

Zur Oberflächengestaltung der Ostalpen

Von Sieghard Morawetz.

Fragen und Probleme, die besonders interessieren, wechseln im Laufe der Zeiten in fast jedem Wissensgebiet, aber neue Ansichten setzen sich gegen alte Meinungen meist nur allmählich durch. So erging es der Erosionstheorie zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Kampf mit der Spaltentheorie. Um die Jahrhundertwende und bis in das zweite Jahrzehnt des Jahrhunderts war die Behandlung von Fragen des Glazialschurfes in vollstem Fluß. Zu einer sehr weitgehenden Klärung kam man dabei nicht, die Auseinandersetzung über die Übertiefung verebbte in vielen Fällen mit der Erkenntnis des Stockwerkbaues von selbst.

Im letzten Vierteljahrhundert bemühten sich eine ganze Anzahl Forscher um eine Flächen-, Niveau-, Leisten- oder Systemaussonderung, um ihre Zusammenhänge und ihre Altersgliederung, und man versuchte zu Formengruppen zusammenzufassen. Meist erfolgte die Zählung von oben bei der Gipfflur und der „alten Landoberfläche“ und schritt nach der Taltiefe weiter. Andere Probleme sind, wie J. Sölch¹ in seinen gehaltvollen Ausführungen über das Fluß- und Eiswerk zwischen Ötztal und St. Gotthard betont, die Rolle des Schuttes und die Verheftung der Gefällsteilen in den Alpen. Die Frage nach dem Primär- oder Endrumpfcharakter als Ausgang für die Formenentwicklung wird gestellt, und es einigten sich die meisten Autoren darüber, daß Parallelisierungen nur auf Grund gleicher Höhenlage nicht genügen, sondern die Lage der Formkomplexe zueinander maßgebend ist und daß die einzelnen Gebirgsgruppen unterschiedliche Bewegungen mitmachten. Parallelisierungen über große Täler, vor allem Längstäler und Becken, stoßen auf Schwierigkeiten.

Die frühesten Aussagen über eine Landoberfläche, denen noch eine gewisse Begründung innewohnt, gehen bis in die Zeit der Augensteinlieferung zurück. Damals gab es noch keine Längstalfuchten und ein höheres Relief dürfte nicht vorhanden gewesen sein. F. Machatschek² wie A. Winkler³ vertreten die Meinung keiner engeren Beziehungen der Augensteine zu den alten Reliefformen; während Machatschek die verschiedenen Möglichkeiten ihrer Herkunft betont, erblickt Winkler in den Augensteinen vor allem die Reste einer vormiozänen Schotterdecke. Mit Lichtenecker⁴ in der Augensteinlandschaft die unmittelbare Vorgängerin der Raxlandschaft zu sehen, bleibt wohl am nächsten den tatsächlichen Verhältnissen. Die Augensteinlandschaft war nach Lichtenecker keine

¹ J. Sölch: Fluß- und Eiswerk in den Alpen zwischen Ötztal und St. Gotthard. Pet. Ergsh. 219 und 220. Justus Perthes Gotha 1935.

² F. Machatschek: Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien. Borntraeger, Berlin 1922.

³ A. Winkler: Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. Mitt. Geogr. Ges. Wien, LXXII. Bd., 1929, S. 159—188.

⁴ N. Lichtenecker: Das Bewegungsbild der Ostalpen. Naturwissenschaften, XIII. Bd., 1925.

