestellt.

In gleicher Höhe treten uns aber auch südlich der Längstal-

³⁶⁾ A. a. O., S. 161.

strecke der Salzach unzweideutige Reste einer alten Landoberfläche entgegen in der glazial gerundeten Kuppenlandschaft des Arlberges (1782 *m*) und des Sonntagkogels (1845 *m*) zwischen Groß- und Kleinarltal. Sie findet in über 1900 *m* auch rund um den Kitzstein (2034 *m*) und um den Saukarkopf (2043 *m*) eine Fortsetzung, deren Gipfel infolge glazialer Unterschneidung an der Schriffgrenze um so schärfer über diese alte Landoberfläche aufragen. Eine ähnlich gestaltete Landschaft wie auf der Höhe des Arlberges findet sich auch westlich des unteren Gasteinertales in dem langen vom Bernkogel nach N vorspringenden kuppigen Riedel, der im Rauchkögerl (1805 *m*) endet und sein Gegenstück in mehreren, ebenfalls rund 1800 *m* hoch liegenden Terrassen findet, die von der Kuppenlandschaft in der Gegend des Haßeck (2118 *m*) gegen das Gasteinertal vorspringen. Beiderseits des Rauristales endlich sind die Riedel des Anthaupten (1926 *m*), der Moosalm (zirka 1800 *m*) und noch

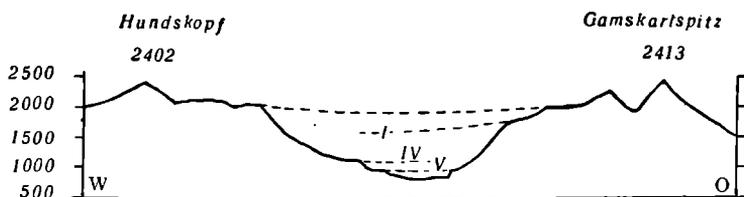


Abb. 6. Querprofil durch das Gasteinertal. Maßstab: Längen und Höhen 1:125.000.

westlicher der Plattenkogel (1818 *m*) als Reste derselben alten Landoberfläche aufzufassen.

Die alte Landoberfläche, die uns so in unverkennbaren Resten am Nordrande der Hohen Tauern entgentritt, wobei sie die ziemlich steil nach N fallenden Klammkalke und Quarzite abschneidet, setzt sich, wie schon im Großarltal angedeutet wurde, auch weiter in die Tauern hinein fort.

Wir wählen, um das Aussehen dieser alten Landoberfläche in den Hohen Tauern zu untersuchen, das Gasteinertal³⁷⁾ als Beispiel. Wir haben am Eingang desselben bereits die etwa 1800 *m* hoch gelegenen Terrassen westlich des Haßeck sowie den breiten Riedel des Rauchkögerl (1805 *m*) kennen gelernt. In entsprechender Höhe finden sich, besonders am rechten Talgehänge, eine ganze Reihe von breiten gegen die Talmitte vorspringenden Riedeln, die wir als

³⁷⁾ Österr. Spezialkarte 1: 75.000 St. Johann i. P. und Hofgastein; Karte des Sonnblick und Umgebung, hg. v. D. u. Ö. A. V. 1892; Karte der Ankogel-Hochalmspitzgruppe, hg. v. D. u. Ö. A. V. 1909.

Reste eines alten Talbodens (Fig. 6) auffassen dürfen. Es sind dies die Riedelflächen westlich des Fulseck (1862 *m*), westlich des Aukopf (1877 *m*), am Hörndl (1981 *m*), gegenüber am Wachtberg (1933 *m*) und Guggenstein (1971 *m*), endlich an der Köttschachmündung bei P. 1893 *m*, südlich unterm Throneck (2214 *m*). Außerdem finden sich im Hintergrund einiger, vornehmlich westlicher Seitentäler, z. B. des Luggauertales und des Wiednertales, auffallend breite Kare mit flachen Böden, die sich als flach geneigte Schulterflächen beiderseits der in sie eingesenkten Trogtäler talauswärts fortsetzen; die Schulterflächen wieder gehen, so am Wachtberg (1933 *m*) und am Guggenstein (1971 *m*), in jene von uns im Gasteinertal festgestellten Talbodenreste über. Daraus ergibt sich, daß die Böden der genannten Kare dem gleichen Formensystem angehören wie die erwähnten Talbodenreste, und wir sehen daher in jenen breiten, sanft geneigten, halbkreisförmig um die Trogschlüsse sich herumziehenden Flächen nichts anderes, als der alten Landoberfläche zugehörige, sehr flache und breite Talenden, die infolge nachträglicher Erosion zerschnitten und außerdem glazial umgestaltet worden sind. Nach dieser Erkenntnis zögern wir nicht, auch die breiten Karböden rings um den Mauskarkopf in 1900—2100 *m* Höhe als glazial umgestaltete Reste unserer alten Landoberfläche zu deuten. Dieser gehört ferner die westlich Badgastein rings um den Stubnerkogel (2245 *m*) herumziehende Gehängeleiste in 1800—1900 *m* an (Ob. Zitteraueralm 1865 *m*, Stubneralm 1807 *m*, Jungeralm 1865 *m*); sie setzt sich auch in den breiten Verflachungen im Hintergrunde des Angertales in über 2000 *m* fort. Schließlich treten uns am Westabfall des Graukogels flache Gehängepartien zwischen 1900 und 2100 *m* entgegen. Aus allen diesen Resten jener alten Landoberfläche läßt sich die Höhe der Talsohle des damaligen Gasteinertales annähernd an der Mündung zu 1750—1800 *m*, bei Hofgastein zu zirka 1900 *m*, bei Badgastein zu zirka 1800 *m* ermitteln³⁸⁾.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich für das Gasteinertal zur Zeit jener alten Landoberfläche folgendes Bild: Ein bis Badgastein etwa 6 *km* breites Tal, das wie heute zahlreiche kleine Nebentäler aufnahm, welche in breiten und flachen Mulden ihre Quellen hatten, wird von 300—500 *m* hohen Gipfeln überragt. Diese haben die Form bald flacher, bald etwas steilerer Kuppen, weisen jedoch keine Wände auf — wo heute schärfere Gipfformen auftreten, sind sie aus-

³⁸⁾ Auf die aus diesen Höhen sich ergebenden Schlüsse soll erst später eingegangen werden.

schließlich das Werk der Eiszeit — und trennen das Einzugsgebiet des Gasteinertales von dem seiner Nachbartäler.