vollständige Einebnungslandschaft. E. Seefeldner⁵ beschrieb sie als Rumpffläche. Fr. Leyden⁶ diskutiert für seine Eckenberg- und Dürrensteinphase die Einordnung in ein Primär- oder Endrumpfstadium. Infolge der geringen Gliederung der Oligozänschichten glaubte Leyden damals einen Primärrumpf annehmen zu dürfen. Er formuliert: „Die Alpen sind keine Ruine, sondern entwickelten sich aus einem Hügelland zum Hochgebirge.“ Die heutigen Talabstände im Hügelland des Alpenostrandes ließen einen solchen Aufstieg ohne wesentlichen Taleinzug oder -entfall zu. Vorsicht in der Annahme einer zu einheitlichen Fastebene als Ausgang für die verfolgbaren Phasen ist angezeigt. Man erinnere sich da an die Beobachtungen Kieslingers⁷ im Eibiswalder Kohlenrevier am Ostabhang der Koralpe, wo das Untermiozän in stark eingekerbten Furchen des Grundgebirges eingelagert wurde. Handelt es sich dort wirklich um eine Einlagerung und keine Auflagerung, die nachträglich an Brüchen oder Flexuren Verstellungen und Einklemmung erfuhr, so spricht dies mindestens für ein gewisses Relief in vormiozäner Zeit. Zwischen ihm und dem heutigen Gebirge bestehen gar keine Beziehungen mehr! Die meisten Auffassungen nehmen im allgemeinen ein recht geringes Relief zur Zeit der Augensteinlandschaft und dem Beginn der Entwicklung der „alten Landoberfläche“ an. Gegen ein zu hohes Alter der einförmigen alten Gebirgs Oberfläche sprechen vor allem morphologische Gründe: eine solche Landoberfläche müßte, trotz ihrer Vergletscherung zur Eiszeit, in Wannsen, im Lee von Rundhöckern und den zentralsten Teilen der Plateaus doch mehr alte, tiefergründige Verwitterungsböden aufweisen, als man bis jetzt fand; ferner hat eine bis in das tiefe Mittel- oder gar bis ins Untermiozän zurückreichende alte Oberfläche wohl mehrere Klimaänderungen mitgemacht und so viel Zeit für abtragende Vorgänge zur Verfügung gehabt, daß eine Oberfläche aus dieser Zeit, wenn nicht eine ganz ebene Fläche ohne Flußnetz durch längere Zeit vorhanden war, doch eine so wesentliche Abtragung erleiden müßte, daß es wohl nicht mehr angeht, eine jetzt sich darbietende Oberfläche als Rest aus so ferner Zeit anzusprechen. Die Hebungen und Schrägstellungen, die seitdem erfolgten, verbieten das, auch wenn, wie im Kalkstein, die Talnetzentwicklung stark gehemmt wurde und manche Hochplateaus wie Festungen aufragen und verhältnismäßig wenig zerlappede Ränder und ebene Hochfluren aufweisen. Hochflächen von mehreren Kilometern Durchmesser ohne wesentliche Einschnürungen und verkarstete Talsysteme sind Ausnahmen. Denkt man sich, ein Plateaurand schiebe sich im Jahr bloß 1 mm zurück (ein sehr geringer Betrag für die heutigen Verhältnisse), würde in 1 Million Jahren immerhin die Fläche von zwei Kilometern aufgezehrt. Eine Erhaltung der Plateaus über wirklich lange Zeitspannen ist selbst bei reiner Denudation und Ausschaltung jeder fluviatilen Zerlappung bei den heute wirkenden Kräften nicht recht denkbar. Jede leichteste Schiefstellung führt zu neuen Erosionsvorgängen auf der geneigten Oberfläche. Stellen sich fluviatile Einrisse ein, ist die Umwandlung der ursprünglichen Oberfläche im vollen Gange. Eher als Plateauflächen mit steilen und hohen Rändern scheinen

⁵ E. Seefeldner: Die alten Landoberflächen der Salzburger Alpen. Ztschr. f. Geomorphologie, VIII. Bd., 1933–1935, S. 157–196.

⁶ Fr. Leyden: Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge. Geologische Rundschau, 1922.

⁷ Kieslinger: Die vormiozänen Ostabhänge der Koralpe. Verh. d. Geol. B. A. Wien, 1924, S. 164.

sich plumpe, kuppel- oder flachdomförmige Massenanschwellungen in einem Trockenklima zu erhalten, in dem die wenigen Wassereintrisse sehr bald so vom Schutt bedrängt werden, daß eine stärkere Hangbeeinflussung aufhört. In solchem Gelände ziehen weitere Heraushebungen und kleine Schiefstellungen weniger Änderungen nach sich. Die Beständigkeit der Formen in wenig zerschnittenen Zentralerhebungsgebieten fällt ja immer wieder auf, und mit Eindringlichkeit und Konsequenz wurde sowohl bei Götzing⁸, Machatschek⁹ und Lichtenecker¹⁰ auf die gewisse Einförmigkeit und bescheidene Reliefenergie der Kuppenlandschaft hingewiesen. Ich neige darum den Auffassungen, die die ältesten Flächensysteme und Oberflächenformen in den Ostalpen in das Obermiozän bis Miopliozän stellen, wie das Sölch,¹¹ Aigner¹² und Bobek¹³ tun, viel mehr zu als älteren Datierungen, mögen diese auf Grund von Parallelisierungen mit dem Unter-miozän geologisch noch so gut unterbaut sein. Fußend auf den Untersuchungen von Götzing⁸, Machatschek,¹⁴ Lichtenecker¹⁵ und Spengler¹⁷ herrscht über die Auffassung der alten Landoberfläche in den Plateaugruppen der Nördlichen Kalkalpen weitgehende Übereinstimmung, und man gebraucht seit der Raxdarstellung Lichteneckers für diese alte Kuppenlandschaft vielfach die Bezeichnung „Raxlandschaft“. In den Zentralalpen hat man im Firnfeldniveau — dieser seit der Untersuchung der Ankogelgruppe durch Creutzburg¹⁸ viel verwendete Ausdruck soll hier trotz aller Bedenken, die gegen ihn vorzubringen sind, weiter Verwendung finden — sicher auch eine alte Landoberfläche, eine Landoberfläche allerdings, die im Vergleich mit der Raxlandschaft viel abwechslungsreichere Reliefen aufweist und deren „Flächen“ in der Ankogelgruppe allein zwischen 1900—2700 m Höhe schwanken, wo dann darüber noch die Kamm — Grat — und Gipfelpartien kommen, vor sich. Was den Altersvergleich angeht, trifft man hauptsächlich auf zwei Auffassungen: die eine besagt, daß das F. N. mit der Raxlandschaft gleichaltrig ist, es aber infolge des kristallinen Baumaterials, das weniger zu einer Konservierung der Formen neigt und wegen der Geburtsstätte zahlreicher Täler vielmehr Talbezogenheiten, Kammerungen nach einzelnen Quell-

⁸ G. Götzing^{er}: Über Alter und Entstehung der Oberflächenformen in den nordöstlichen Kalkalpen. Mittl. Geogr. Ges. Wien, 1913, 39 ff.

⁹ Fr. Machatschek: Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen. Ostalpine Formenstudien. Borntraeger, Berlin 1922.

¹⁰ N. Lichtenecker: Die Rax. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XIII. Bd., 1926.

¹¹ J. Sölch: Fluß- und Eiswerk in den Alpen ... Peterm. Ersh. 220.

¹² A. Aigner: Die geomorphologischen Probleme am Ostrande der Alpen. Z. f. Geomorphologie, I. Bd., 1926, S. 29—43, 105—152, 187—253.

¹³ H. Bobek, Die Formenentwicklung der Zillertaler Alpen. Forsch. z. Dt. Landes- und Volkskunde, XXX. Bd., 1933.

¹⁴ Götzing^{er}, a. O. S. 39—56.

¹⁵ Machatschek: a. a. O.

¹⁶ Lichtenecker: a. a. O. S. 150—170.

¹⁷ E. Spengler: Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes und deren Beziehungen zur Morphologie, Z. f. Geomorphologie, II. Bd., 1927, S. 21—73.

¹⁸ N. Creutzburg: Die Formen der Eiszeit in der Ankogelgruppe. Ostalpine Formenstudien II/1, Berlin 1921.

gebieten und unterschiedlichere Formen als die Raxlandschaft aufweist; die andere meint, die alte Landoberfläche der Kalkplateaus ist älter als das F. N. und dieses gehört einer tieferen, jüngeren Entwicklungsphase an. R. v. Klebelsberg¹⁹ betrachtete 1922 die Kuppenlandschaft und das F. N. als gleichaltrig. Fr. Leyden²⁰ parallelisiert das F. N. mit seiner Eckenbergphase, während Seefeldner²¹ den untersten Teil des F. N. am Ausgang der Tauerntäler in 1800 bis 2000 m mit seinem Götzeniveau und sein Tennenniveau mit der F.-Niveaulage in 2100—2200 m Höhe am Tauernnordrand und mit Karflächen in 25—2800 m im Inneren der Tauerngruppen zusammenordnet. Die Gipfelhaube des Scharecks parallelisiert er mit dem Hochkönigniveau. Es sind das Gleichsetzungen und keine durch lücklose Flächen- und Leistenverfolgungen festgestellte, einwandfreie Zuordnungen. Nach A. Winkler²² (1929) hat der zweite Zyklus im Laufe des unteren Miozän und des älteren Mittelmiozän die höchstgelegenen, noch morphologisch erkennbaren Flachreliefs in den Nördlichen Kalkalpen wie in den Zentralalpen geschaffen.

Der große Höhenunterschied, über den sich das F. N. innerhalb der einzelnen Gruppen erstreckt, zog fast zwangsläufig weitere Gliederungsversuche nach sich. So wies schon A. Winkler auf ein höchstes Niveau in der Sonnblickgruppe hin. Maull²³ und nach ihm Kren²⁴ schieden ein solches in der Venedigergruppe aus und nannten es Niveau I. Es handelt sich dort um Flächen, die mehrere hundert Meter über dem allgemeinen F. N. liegen. Nach Bobek²⁵ entspricht sein C-Niveau den F.-Niveaulächen in den östlichen Zentralalpen, das er ins Obermiozän-Pontikum stellt; darüber folgen noch kleine B- und A-Flächen. Das B-Niveau gehört der „alten Landoberfläche“, der Kuppenlandschaft, an, die nördlich des Inn im Karwendel-, Sonnwend-, Kaisergebirge und den Kitzbühler-Alpen aufscheint und die Bobek in das Mittelmiozän stellt, während der A-Fläche spätuntermiozänes Alter zukommt. Eine beachtliche Formgliederung über dem F. N. ergibt sich damit, und die Frage drängt sich auf, ob diese Flächenausscheidung im Sinne selbständiger Stockwerke und eine Parallelstellung mit ähnlichen Flächen in anderen Gruppen über so große Entfernungen berechtigt ist. An der Tatsache, daß über dem normalen F. N. noch kleine Flächen vorkommen, kann man nicht vorbeigehen. Sie sind aber arealmäßig verschwindend klein, und Beziehungen zu Talanlagen und gut verfolgbar Stockwerken fehlen. Eine strenge Parallelisierung wird man darum ablehnen und besser nur eine Zählung durchführen. Geht

¹⁹ R. v. Klebelsberg: Die Hauptoberflächensysteme der Ostalpen. Verh. Geolog. B. A. Wien, 1922, 45—66.

²⁰ Fr. Leyden: Die Entwicklung der Alpen zum Hochgebirge. Geolog. Rundschau 1922.