Oberhalb Badgastein — wir wählen, um das Aussehen der Quelltäler zur Zeit jener alten Landoberfläche zu untersuchen, als Beispiel das Naßfeldtal — finden sich am Radhausberg in 1950 bis 2100 *m* sanft geneigte Flächen, die in die westlich anschließende Terrasse des Blumfeld (1986 *m*) übergehen und um den Kreuzkogel sich herumziehend, auf der Ostseite des Naßfeldes eine Fortsetzung in der breiten mit Rundbuckeln bedeckten Fläche des Ödenkars (2200—2400 *m*) finden. Dieser entsprechen auf der Südseite des Naßfeldes die Karböden des Höllkares und seiner nordwestlichen Nachbarn in 2100—2400 *m*. Wir haben uns demnach damals im Naßfeld — das gleiche ließe sich auch für das Anlaufftal und das Kötschachtal zeigen — ein etwa 2 *km* breites Tal vorzustellen, über dessen in über 2000 *m* anzusetzender Sohle sich die Gipfel mit erst sanften, dann steiler werdenden Hängen erhoben; diese waren zweifellos höher als heute, so daß sie die Talsohle um mindestens 1000 *m* überragt haben. Wie die Landschaft damals im einzelnen ausgesehen hat, läßt sich nicht sagen. Denn es ist sicher, daß das damalige Relief durch die Eiszeit eine ganz gewaltige Umgestaltung in dem Sinne erfahren hat, wie dies A. Aigner³⁹⁾ und N. Krebs⁴⁰⁾ ausgesprochen haben.

Die sanft geneigten Gehängeflächen westlich des Ödenkares, am Radhausberg, bei der Ob. Zitteraueralm und am Westabfall des Graukogels, weist N. Creutzburg⁴¹⁾ seinem „Firnfeldniveau“ zu, das er hier wie in der benachbarten Ankogelgruppe festgestellt hat. Wir erkennen also, daß — was sich übrigens auch in den anderen Quelltälern des Gasteinertales zeigen ließe — unsere alte Landoberfläche mit diesem Firnfeldniveau identisch ist.

Zu einem ähnlichen Bild vom Aussehen der alten Landoberfläche kommen wir auch im Gr. Arltal. Auch dort gestatten eine Reihe von breiten, gegen die Talmitte vorspringenden Riedeln und Gehängeterrassen in 1800—1900 *m* die Verfolgung der alten Landoberfläche aus der Gegend des Saukarkopf, wo wir sie bereits er-

³⁹⁾ A. Aigner, Die Vorzeitformen in den ostalpinen Zentralketten, Siegers-Festschrift 1924, S. 28.

⁴⁰⁾ N. Krebs, Klimatisch bedingte Bodenformen in den Alpen, Vortr., geh. a. d. 88. Vers. D. Naturf. u. Ärzte, Innsbruck 1924. Geogr. Zeitschr. 1925, S. 99.

⁴¹⁾ N. Creutzburg, Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet, Ostalp. Formenst. II/1, 1921.

wähnt haben, bis in die innersten Teile der Quelltäler. Dort tritt sie uns, ähnlich wie in den westlichen Seitentälern des Gasteiner-tales, in Form von in großem Bogen um den Talschluß sich herum-ziehenden, sanft geneigten Gehängeflächen entgegen, die wir hier wie dort als die durch nachträgliche Erosion zerschnittenen und glazial umgestalteten Talursprünge aus der Zeit jener alten Landoberfläche auffassen. Sie sind uns im Toferer- und Reitalpental in 1800—2000 *m*, im Hubtal in über 2000 *m* erhalten. Über diese Flächen ragen die Gipfel bis 2300—2600 *m*, im innersten Teil auch höher auf, auch hier, nur wo glaziale Wirkung erkennbar ist, mit scharfen Formen. So wie im Gasteinertal ergibt sich also das Bild eines 5—6 *km* breiten, nach innen schmaler werdenden Tales, dessen Sohle von 1750—1800 *m* am Nordausgang nach innen auf über 2000 *m* ansteigt und von Mittelgebirgskuppen mit relativen Höhen von 300—500 *m* und mehr überragt wird.

Unter den Resten der alten Landoberfläche finden sich noch deutliche Reste von tiefer gelegenen alten Talböden (Fig. 6), welche sich in fünf Niveaus einordnen und ihrer Form und Höhenlage nach, wie sich an der Mündung der Tauerntäler zeigt, den alten Talböden entsprechen, die uns an der Salzach begegnet sind. Das oberste, auffälligste dieser Niveaus, das im Gasteinertal von 1500 *m* an der Mündung bis in die Quelltäler verfolgbar ist⁴²⁾ und im Naßfeld auf 1900 *m* ansteigt, entspricht dem altploziänen Talboden (Niveau I). Etwa 200 *m* tiefer liegen die Reste eines alten Talbodens, dessen Sohle von 1250 *m* auf etwa 1500 *m* ansteigt⁴³⁾ und bei Lend an unser Niveau II anschließt. Wiederum um etwa 200 *m* tiefer folgt ein dritter⁴⁴⁾, wie sich an der Mündung der Gasteiner Ache zeigt, entsprechend unserem Niveau III. Ein vierter endlich⁴⁵⁾, der von

⁴²⁾ P. 1496 der Originalaufnahme (bei der Wallner Kapelle nordöstlich Rauchkögerl), Hauferbaueralm (1596 *m* östlich Dorfgastein), Bodenalm (1643 *m* nördlich Kötschachmündung), Stuhlalm (1786 *m* östlich Bockstein) und Terrasse 1950 *m* östlich Valerieschutzhaus im Naßfeld (Karte d. Sonnblickgruppe d. D. u. Ö. A. V.).

⁴³⁾ P. 1274 westlich oberhalb Klamm P. der Originalaufnahme, Terrasse westlich Hofgastein (1320—1400 *m*), Unt. Zitteraueralm (1532 *m*), Heißalm (1607 *m* südlich Kesselfall).

⁴⁴⁾ Trossenwand der Originalaufnahme (1119 *m* bei Unterberg), sanfte Gehängeflächen beiderseits Laderding (<1100 *m*), Windischgrätzhöhe (1255 *m*) und Kohlmeisteralm (1273 *m*) beiderseits Badgastein.

⁴⁵⁾ Terrassenfläche über 900 *m* oberhalb Klammstein am linken Gehänge, Terrassen in über 1000 *m* beiderseits Hofgastein, Terrassen in zirka 1200 *m* beiderseits Bockstein.

⁴⁶⁾ Besonders deutlich westlich Laderding in 890 *m* und bei Hofgastein in über 900 *m*.

900 auf 1200 *m* ansteigt, entspricht dem präglazialen (Niveau IV), ein fünfter⁴⁶⁾, etwa 50 *m* über dem heutigen, also 850—900 *m* hoch gelegener dem interglazialen Niveau V⁴⁷⁾.

Aus den geschilderten Verhältnissen im Gasteiner- und Groß-Arntal ergibt sich, daß die alte Landoberfläche, deren Reste uns im S des Salzachlängstales begegnen, sich in Form breiter Täler in die Tauerntäler hinein verfolgen läßt und dort an das „Firnfeldniveau“ Creutzburgs anschließt. In gleicher Höhe wie am Nordrand der Hohen Tauern haben wir oben auch am Südfuß des Tennengebirges und des Dachsteins Reste einer alten Landoberfläche festgestellt. Es liegt nahe, diese als Reste ein und derselben alten Landoberfläche aufzufassen. Die Vermutung wird dadurch zur Gewißheit, daß uns auch in der dazwischen liegenden Schieferzone, wenn auch kleine, so doch deutliche Reste dieser alten Landoberfläche entgegenreten, welche die Brücke zwischen den ausgedehnteren Resten im N und im S der Schieferzone schlagen. So begegnen uns am Kl. Schneeberg (1917 *m*), besonders aber am Kollmannsegg (1851 *m*), ferner östlich des Hönigkogels (1854 *m*) und am Kuchlkopf (1914 *m*) Gipfelplateaus, die durch ihre Breite, gelegentlich aber auch durch ihnen aufgesetzte Kuppen zeigen, daß es sich nicht um zugerundete Schneiden, sondern um Reste einer alten Landoberfläche handelt. Über die letztgenannten kleinen Plateaus erhob sich der Gr. Hundstein (2116 *m*) mit flachen Hängen um etwa 200 *m*. Es handelt sich also auch in der Schieferzone nicht um eine Rumpffläche, sondern um eine wellige Landschaft, in der die Talsohlen unter 1800 *m* anzusetzen sein mögen, somit relative Höhenunterschiede von gegen 300 *m* vorhanden waren. Jedenfalls war aber das Relief der alten Landoberfläche hier weitaus ausgeglichener als in den Tauern. Daß uns von dieser alten Landoberfläche in der Schieferzone nur wenige und nicht ausgedehnte Reste erhalten sind, weil die Gipfel meist unter das Niveau derselben abgetragen und zu abgerundeten Schneiden geworden sind, ist bei der leichten Zerstorbarkeit des Pinzgauer Phyllits selbstverständlich. Die spärlichen vorhandenen Reste führen aber im Zusammenhalt mit den ausgedehnteren am Nord- und am Südrand zur Erkenntnis, daß jene alte Landoberfläche die ganzen Dientner Schieferalpen umfaßt hat, sich aber im allgemeinen nur in den härteren Triaskalken und Klammkalken an den beiden Rändern erhalten hat. Wir zweifeln nicht, daß es sich dabei um

47) Ein Vergleich der Höhenlage dieser alten Talböden bei Lend und St. Johann i. P. ergibt für alle ein starkes Ansteigen derselben oberhalb St. Johann; darauf einzugehen würde indes zu weit führen.

dieselbe alte Landoberfläche handelt, welche weiter westlich durch B. Rinaldini⁴⁸⁾ in den Kitzbühler Alpen nachgewiesen worden ist.

Die alte Landoberfläche, die uns so in der Schieferzone und in den Hohen Tauern entgegentritt, findet gegen N einen unvermittelten Abschluß durch den steilen Südrand der Kalkalpen. Diese erheben sich in Form einer 500—1000 *m* hohen Mauer über die stellenweise bis unmittelbar an den steilen Absturz heranreichenden Reste der alten Landoberfläche. Derselbe ist zwar durch Steinschlagrinnen und undeutliche, schutterfüllte Kare gegliedert, verläuft aber im wesentlichen durchaus gerade. Von einem fingerförmigen Hineingreifen der in der Schieferzone vorhandenen alten Landoberfläche in den sie von der Kuppenlandschaft auf den Kalkplateaus trennenden Abfall ist keine Rede.

Zur Erklärung dieses die Schieferalpen von den Kalkplateaus trennenden Steilabfalles gibt es, so viel wir sehen, folgende Möglichkeiten:

1. Die auf den Kalkplateaus auftretende alte Landoberfläche ist identisch mit der in den Schieferalpen vorhandenen; der Steilabfall, der beide trennt und nach der allgemeinen, zweifellos berechtigten Auffassung in seiner gegenwärtigen Form ein Denudationsrand ist, ist als eine großartige Landstufe anzusehen, welche infolge der Unterlagerung des den Absturz bildenden Dachsteinkalkes durch die weichen Schichten der unteren Trias und des Phyllits in ständigem Rückwärtswandern begriffen ist. Dadurch wurde der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Teilen der alten Landoberfläche auf den Kalkplateaus einerseits und den Schieferalpen andererseits zerrissen. Diese Erklärungsmöglichkeit wäre aber nur dann wirklich gegeben, wenn die Reste der alten Landoberfläche in der Schieferzone erst in einiger Entfernung vom zurückgewanderten Steilrand und in nicht allzu verschiedener Höhe aufträten. Beides trifft jedoch nicht zu. Denn die Reste der alten Landoberfläche liegen bei der Trameralm (1842 *m*) unmittelbar unter dem 500 *m* hohen Südabfall des Tennengebirges, am Kolmansegg (1851 *m*) in nicht viel größerer Entfernung unter dem um 1000 *m* höheren Hochkönig, am Brandriedel (1724 *m*) unmittelbar unter der Südwand des dort etwa 2600—2700 *m* hohen Dachsteinplateaus.

2. Somit bleibt, wenn man an der Gleichaltrigkeit der beiden Landoberflächen festhalten will, nur die Möglichkeit, den Steilabfall

⁴⁸⁾ B. Rinaldini, Die Kitzbühler Alpen, Ostalpine Formenst. II/3, 1923.

zwar im einzelnen als Denudationsrand aufzufassen, aber doch als tektonisch bedingt und die alte Landoberfläche in den Schieferalpen als abgesunkenen Teil der Kuppenlandschaft auf den Kalkplateaus anzusehen. Es ist dies auch die Ansicht Machatscheks⁴⁹⁾. Sie erklärt in einfacher Weise den im wesentlichen geraden Abfall, der beide trennt. Doch scheint uns die Ansicht von der Gleichaltrigkeit der Kuppenlandschaft auf den Kalkplateaus mit der alten Landoberfläche in den Schieferalpen deshalb nicht zutreffend zu sein, weil wir Reste jener altmiozänen Kuppenlandschaft am Nordrande der Hohen Tauern in Form der die alte Landoberfläche um etwa 300 *m* überragenden Kuppen in der Umgebung des Haßeck (2118 *m*) und im Heukareck (2096 *m*) zu erkennen glauben. Daraus würde sich der Schluß auf eine

3. Möglichkeit ergeben, daß nämlich die alte Landoberfläche in der Schieferzone jünger ist als die der Kuppenlandschaft auf den Kalkplateaus und in der Gegend des Haßeck. Wir würden jedoch nicht wagen, dies auf Grund dieser Beobachtung, die noch anderwärtiger Bestätigung bedarf, zu behaupten — zumal am Südrand der Kalkalpen von einer für verschieden alte Landoberflächen charakteristischen Verzahnung nichts zu sehen ist — wenn uns nicht eine andere Tatsache gestatten würde, das Alter der in der Schieferzone vorliegenden Abtragungsfäche festzustellen.

Um dieses zu ermitteln, möchten wir von der Tatsache ausgehen, daß die alte Landoberfläche in den Schieferalpen in ungefähr gleicher Höhe liegt, wie die mittelmiozänen Verebnungsflächen am Nordrand des Tennen- und Hagengebirges, nämlich in rund 1800 *m*. Darüber ragt hier wie dort die „Kuppenlandschaft“ der Kalkplateaus um 500, bzw. 1000 *m* auf. In 1400—1450 *m* aber, also rund 400 *m* unter jenen alten Landoberflächen, haben wir hier wie dort den altpliozänen Talboden anzusetzen. Wir können in dieser auffallenden Tatsache nicht das Spiel eines Zufalls sehen, sondern müssen schließen, daß die „Verebnungsflächen“ sowohl, wie die alte Landoberfläche in der Schieferzone zu einer Zeit entstanden sind, in der die Erosionsbasis um 400 *m* höher lag als im Altpliozän, aber schon wesentlich tiefer als zur Zeit der „Kuppenlandschaft“. Daraus ergibt sich, daß die alte Landoberfläche südlich der Kalkalpen gleichaltrig mit den Verebnungsflächen“ auf denselben, also mittelmiozän ist.