²¹ E. Seefeldner: Die alten Landoberflächen der Salzburger Alpen. Z. f. Geomorph., VIII. Bd., 1933—1935, S. 157—196.

²² A. Winkler: Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. Mittl. Geogr. Ges. Wien, LXXII. Bd., 1929, S. 172.

²³ O. Maull: Grundsätzliche Fragen der Alpenmorphologie. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XVI. Bd., 1933, S. 1—13.

²⁴ K. Kren: Beiträge zur Geomorphologie der Venediger-Gruppe. Mittl. Naturw. Verein f. Stmk., LXIX. Bd., 1932, S. 34—54.

²⁵ H. Bobek: Die Formenentwicklung der Zillertaler Alpen. Forsch. z. Dt. Landes- und Volkskunde, XXX. Bd., 1933.

man von der Ansicht einer regelmäßigen Höherschaltung ganzer Blöcke aus, so stellen die obersten Flächen, auch wenn sie noch so klein sind, die ältesten Zeugen vergangener Flächengenerationen dar. Bei sehr kleinen, nicht ganz ebenen Niveauresten, die zudem heute noch Firnbedeckung aufweisen und im Laufe der Diluvialzeit einen mehrfachen Wechsel von Firn zu firnfreien Perioden erfuhren, muß man in diesen Niveauresten nicht unbedingt Zeugen einer Flächengeneration sehen. Sie können aus denudativen Vorgängen hervorgegangen sein. Nicht nur im Bereiche von Schichtstufenlandschaften stellen sich Denudationsflächen ein, auch an der Schwarz-Weißgrenze und in Gebieten mit Gratwächstufen bilden sich kleine Fluren aus, die der Größenordnung nach mit allerkleinsten und allerhöchsten sogenannten Niveaus den Wettbewerb bestehen können. Da Denudationsvorgänge in den verschiedensten Klimaten vor sich gehen, standen seit dem Jungtertiär recht verschiedene Klimate und verhältnismäßig lange Zeitspannen für die Bildung von Pseudoniveaus zur Verfügung. Es ist wohl richtiger, manche dieser allerhöchsten Niveaus als Erosionssonderformen anstatt als älteste Niveaus anzusprechen. R. v. Klebelsberg sieht in den Hochgebirgsformen überhaupt allseits schroff angewitterte, flächenhaft nicht bekannte ältere Formenbestandteile, und es handelt sich dort um denudative Systeme, während erst die jüngeren, tieferen erosiv im engeren Sinne sind. Beziehungen zu Talsystemen finden sich schon im F. N., besonders schön, wo dieses als Großkarniveau ausgebildet ist und die Kare nebeneinanderliegen, die Trenninge parallel laufen und zu einem Haupttal sich orientieren. Allerdings darf man sich nicht verhehlen, daß dort, wo die Trenninge niedrig sind, diese durch eine eiszeitliche Vertiefung der Karmulden und Zurücklegung an der Schwarz-Weißgrenze ihre markante Form erhielten und damit die dazwischen liegenden Böden erst so recht zu besonderen, einem größeren Tal tributären Kammern wurden. Trotz dieser Möglichkeit einer recht späten Beziehung zum heutigen Tal wird man dem F. N. eine Talverbundenheit zubilligen. Das oft ziemlich regelmäßige Ansteigen der Flächen von den Rändern der Gebirgsgruppen gegen das Innere mit verschiedenen Verzweigungen und Gabelungen weist darauf hin. Bei einem stärkeren Ansteigen der Flächen nach dem Inneren der Gruppen ist die Annahme einer kräftigeren Hebung im zentralen Teil oder ein Abbiegen des Randes naheliegend. Wann das erfolgte, ist eine besondere Frage. Es kann die Entwicklung von Anfang die Tendenz der Heraushebung der zentralen Teile gehabt haben, aber sie vermag auch ebenso gut erst später dazu übergegangen sein. Bei dem Einsetzen der Erhebung in den zentralen Gebieten dürfte in einer Zone mit genügend Niederschlag, nicht zu großen ersten Talabständen und der Möglichkeit einer Talbodenbildung bei zunächst geringer Talneigung erst weiter im Inneren der Gruppe ein steilerer Aufstieg erfolgt sein. Es entwickelte sich eine flachere Rand- und Vorzone und ein zentraler Teil mit betonterem Relief, eine Entwicklung, die auch bei später erlahmender Hebung sich durchringt. Setzt die stärkere Hebung im Zentralteil erst spät ein, zu einer Zeit, als schon tiefere Systeme unter den Altflächen sich einnagten, also eine unmittelbar fluviale Bearbeitung dieser Flächen nicht mehr erfolgte, so belegen die verbogenen Flächen klar die Hebungszunahme nach dem Inneren. Relativ gleichmäßige Anstiege scheinen auf eine junge, weiter andauernde Hebung hinzudeuten. Alte Flachreste sind, wenn auch verstellt, noch irgendwie auszumachen. Daneben können sehr kräftige Schollenbewegungen auftreten, die an mehr oder weniger Stellen die alte Landoberfläche nicht bloß verbiegen, sondern gleichsam durchstoßen und im Verein mit der Denudation vernichten, um so schneller vernichten, je kleinräumiger die herausgehobenen Partien sind. In solchen Gebieten

verdanken die höchsten Formen allein der Denudation ihr Aussehen. Beziehungen zu einem alten Relief gibt es darum nicht mehr.