Daß damals das Salzachquertal, wie oben gezeigt wurde, noch

⁴⁹⁾ A. a. O., S. 138 ff., 161.

nicht bestanden hat, infolgedessen zwischen der mittelmiozänen Landoberfläche am Nordrand der Kalkalpen und jener in der Schieferzone durch dieses keine Verbindung bestanden haben kann, kann kein Hindernis für unsere Auffassung sein; denn für die Flußerosion und Abtragung im Innern des Gebirges bildete die Spiegelhöhe des Gewässers im Alpenvorland genau so die Erosionsbasis, wie für die am Rande, gleichgültig, auf welchem Weg die zentralalpiner Flüsse dasselbe erreicht haben. Ja wir müssen sogar sagen: Die mittelmiozäne Transgressionsphase, die am Nordrand der Alpen zur Entstehung so ausgedehnter Abtragungsflächen geführt hat, mußte sich in allen Teilen des Gebirges, in denen die Wirkung der Transgression nicht etwa durch eine gleichzeitig sich abspielende Hebung wenigstens teilweise aufgehoben wurde, in einem Überwiegen flächenhafter Abtragung äußern. Auch in der Schieferzone kann, ja muß es also im Mittelmiozän zur Bildung einer Abtragungsfläche gekommen sein, wenn anders eine Verbindung zum Mittelmiozänmeer bestanden hat und die Schieferzone nicht in starker Hebung begriffen war. Daß das erstere der Fall war, wird man nicht bezweifeln können, und nach unseren obigen Ausführungen dürfte damals durch die Lammersenke eine Verbindung zwischen Alpenrand und Gebirgsinnerem hergestellt worden sein. Daß die Schieferzone im Mittelmiozän ein zum mindesten relativ stark gesenktes Gebiet darstellt, wird auf anderem Wege unten zu beweisen sein. Auch aus dieser Überlegung ergibt sich also der Schluß, daß die alte Landoberfläche in der Schieferzone und in den Hohen Tauern, somit auch Creutzburgs Firnfeldniveau ins Mittelmiozän zu setzen ist⁵⁰⁾. Die Verbindung zwischen der mittelmiozänen Landoberfläche am Nordrand der Kalkalpen und der gleichaltrigen in der Schieferzone mag man sich in der breiten Lammerlücke in Gestalt einer etwa 1800 m hoch gelegenen Abtragungsfläche vorstellen, die sich jedoch infolge ihrer Zusammensetzung aus weichen Schichten nicht erhalten hat.

Mit der Annahme, daß die alte Landoberfläche in der Schieferzone mittelmiozän, somit jünger als die Kuppenlandschaft der Kalkplateaus sei, steht nun die Tatsache scheinbar in Widerspruch, daß beide nicht in der für verschieden alte Landoberflächen charakte-

⁵⁰⁾ Von den verschiedenen Altersbestimmungen, die bisher für dieses versucht worden sind (Leyden a. a. O. XIII: altpliozän; Klebelsberg, Die Hauptoberflächensysteme der Ostalpen, Verh. d. geol. B. A. 1922: altmiozän = den Kalkhochflächen; Winkler: mittelmiozän, a. a. O., Vortrag), bestätigt sich somit die Ansicht Winklers.

ristischen Form miteinander verzahnt sind. Um auf diese Frage näher eingehen zu können, müssen wir etwas weiter ausholen.

Die Verfolgung der mittelmiozänen Landoberfläche auf den Kalkplateaus hat uns gelehrt, daß im Mittelmiozän mindestens vom Westrand der Leoganger Steinberge bis zur Lammer kein zentralalpiner Fluß die Kalkalpen gequert haben kann, wenigstens nicht auf oberirdischem Weg. Im Altmiozän dagegen hatten nach der allgemein geltenden und durch die Augensteinfunde, die auf allen unserer Kalkplateaus gemacht worden sind, bestätigten Annahme die Flüsse ihren Weg über die Kalkalpen genommen. Was mag der Grund sein, daß sie im Mittelmiozän ihren Oberlauf verloren haben und zu Alpenrandflüssen geworden sind?

Bevor wir die Frage beantworten, sei daran erinnert, daß die Gipfelhöhen der Kuppenlandschaft auf den Kalkplateaus uns den Schluß auf eine Schrägstellung derselben nach Ausbildung jener Kuppenlandschaft, verbunden mit einer besonders starken Hebung des Südteiles der Kalkalpen, gestattet haben.

Wir möchten diese beiden Tatsachen in ursächlichen Zusammenhang bringen und die Änderung in den Entwässerungsverhältnissen im Mittelmiozän auf eine in dieser Zeit einsetzende rasche Hebung der Kalkalpen zurückführen, die mit einer Schrägstellung gegen N verbunden und im S besonders groß war, offenbar so groß, daß die aus den Zentralalpen kommenden Flüsse sich fast ausnahmslos nicht behaupten konnten und entweder ihren Lauf auf unterirdischem Wege fortsetzen oder am Südrande der sich hebenden Kalkalpen entlang nehmen mußten. Freilich, nicht alle hatten bei einer solchen Hebung der Kalkalpen gleiches Spiel. Diejenigen, deren Weg in der sich hebenden Zone über Triaskalk führte — und bei fast allen war dies der Fall — konnten mit einer raschen Hebung nicht Schritt halten. Ein Fluß aber, dessen Weg über weiches, wasserundurchlässiges Gestein ging, hatte auch bei gleich großer und gleich rascher Hebung leichtere Arbeit und konnte seinen Weg quer über das sich hebende Gebirge behaupten. Diesen Vorteil hatte nun die Lammer allen anderen Flüssen voraus, denn ihr Bett lag, wie oben gezeigt wurde, in weichem Gestein. Sie konnte sich infolgedessen als einziger Fluß ihren Weg nicht nur offen halten, sondern sie mag auch durch subse quente Nebenflüsse, deren Entwicklung in der Schieferzone durch die Hebung der Kalkalpen noch begünstigt wurde, manchen Nachbarn an sich gezogen haben und dadurch um so erosionskräftiger geworden sein.

Gegenüber den sich mächtig heraushebenden Kalkalpen erscheint

die Schieferzone als relativ gesenkt. Wir verstehen infolgedessen auch nach unseren obigen Ausführungen, daß sich im Mittelmiozän in der Schieferzone eine Abtragungsfläche bilden konnte, die im südlichen, damals stark gehobenen Teil der Kalkalpen fehlt⁵¹). Die geringe Widerstandsfähigkeit der Schiefer und die Tätigkeit der subsequenten Flüsse hat dabei sicher fördernd mitgewirkt. Es ist auch verständlich, daß diese mittelmiozäne Landoberfläche, während deren Ausbildung sich die Kalkalpen rasch emporhoben, im N von einem Steilabfall überragt wurde, an dem es zu keiner Verzahnung kommen konnte.