Es finden sich nun verschiedene Gruppen, die weder besonders hoch noch sehr schmal sind und wo es im Vergleich zu den benachbarten Gebirgsgruppen mit Flachresten im zentralen Teil sehr schlecht bestellt ist, während sie am Rand und längs der Seitenkämme vorkommen. Bei Ausschluß einer jähren Heraushebung der zentralen Teile, für die nach den Höhenverhältnissen sich gar keine Kriterien ergeben, bietet die allseitig starke Zurückarbeitung der Täler mit Aufgabelung im Gebiet der Talschlüsse und verstärkter Erosionsleistung dort eine Erklärungsmöglichkeit, während die Seitenkämme relativ geschützt sind, da die jungen Erosionseinschnitte wenig nach den Seiten wirken und eher bestrebt sind, die Eintiefungsenden zurückzuverlegen. Diese Entwicklung setzt gleichmäßige Talabstände, mäßig geneigte periphere Gebiete und geringe Überhöhung durch die zentralen Teile voraus. Verhältnismäßig starke Arbeitsleistung der Eiserosion im Gebiet der Talschlüsse und Durchgangskare mit bescheidener Unterschneidung der Karschwellenzone im Inneren der Gruppen und stärkerer im Bereich der Talausgänge bewirkt ein rückläufiges, nach dem Gruppeninneren gehendes Gefälle der Karböden und der durch die Eisströme abgefaßten Kanten. Ein so entstandenes Leistenprofil kann nicht als Beweis für ein Rücksinken oder eine randliche Hebung dienen. Ganz gleich was für Auf- und Abbiegungen oder gar Durchstoßungen das F. N. erfuhr und welche glazialen Überarbeitungen es erlitt, es ist ein Leithorizont, auf dem man sich bei Erklärung der Formen über ihm immer bezieht, von dem man ausgeht und unter dem die jüngeren Tal- und Talleisten-niveaus folgen.

Eine Zone am Rande des F. N., die Bichlregion in den Villgratner Bergen, der Kreuzeck-Reißeckgruppe, in den Njederen Tauern und Karnischen Alpen, längs der Haupttäler recht gut ausgebildet, hat sehr wichtige Bedeutung. Es handelt sich dort um Kuppen oder Flachrücken, öfters Bichl genannt, zwischen zwei Seitentälern und dem Haupttal in einer Höhe zwischen 1800—2300 m. Diese Koten ordnen sich am besten in das F. N. ein. Auffallend bleibt die so ähnliche Höhe in den verschiedensten Gruppen, die einer Herausarbeitung aus einer einst sehr allgemeinen Erosionsbasis, die sowohl in den Zentralalpen wie Nördlichen und Südlichen Kalkalpen sich einstellte, zumindest nicht widerspricht. Da diese Bichl zwischen Seitentälern, oft ziemlich eng nebeneinander hinziehenden Seitentälern, sich ausbildeten, liegt es nahe, ihr Auftreten mit der Taldichte in Verbindung zu bringen, ja in diesen Rücken oder Kämmen eine durch die Taldichte bestimmte Form und Höhenlage zu sehen. Solche Auslegungen sind überall dort, wo keine Kuppen und keine kleinen Flächen auf der Höhe mehr vorhanden sind, ein Schneiden- oder Kammstadium sich vorfindet, möglich. Breite Kuppen weisen jedoch darauf hin, daß jenes Grenzstadium noch nicht erreicht wurde und man von der Flach- und Altform sich noch nicht entfernte. Bichl, Rücken und gerade erst gewordene Käme und Schneiden können eine alte Landoberfläche markieren und allein die verschiedenen Talabstände bedingen die Formenunterschiede. Die oft ganz schwebende Linie der Rücken und Schneiden legt eine Herausarbeitung aus einer sehr einheitlichen Altform nahe. In der Region der Bichl, die im Drau-, Möll-, Gail- und Ennstal auf nicht unbeträchtliche Strecken nur wenig von der Höhe der eiszeitlichen Eisstromoberfläche abweicht, wird man die Erosionsdifferenzierungen durch das Eis zu beachten haben. blieb die Eisstromhöhe unter der Bichelregion, ist bloß eine seitliche Unterschneidung möglich gewesen; ging sie darüber, konnte Rundbuckelung und Abschleifung, also Erniedrigung, erfolgen.