Eine am Südrand starke, gegen N rasch ausklingende Hebung der Kalkalpen macht nicht nur die im Mittelmiozän einsetzende Änderung in den Entwässerungsverhältnissen und die Entstehung einer breiten Längsfurche in der Schieferzone verständlich, sondern erklärt uns auch mehrere Erscheinungen auf den Kalkplateaus. Wir verstehen, warum, wie oben gezeigt wurde, die Höhe der Kuppenlandschaft am Südrand der Kalkalpen so groß ist, dann aber rasch abnimmt. Wir verstehen aber auch, daß, während sich der südliche Teil der Kalkalpen so gewaltig hob, gleichzeitig an ihrem Nordrande eine Abtragungsfläche entstehen konnte, die in den „Verbnungsflächen“ ziemlich weit ins Innere der Kalkplateaus zu verfolgen ist. Dabei wirkte allerdings außer der geringeren Hebung auch die größere Nähe der Erosionsbasis mit. Die nach Winkler sich im Mittelmiozän vollziehende Transgression war eben offenbar so groß, daß sie die geringe Hebung, welche die Kalkalpen im N erfuhren, aufhob, jedoch zu klein, um die große Hebung im S aufheben zu können. Daher konnte es am Nordrande der Kalkalpen zur Ausbildung einer Abtragungsfläche kommen, aber nicht im S.

In der Schieferzone hatte diese alte Landoberfläche, wie oben gezeigt wurde, ein ziemlich ausgeglichenes Relief, in die Hohen Tauern dagegen setzte sie sich in Form breiter Täler fort, die im Hintergrund von den Gipfeln um 1000 *m* überragt wurden. Darin wird man wohl nicht bloß die Folge der natürlichen Zunahme des Reliefs gegen das Gebirgsinnere sehen dürfen, sondern wird schließen müssen, daß, während sich jene mittelmiozäne Landoberfläche ausbildete, nicht nur die Kalkalpen, sondern auch die Zentralalpen

⁵¹) So wird die Bildung der der zweiten Mediterranstufe zugewiesenen limnisch-fluviatilen Tertiärschichten verständlich, die an verschiedenen Stellen der Ennsfurche (F. Trauth, Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der Salzburger Kalkalpen, Mitt. d. geol. Ges. in Wien IX, 1916, S. 85), wenn auch heute wohl nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage, auftreten.

in einer gegen den Hauptkamm zunehmenden Hebung begriffen waren, so daß die damalige Landoberfläche dort ein stärkeres Relief erhalten mußte als am Nordrand der Tauern oder gar in der Schieferzone.

Die Verhältnisse liegen also im Mittelmiozän folgendermaßen: Eine am Nordrand der Alpen sich abspielende Transgression führt in jenen Teilen des Gebirges, in denen die durch das Ansteigen des Meeresspiegels eingeleitete Hebung der Erosionsbasis nicht durch eine gleichzeitige Hebung des Gebirges wenigstens teilweise aufgehoben wird, zum Überwiegen flächenhafter Abtragung. Das war am Nordrand der Kalkalpen und in der Schieferzone der Fall, in abgeschwächtem Maß auch in den Hohen Tauern. Der südliche Teil der Kalkalpen dagegen stellt im Mittelmiozän eine Hebungszone dar, in welcher es nicht zur Bildung von Abtragungsf lächen kommen konnte. Eine zweite schwächer ausgebildete Hebungszone scheint im Innern der Hohen Tauern vorzuliegen. In beiden Fällen hat die Hebung offenbar gegen S an Intensität zugenommen.

Wenn es gestattet ist, aus der Gipfflur der Kuppenlandschaft (Fig. 5) im Zusammenhalt mit diesen Erkenntnissen Schlüsse auf die tektonischen Vorgänge zu ziehen, die sich im Mittelmiozän abgespielt haben, so würden sich drei von N flach ansteigende im großen und ganzen W—O streichende Antiklinalen ergeben: eine mit der Achse in der Linie Göll—Watzmann — sofern man nicht das Ausschwellen der Gipfflur dort in der oben angedeuteten Weise erklären will —, eine zweite, besonders stark ausgesprochene im Südteil der Kalkalpen mit sehr steilem Südflügel und eine dritte, deren Achse wohl am Hauptkamm der Hohen Tauern anzunehmen ist. Den Antiklinalen entsprechen Synklinalen in der Schieferzone und eventuell im nördlichen Steinernen Meer und im Hagengebirge. Wer die letztere gelten läßt, wird es um so begreiflicher finden, daß gerade dort im Mittelmiozän breite Verbnungsflächen entstehen konnten, die verhältnismäßig weit drinnen im Gebirge liegen.

Ähnliche mit einer Schrägstellung der Kalkalpen verbundene Vorgänge haben auch noch in der Zeit nach dem Mittelmiozän stattgefunden. Das geht aus der Tatsache hervor, daß die von uns auf den Kalkplateaus nachgewiesene mittelmiozäne Landoberfläche, wie oben gezeigt wurde, eine Schrägstellung erfahren hat⁵²⁾.

⁵²⁾ Das Gefälle von $10^0/_{00}$, das Machatschek a. a. O., S. 282, aus der Höhendifferenz der alten Landoberfläche in der Schieferzone (1800 m) und am Nordrand des Untersberges (1500 m) berechnet, bezieht sich, wie nach allem, was

Eine Verfolgung der alten Talböden im Salzachquertal zeigt sogar, daß es im Salzachgebiet zu ganz jungen Störungen gekommen ist, die wir als ein in abgeschwächter und etwas veränderter Form sich abspielendes Fortleben jener älteren tektonischen Vorgänge deuten können. Machatschek⁵³⁾ hat beobachtet, daß die alten Talböden durchwegs ein zu großes Gefälle aufweisen, und hat darin, wie in der Tatsache, daß die Übersteile mit abnehmendem Alter abnimmt, „den Einfluß einer allmählich ausklingenden Aufwölbung“ gesehen. Wir glauben indes auf Grund unserer Beobachtungen zu noch weitergehenden Schlüssen berechtigt zu sein. Eine möglichst genaue Rekonstruktion der alten Talböden ergibt nämlich (Fig. 7) für diese folgende Höhenlage:

	Salzachknie	Gefälle ‰	s. Werfen	Gefälle ‰	Stegenwald	Gefälle ‰	Salzburg
I	1450 ± 50	0	1450 ± 50	0	1450 ± 50	5	1280 ± 50
II	1150 ± 50	0	1150 ± 50	0	1150 ± 50	4·5	1000 ± 50
	(Außerfelden)				(Golling)		
III	1000 ± 25	9	850 ± 25	— 14	980 ± 25	4·8	820 ± 25
IV	800 ± 20	6	700 ± 20	— 9	780 ± 20	2·4 ⁵⁴⁾	700 ± 20
	(präglazial)						
V	700 ± 10	6	600 ± 10	— 4·4	640 ± 10	1·2 ⁵⁴⁾	600 ± 10
	(interglazial)						
heute	585	3·4	530	+ 3·3	500	2·4	420

Man erkennt, daß die tiefer gelegenen Talböden (III, IV, V) vom Salzachknie bei St. Johann bis südlich Werfen ein Gefälle aufweisen, das größer ist als das heutige, von hier bis Stegenwald dagegen steigen die alten Talböden flußabwärts an, von Stegenwald an folgt wieder ein talauswärts gerichtetes Gefälle, das im Verhältnis zu dem der Salzach zu groß ist. In allen Fällen ist es um so größer, je älter der Talboden ist. Die beiden älteren Talböden (I und II) müssen mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Rekonstruktion (große Talbreite, daher große Entfernung der Talbodenreste) aus der Betrachtung ausscheiden; aber so viel läßt sich wohl sagen, einer-

bisher gesagt wurde, wohl klar ist, nicht auf die altmiozäne, sondern auf unsere mittelmiozäne Landoberfläche. Das Gefälle von 45‰, das Machatschek für die Strecke Untersberg—Schlier bei Laufen berechnet, dürfte nach unserer Auffassung zu klein sein, da der Schlier nicht den „Verebnungsflächen“ am Untersberg in 1500 m, sondern der Kuppenlandschaft in 1800 m korrelat ist.

⁵³⁾ A. a. O., S. 282.

⁵⁴⁾ Das geringe Gefälle des präglazialen und des interglazialen Talbodens auf dieser Strecke ist auf eine junge Aufwölbung zurückzuführen, welche diese beiden unterhalb Golling mit dem Scheitel in der Gegend Tauglmündung-Hallein erfahren haben. Sollte das etwa ein Zeichen des Fortdauerns der an der Linie Göll—Watzmann im Mittelmiozän möglicherweise vorhandenen Hebung sein?

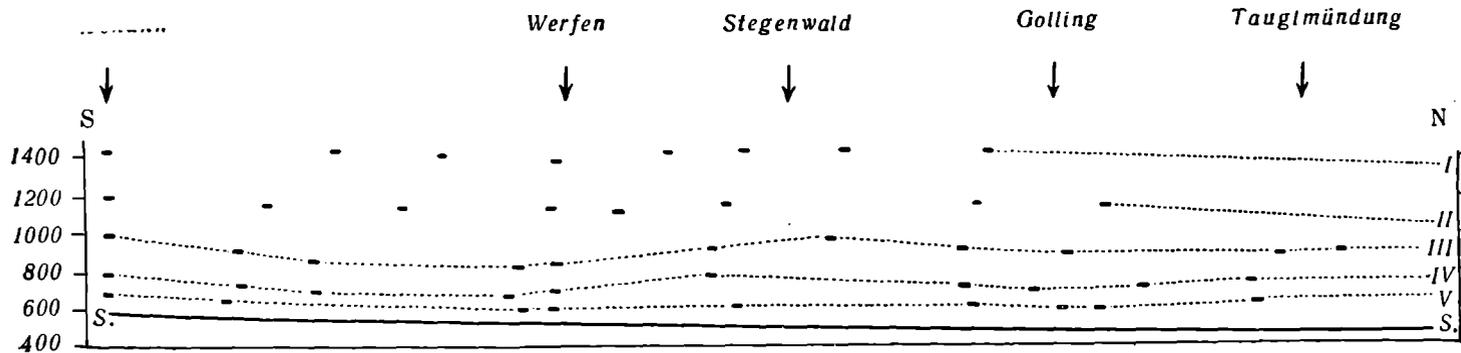


Abb. 7. Längsprofil durch die alten Talböden im Salzachtal. Maßstab: Längen 1:250.000, Höhen 1:40.000.

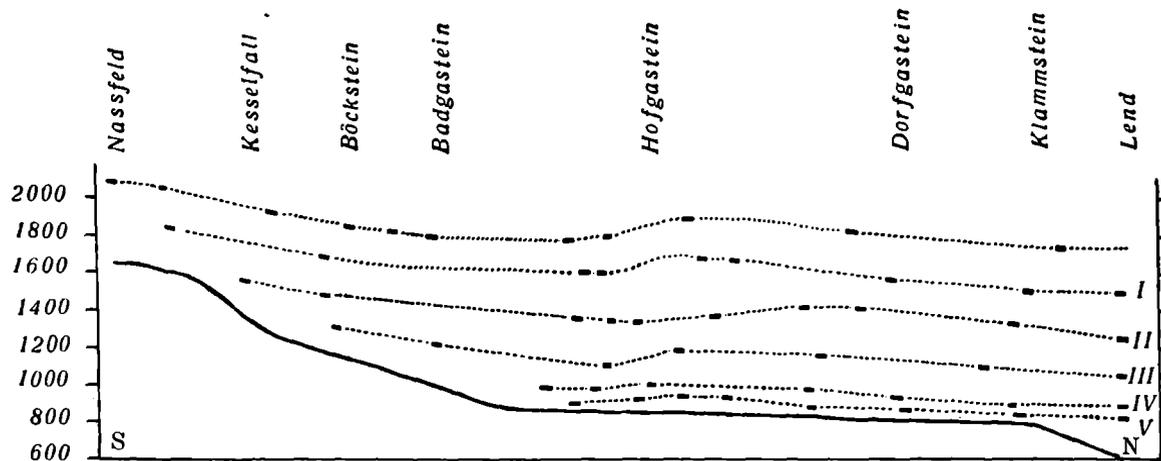


Abb. 8. Längsprofil durch die alten Talböden im Gasteinertal. Maßstab: Längen 1:250.000, Höhen 1:40.000.

seits, daß auch sie vom Paß Lueg zum Alpenrand ein auffallend großes Gefälle haben, anderseits, daß sie schwerlich eine größere Hebung erfahren haben dürften als das Niveau III.

Ähnlich scheinen die Verhältnisse im Saalachtal zu liegen, wo Machatschek⁵⁵⁾ auf die Tatsache aufmerksam gemacht hat, daß in den Hohlwegen die Reste seines obermiozänen (unseres altpliozänen) Talsystems höher liegen als beim Eintritt des Flusses in die Enge, eine Beobachtung, die uns auch für die tieferen Terrassen zuzutreffen scheint.

Wir erkennen aus diesen Beobachtungen, daß die Salzburger Kalkalpen noch in junger Zeit eine Aufwölbung erfahren haben, deren Achse sich gegenüber dem Mittelmiozän etwas gegen N verschoben hat und aus den Hohlwegen über den Königsee nach Stegenwald verläuft⁵⁶⁾, während es anderseits in der Schieferzone zu einer Einmündung gekommen ist. Diese Bewegungen stellen ein verkleinertes Abbild der Vorgänge dar, die sich, wie wir oben sahen, im Mittelmiozän abgespielt haben. Was den Zeitpunkt dieser jungen Bewegung anlangt, so ist dessen Bestimmung durch die Tatsache erschwert, daß die beiden älteren Talböden sich nicht mit hinreichender Genauigkeit rekonstruieren lassen. Daß die Hebungsbeträge um so größer sind, je älter die Talböden sind, ist ein Beweis dafür, daß die älteren der Hebung länger ausgesetzt waren als die jüngeren, mit anderen Worten, daß es sich nicht um einen einmaligen, sondern um einen längere Zeit hindurch anhaltenden Vorgang handelt. Der Beginn dieser Bewegung mag nach Ausbildung des Niveaus III anzusetzen sein, da die älteren Talböden, wie oben erwähnt, nicht stärker disloziert zu sein scheinen wie dieser. Ihr Ende ist frühestens in der Eiszeit anzunehmen; vielleicht dauert sie indessen noch in der Postglazialzeit an, was zwar in hohem Grade wahrscheinlich ist, aber vorerst noch unentschieden bleiben muß.