Ein meist nur mäßiges Einsinken der Haupteisströme machte die Bichlregion frei vom Haupttales und auch sehr bald frei vom Lokaleis. Es ist das eine Zone geringer Firnentfaltung, aber starker Frostverwitterung und kräftiger denudativer flächenhafter Vorgänge. Trotzdem wird man diese Bichlzone nicht als Denudationsformen, sondern als Rand der alten Landoberfläche auffassen müssen. Es handelt sich bei diesem Rand vielleicht sogar um eine recht ursprüngliche Form und Zone, und zwar dort, wo die zentraleren Teile im Laufe der weiteren Entwicklung eine stärkere Heraushebung erlitten. Folgende Erscheinungen seien für viele der Bichl nochmals erwähnt: Keine Talorientierung, wohl aber dreiseitige Talumgrenzung, zu den Tälern geht es meist über sehr steile Hänge, die durch keine durchziehenden Leistensysteme unterbrochen werden, hinab, Lage unter bis über der Eisstromhöhe, geringe Lokalvergletscherung und frühes Firnfreiwerden. Bei schmaler Verbindung mit dem Inneren der Gruppen liegt die Bichlzone entrückt allen Erosionsangriffen, die das höher aufragende Gelände der zentralen Teile in praeglazialer wie glazialer Zeit auslösen konnte. Da das beschränkte Gelände der Bichl nicht in der Lage ist, fluviatile Einschnitte besonders zu speisen, rückten manche Bichl, so eigenartig es angesichts einer dreiseitigen beachtlichen Reliefenergie auch klingt, zu Erosionsfestungen und damit zu Niveauzeugen auf. Die starke Unterschneidung der zum Haupttal führenden Bichlhänge, die nicht immer durch das Eis und normale Prallhangbildung sich erklärt, legt eine Bedrängung durch tektonisch bedingtes Herangleiten der Flüsse nahe und führt weiter zu der Vermutung, daß in der Bichlzone die Scharniere für die Bewegung der Schollen liegen, sie dagegen eine relativ konstante Zone darstellt. Sie ist zugleich der frühe Rand der Gebirgsgruppen. Das Fehlen durchziehender Leisten unter ihr in den Haupttälern stützt die Meinung, daß zurückbleibende und gar sinkende Schollenteile nicht zur Leisten- und Niveaubildung neigen.

Schon früh fiel am Ostalpenrand die Asymmetrie der Korralpe (Steilabfall zum Lavanttal und lange Rücken wie Pultflächen nach Osten zu) sowie die verschiedenen hohe Lage der Plateaus der Nördlichen Kalkalpen auf. Man legte sich die Frage vor: Hat man es hier mit einer gleichalterigen, aber zerbrochenen oder verbogenen, in verschiedene Höhen gebrachten alten Landoberfläche oder mit mehreren, verschieden alten Oberflächen zu tun. Von der Annahme ausgehend, daß ebenes bis höchstens kuppiges Kalkgebiet als Ganzes plötzlich 1000 Meter höher geschaltet wird, so daß scharfe Plateauränder und Wände die Umgrenzung bilden und das Plateau sofort nur Karstentwässerung aufweist, drängt hauptsächlich die Denudation die Wände zurück und an Schwächelinien bilden sich Zerlappungen. Bricht diese Scholle in der Weise auseinander, daß ein Teil absinkt, so entsteht zwischen dem stehengebliebenen und dem abgesunkenen Schollenteil eine Sprunghöhe, eine neue Wand. Wird durch das Absinken bei inhomogenem Schichtbau ein Quellhorizont aufgeschlossen, greift dort die Erosion besonders an, und stellt sich auf der tiefen Scholle bereits eine Oberflächenentwässerung ein, so versucht die fluviatile Erosion von dort eine Zerlegung der Hochscholle. Vor allem streben aber auch Rinnen von oben nach unten, um den Anschluß an die neue Erosionsbasis zu finden. Weist der abgesunkene Schollenteil keine Oberflächenhydrographie auf, so unterbleibt jeder Angriff durch rückschreitende fluviatile Erosion von ihrer Oberfläche aus. Erfolgt dagegen Heraushebung aus einer Scholle, die normale Talbildung aufweist, so wird der herausgehobene Teil zu einem weitgehendst denudativ gestalteten Horst. Rinnen suchen den Anschluß von oben nach unten aus den zerrissenen Talstücken heraus, und die untersten Wandteile sind die glattesten und jüngsten. Wird ein weiterer