Eine ähnliche Erscheinung, wie sie uns im Paß Lueg begegnet ist, treffen wir auch im Gasteinertal. Eine Rekonstruktion der alten Talböden, wie sie hier infolge der geringeren Talbreite auch für die höheren Talböden, einschließlich des der alten Landoberfläche zugehörigen, wenigstens annähernd genau möglich ist, zeigt ein starkes Ansteigen sämtlicher alter Talböden einschließlich des inter-

⁵⁵⁾ A. a. O., S. 285.

⁵⁶⁾ Wir schließen dies aus der Höhenlage der alten Talböden im Saalachtal und aus der Tatsache, daß an der Königssee-Ache die alten Talböden gebirgseinwärts statt sich zu nähern, auseinanderrücken, was auch dort auf eine Hebung deutet.

glazialen von der Mündung des Gasteinertales (Fig. 8) bis in die Gegend zwischen Laderding und Hofgastein. Sodann tritt ein rückläufiges Gefälle ein, um ungefähr an der Kötschachmündung einem großen, talauswärts gerichteten, gebirgseinwärts immer größer werdenden Gefälle⁵⁷⁾ Platz zu machen. Wir erkennen darin die Wirkung einer jungen Aufwölbung in der Gegend von Hofgastein, die offenbar bis mindestens in die Eiszeit angedauert hat. Auf die Aufwölbung in der Gegend von Hofgastein folgt eine Einmuldung in der Gegend der Kötschachmündung, und dann eine starke Aufbiegung gegen den Hauptkamm der Alpen. Vielleicht darf man damit auch das rasche Ansteigen der Gipfelflur südlich von Badgastein in Zusammenhang bringen. Auch hiebei handelt es sich offenbar um ein Fortleben jener Hebung, die wir hier im Mittelmiozän wahrscheinlich gemacht zu haben glauben.

Wenn sich diese im Salzachtal und im Gasteinertal gemachten Beobachtungen auch anderwärts bestätigen sollten, so ergäbe sich der Schluß, daß die Salzburger Alpen bis in ganz junge Zeit eine Wellung erfahren haben, derart, daß sich in den Kalkalpen ein Wellenberg⁵⁸⁾, in den Schieferalpen ein Wellental, in den Hohen Tauern zwei durch ein Wellental getrennte Wellenberge gebildet haben. Die Vorstellung, zu der wir so gelangen, scheint uns im Einklang zu sein mit dem Großfaltenwurf, wie ihn A. Penck⁵⁹⁾ für die Alpen vertritt. Für die Salzburger Alpen hat Machatschek⁶⁰⁾ eine Einmuldung in der Schieferzone und eine Aufwölbung in den Zentralalpen vermutet, wobei er sich auf die Beobachtung stützte, daß sich in der Schieferzone die einzelnen Erosionsstockwerke zusammendrängen, während sie ihm in den Zentralalpen wieder auseinander zu treten schienen. Durch unsere Beobachtungen wird die Vermutung zur Gewißheit und außerdem das Fortbestehen dieser Bewegungen bis in ganz junge Zeit erwiesen.

⁵⁷⁾ Wie übermäßig groß das Gefälle der alten Talböden hier ist, mag daraus erkannt werden, daß das Gefälle der alten Landoberfläche vom Naßfeld bis Badgastein $28\%_{00}$ beträgt, das des altpliozänen Talbodens $20\%_{00}$, während das der Ache $53\%_{00}$ beträgt; letztere bildet aber auf dieser Strecke drei Wasserfälle und ist überhaupt ein typischer Hochgebirgsbach.

⁵⁸⁾ Die Aufwölbung nördlich Golling eingerechnet zwei!

⁵⁹⁾ A. Penck, Die Gipfelflur der Alpen, Sitz.-Ber. d. preuß. Akad. d. W. 1919; A. Penck, Das Antlitz der Alpen, Vortr., geh. a. d. 88. Vers. D. Naturf. u. Ä. zu Innsbruck 1924.

⁶⁰⁾ A. a. O., S. 139 f., 285.

Wenn wir also die Zeit vom mittleren Miozän bis zur Gegenwart überblicken, so zeigt sich in diesem ganzen Zeitabschnitt immer wieder die Tendenz zur Hebung der Kalkalpen, zur Senkung der Schieferzone und zur Hebung der Zentralalpen.

Welcher Art waren nun die tektonischen Vorgänge, welche die Kalkalpen im Mittelmiozän betroffen haben? Wir sprachen bisher von asymmetrischen Antiklinalen. Es ist aber die Frage, ob man mit dieser Annahme zur Erklärung der Verhältnisse am kalkalpinen Südrand das Auslangen finden wird. Denn bei der Tatsache, daß uns Reste der mittelmiozänen Landoberfläche, wie oben erwähnt wurde, unmittelbar unter dem Südabsturz der Kalkalpen begegnen, müßte man hier geradezu an eine sehr steile Flexur, wenn nicht gar, wie dies auch geschehen ist, an Verwerfungen, die aber nicht nachweisbar sind, denken⁶¹). Wir möchten daher eine andere Möglichkeit ins Auge fassen.

F. Trauth⁶²), der die Verhältnisse am Südfuß der Kalkalpen vom Hochkönig bis zum Dachstein untersucht hat, ist zu dem Ergebnis gekommen, daß es in dem südlichen Vorland der Kalkalpen, der sogenannten Werfen—St. Martinen Region, zunächst zur Bildung von mehreren nordfallenden Schuppen von Werfener Schichten, Muschelkalk, Ramsaudolomit, gelegentlich auch Dachsteinkalk gekommen ist; diese Schuppen wurden dann durch eine im Salzachtal zwischen dem Flachen-Berg bei Werfen und Sulzau in einer Breite von 9 km erschlossene, nordfallende Über-, bzw. Unterschiebungsfläche überfahren⁶³). Diese Überschiebung der Kalkalpen über ihr südliches Vorland, hält Trauth „für den Schlußakt einer postgosauischen — vielleicht sogar posteozänen — Bewegungs-phase“, während Hahn⁶⁴) sie für jungoligozän oder miozän hält. Spengler⁶⁵) endlich setzt diese Bewegungen ins Paläozän, ist aber zur Erklärung des Unterschiedes in der Höhenlage des Miozäns am

⁶¹) Nach Hahn a. a. O., S. 309, sind am Tennengebirge eher Spuren eines Einsinkens desselben in seine Unterlage zu beobachten.

⁶²) Mitt. d. geol. Ges. Wien 1916, S. 77ff.