Schollenteil von der Hebung erfaßt, so kommt das auf ihm liegende Talnetz oft außer Funktion, aber wahrscheinlich nicht so plötzlich und gänzlich, da Wasser aus den Gerinnen des schon früher gehobenen Teiles einfließen. Die glatte unterste Wand schwindet im Bereich des neu gehobenen Schollenteiles und die Rinnenlänge nimmt dort ab. Je länger sich eine Oberflächenentwässerung erhält, desto unverkarsteter bleiben die Talformen. Die Stockwerke können sich somit durch das Ausmaß der Karsterscheinungen und den Grad der denudativen Auflösung, die beide zunehmen, je mehr Zeit seit der Heraushebung verstrich, unterscheiden. Zu kleinen Oberflächen fehlt von vornherein die Möglichkeit, Talabschnitte zu entwickeln, und bei schiefgestellten werden nicht stark eingetiefte Formen bald bis zur Unkenntlichkeit umgewandelt. Typische Urformen, die Aussagen zuließen, sucht man auf den kleinen Plateauresten vergeblich. Lichtenecker²⁰ tritt für eine „alte Landoberfläche“, die zerlegt wurde, bzw. für noch späteres Absinken einzelner Schollenteile ein. Sind die tieferen Plateaus auf ihrer Oberfläche besonders einförmig und ganz wenig verkarstet, ist eine spätere Angliederung dieser Fläche und somit ein bescheideneres Alter anzunehmen. Dort, wo eine Plateauoberfläche längs des Abfalles einer höheren aufsteigt, verdeckt sie die tiefsten Teile der von der höheren Plateaufläche nach unten führenden Einrisse und untersten Wandpartien und kommt neben höhere, schon durch längere Zeit denudativ angegriffene Partien zu liegen. Stichhältige Aussagen darüber machen zu wollen, ob man es mit einer gleich alten zerlegten oder mehreren verschieden alten Oberflächen zu tun hat, bleibt noch unsicher, aber die dahin zielende Methode entwickelt sich.

Eine weitere Stütze vermag in manchen Fällen die Gipfflur zu bieten. Wie es verschieden hohe, aber gleich alte, wie verschieden hohe und verschieden alte und auch gleich hohe und verschieden alte Landoberflächen nebeneinander geben kann, sind auch verschiedene Gipfflurstaffeln denkbar. Um das Schema nicht zu komplizieren, erscheint es zweckmäßig, von Gebieten mit überwiegend denudativen Gipfeln abzusehen und von Gegenden, wo die fluviale Zerschneidung bestimmend ist, auszugeben. In einer Tälerrandschaft versucht sich der Talabstand, der aus dem Ursprungsgebiet stammt, auf neu herangehobene jüngere Schollenteile und Oberflächen zu vererben. Infolge der talauswachsenden Wassermenge treten die Flüsse mit zunehmender Kraft auf die neue Scholle über. Eine Zerlegung in Rücken, ja Schneiden erfolgt hier unter Umständen schneller als im Quellgebiet. Ist die Hebung im neu einbezogenen Gebiet bescheiden, bilden sich dort Sohlentäler und Riedel aus. Nimmt jedoch die Hebung zu und entstehen Rücken und Schneiden, so vermag eine größere Wassermenge der stärkeren Hebung weiter draußen eher die Waage zu halten. Es ist denkbar, daß in gleicher Höhe und mit sehr ähnlichen Formen verschieden alte Gipffluren nebeneinander auftreten. Bei gebirgsauswärts wachsenden Talabständen führt gleiche Hochschaltung zu breiteren Formen als weiter im Inneren, bei Minderung der Abstände zu schärferen. Bei einigermaßen gleichen Talabständen dürften die erst jüngst mäßig gehobenen peripheren Teile noch breite Riedel aufweisen, während weiter innen die schon höher geschalteten Partien Kämme und Schneiden besitzen. Die Zerlegung einer gleich alten, aber in verschiedene Höhen geschleppten Scholle durch konsequente Flüsse mit bestimmten nicht zu kleinen Abständen könnte wohl

²⁰ N. Lichtenecker: Beiträge zur morphologischen Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. 1. Teil: Die nordöstlichen Alpen. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XIX. Bd., 1938.

so verlaufen, daß z. B. im Unterlauf zunächst Talsohlen und Plattenbildung, im Mittellauf bei größerer Reliefenergie Kämme und V-Täler und im Oberlauf bei noch geringer Taleintiefung breitere Rücken vorhanden sind. Schließlich schwinden in dem randlichen, wenig hoch geschalteten Teil die Platten und Riedel, Einebnung beginnt das Übergewicht zu erlangen. Talein verlagern sich nun die Kämme und Schneiden wie die Kerbtaleinschnitte, während im Gebiet der ersten Schneiden und Kerbtäler Rücken und Sohlentäler einziehen. Mag auch das Abwechseln von Scharf- und Rundformen der Höhen recht verschieden verlaufen, eine Anzahl Faktoren dabei mitspielen und der Rhythmus der Veränderung sehr verwickelt und kaum zu fassen sein, so vermindert das nicht die Bedeutung für die Formgebung. Mit einem Nebeneinander der Formen, wie einem Verschieben talein hat man zu rechnen. Durch Einziehen neuer Täler, das immer von unten her erfolgt, ändert sich die Taldichte, und damit beginnen, was die Kammhöhen und Hangneigungen angeht, weitere Änderungen. Bei höherem Relief wird ein solches Einziehen immer schwieriger. Durch Änderung der Wassermengen und des Gesteins ergeben sich eine Vielzahl von Kombinationen. Trotz einer verwirrenden Fülle an Möglichkeiten möchte ich sagen: Verschieden hochgelegene, recht gut ausgebildete Gipffluren nebeneinander sind ein Zeichen verschieden alter Gipffluren, wie verschieden alten Stockwerkbauens; ein Wechsel der Form auf kurze Distanz, ein Verrücken und Verschieben nach Höhe und Form von Kamm zu Kamm oder im Kamm talein deutet dagegen viel mehr auf Herausarbeitung aus einer ähnlich alten, aber schiefgestellten oder zerbrochenen Landoberfläche. Die einst einheitlicheren, dann verbogenen und zerlegten Gipffluren scheinen in den Ostalpen vorzuherrschen. Die angegliederten jungen Gipffluren beschränken sich auf relativ schmale Gebiete am Außenrand und vielleicht im Bereich der großen Längstalfurchen. Recht schwebende Kammlinien finden sich zahlreicher gegen den Rand der Gebirgsgruppen als in den zentralen Hebungsbereichen und in angegliederten jüngeren Schollen, die durch ein übernommenes Flußnetz regelmäßig zerlegt wurden und wo jede zentrale Aufwölbung und denudative Sondergestaltung fehlt.