⁶³) Ähnlich scheinen die Verhältnisse auch am Südfuße des Steinernen Meeres zu liegen; auch dort spielen Verwerfungen nur eine untergeordnete Rolle (vgl. J. Pia, Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres, Sitz-Ber. d. Akad. d. W., math.-naturw. Kl., Abt. I, 132. Bd., 1923.

⁶⁴) A. a. O., S. 317.

⁶⁵) E. Spengler, Ein geologischer Querschnitt durch die Kalkalpen des Salzkammergutes, Mitt. d. geol. Ges. Wien 1918, S. 65 (Fußnote).

Stoderzinken und bei Wörschach geneigt anzunehmen, „daß im Jungtertiär . . . einige dieser Überschiebungsflächen wieder neu auflebten“. An solch ein Wiederaufleben und Fortdauern der Überschiebung der Kalkalpen über ihr südliches Vorland längs jener oben erwähnten großen Überschiebungsfläche im mittleren Miozän möchten wir zur Erklärung der oben geschilderten Verhältnisse glauben.

Denn die Annahme eines derartigen Auflebens dieser Überschiebung gestattet uns, alle in Betracht kommenden Erscheinungen zu erklären: Ein Heraufgleiten der Kalkalpen längs einer nach N fallenden Überschiebungsfläche muß zu einer im S stärkeren Hebung der Kalkalpen und einer Schrägstellung derselben führen. Gleichzeitig findet damit auch die Tatsache eine Erklärung, daß am Südrand des Hochkönigplateaus so ausnehmend große Höhen erreicht werden und der Südrand der Kalkalpen dort am weitesten gegen S reicht: offenbar ist die Überschiebung hier am weitesten gegen S vorgedrungen, was bei geneigter Schubbahn auch eine größere Höhe der Kalkalpen erzeugen mußte. Ebenso verständlich ist es auch, daß die aus dem Innern des Gebirges herauskommenden Flüsse angesichts der solcherart heranrückenden und emporwachsenden Kalkalpen ihren Weg nicht beibehalten konnten. Schließlich ist es unter der Annahme einer derartigen Überschiebung leichter erklärlich, daß sich im Mittelmiozän im N der Abtragungsfläche der Schieferalpen ein Abfall bilden konnte, der keine Ansätze zu einer Verzahnung der beiden Landoberflächen, die er trennt, aufweist. Denn man denke sich die in der Schieferzone in Entstehung begriffene Abtragungsfläche von N her durch die Kalkalpen überschoben auf einer von den weichen Schichten der unteren Trias gebildeten Schubbahn: dann wird der darüber hinweggeschobene Dachsteinkalk ständig dem Absturz über der weichen Unterlage unterliegen. So wird sich ein Steilrand entwickeln, dessen Lage und Aussehen von dem Verhältnis zwischen Rückwitterung und Vorrückung der Überschiebung abhängig ist. Wenn nicht die Rückwitterung stärker ist als die Vorrückung, was bei einem Vorgang, der den zentralalpinen Flüssen ihren Weg versperrt, nicht anzunehmen ist, so wird sich ein ständig sich erneuernder Steilabfall bilden, in den die alte Landoberfläche in den Schieferalpen keine Ausläufer entsenden kann.

Wir möchten unsere Betrachtungen nicht schließen, ohne unter den vielen Fragen, die in den Salzburger Alpen der Lösung harren, auf eine hinzuweisen: auf die Frage des Salzachdurchbruches.

Das Salzachquertal bestand im Altpliozän, aber noch nicht im Mittelmiozän. Welches waren die Vorgänge, die in der Zwischenzeit zur Bildung des Durchbruchstales geführt haben? Wir können nur eine Vermutung äußern. Vielleicht wäre es denkbar, daß seit jener mittelmiozänen Hebung der Kalkalpen ein gut Teil der zentralalpinen Gewässer seinen Weg auf unterirdischem Weg durch die Kalkalpen nahm. Am Nordrand des Tennengebirges mögen dann eine Reihe von mächtigen Karstquellen hervorgekommen sein. Eine von diesen könnte sich aus der Gegend des heutigen Paß Lueg immer weiter nach rückwärts verlegt haben, bis schließlich die Mauer der Triaskalke durchschnitten war. Doch die Lösung dieser Frage muß der Zukunft vorbehalten bleiben. Jeder Lösungsversuch wird aber von der Tatsache ausgehen müssen, daß das Salzachtal im Mittelmiozän noch nicht bestanden hat.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Auf den Plateaus der Salzburger Kalkalpen treten uns die Reste zweier durch Höhenlage und morphologische Beschaffenheit deutlich zu scheidender alter Landoberflächen entgegen: eine Kuppenlandschaft, die dem Altmiozän angehört, und eine in sie eingesenkte Landoberfläche mit Hügellandcharakter, die dem Mittelmiozän zugewiesen wird.

2. Die mittelmiozäne Landoberfläche kam nur am Nordrand des Gebirges und in der Schieferzone zur Ausbildung; von dort setzte sie sich in Form breiter Täler in die Hohen Tauern fort, wo sie im Hintergrund der Täler von bis 1000 *m* hohen Gipfeln überragt wurde.

3. Die im Altmiozän aus den Zentralalpen quer über die Kalkplateaus führende Entwässerung hörte im Mittelmiozän auf. Eine Ausnahme bildete die Lammer; dagegen hat das Salzachquertal damals noch nicht bestanden.

4. Die Ursache dieser Wandlung war eine starke Hebung des Südrandes der Kalkalpen im Mittelmiozän, verbunden mit einer Schrägstellung derselben nach N. Diese Hebung hinderte die Ausbildung der mittelmiozänen Landoberfläche im Südteil der Kalkalpen und führte zur Entstehung einer breiten Längsfurche in der Schieferzone. Eine schwächere, ebenfalls gegen S an Intensität zunehmende Hebung ist auch für die Hohen Tauern wahrscheinlich.

5. Die Schrägstellung der Kalkalpen hat auch nach dem Mittelmiozän angehalten.

6. Die im Gefolge einer an der Wende des Miozäns einsetzenden, mit wechselnder Geschwindigkeit sich vollziehenden Senkung der Erosionsbasis entstandenen alten Talböden weisen Verbiegungen auf, welche zeigen, daß die im Mittelmiozän festgestellten Bewegungen in abgeschwächtem Maß bis mindestens in die Eiszeit fortbestanden haben.

7. Das Durchbruchstal der Salzach ist erst in der Zeit nach dem Mittelmiozän, aber vor dem Altpliozän entstanden.

Salzburg, März 1925.

Nachtrag. Die in einer Provinzstadt unter den gegenwärtigen Verhältnissen besonders großen Schwierigkeiten in der Literaturbeschaffung bringen es mit sich, daß mir zwei wichtige Arbeiten erst während der Drucklegung des vorliegenden Aufsatzes zugänglich geworden sind, so daß sie unberücksichtigt bleiben mußten. Es sind dies: W. Penck, Morphologische Analyse, Geogr. Abhandlungen von A. Penck, II/2, 1924, und A. Winkler, Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen, Sitz.-Ber. Akad. d. W. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 132, H. 9/10, 1924. Erst während des Druckes erschienen ist R. Schwinner, Geologisches aus den Niederen Tauern, Z. d. D. u. Ö. A.-V., 1924.