Unter der Alten Landoberfläche und dem F. N. gelangt man in die Zone der Talböden und Talleisten. Ebenso wenig wie höher oben jeder Absatz oder jede kleine Stufung einer Höferschaltung entspricht, ist hier jeder Stufe im Talboden eine Hebung vorausgegangen. Die Talbodenreste und Talleisten liegen auch nur zum geringeren Teil übereinander, sondern meist nebeneinander. Dieses Übereinander wird fast zur Ausnahme, begnügt man sich nicht mit schmalen Leisten, Ecken oder gar Systemkanten, sondern hält nach langen und breiten Resten Ausschau. Damit rührt man an die Frage: Was sind wirklich weithin durchziehende Systeme und selbständige Talgenerationen und was nur besondere Erosions- oder Denudationserscheinungen? So wenig die Größe der Leisten allein für eine Einordnung in eine Talgeneration maßgebend sein kann, so darf man sich nicht der Tatsache verschließen, daß sehr breite und lange Leisten sich eher als Talbodenrest denn als Sonderformen erklären lassen. Vor allem das Fehlen fast aller höheren Leisten über den noch heute unversehrten Hochtalböden — darunter seien die mehr ganztaligen Böden im Vergleich zu den engeren tiefer liegenden Einschnitten weiter talaus verstanden — und die Erhaltung solcher Hochtalböden in kurzen Tälern, denen die recht tiefen Talböden der Haupttäler als Erosionsbasis dienen, also auf kurze Entfernung einen beachtlichen Höhenunterschied überwinden, scheinen nur ein Beleg zu sein, daß es nicht allzu viele Talgenerationen gibt. Ein Durchgehen der drei klassischen Stufentäler der Hohen Tauern,

des Kapruner-, Gasteiner- und Mallnitz-Dössenertals ergibt 3—4 Großstufen, wobei nicht einmal gesagt sein soll, daß jede dieser Stufen einer Talgeneration entspricht, (Kaprunertal: Wüstelaustufe, Wasserfallbodenstufe, Moserbodenstufe und von dort bis in das oberste Firngbiet der Pasterze, zusammen 4 Stufen; Gasteiner-tal: Stufe von Lend, Badgastein, Stufe zum Naßfeld und von dort ins F. N., zusammen 4 Stufen; Mallnitz-Dössental: Stufe von Obervellach-Mallnitz, Stufe zur Koratalm, Stufe zur Eggeralm und zum Dössensee, von denen man die Eggenalmstufe als eine Vorstufe der Dössenseestufe auffassen kann und vom Dössensee die Stufe zur Seealm ins F. N., ebenfalls 4 Stufen). In der Kreuzeckgruppe findet man drei Staffeln (Mündungsstufe, Stufe zum Hochtalboden, Stufe ins Karniveau), in der Reißeckgruppe auf der Mölltalseite sogar nur zwei Hauptstaffeln, und zwar die Stufe vom Mölltal zu den Hochtälböden um 1600 m und die von dort ins F. N. Im Maltatal zeigen sich an schönen Leisten übereinander die der Mahr- und Moßalm, über denen das Großkarniveau kommt. Im Drau- und Mölltal kann man an mehreren Stellen vom Talboden bis zum F. N. über Steilhänge ohne Zwischenschaltung von Leisten oder Absätzen ansteigen. Mehr als drei oder vier Hauptstaffeln hat man von den tiefen Haupttälern bis in das F. N. kaum wo zu überwinden, drei sind in den östlichen Hohen Tauern häufiger als vier und es herrscht das Hintereinander statt des Übereinanders bei großen Leisten vor.

Im Bereich der Talschlüsse, besonders dort, wo Treppenkare zu der Umrahmung hinaufführen, trifft man auf eine reiche Kleinstufung. Längst befaßte man sich mit der Kartrepe und den Stufenkaren. O. Lehmann²⁷ zeigte am Beispiel der Adamellogruppe die Ausbildung jüngerer, oberer, kleiner Karformen, die sich in größere hineinlegten, W. Stadelmann²⁸ berichtet, daß Stufenkare auch in den Voralpen auftreten, G. Worm²⁹ erwähnt Beziehungen zum Stockwerkbau, Ed. Fels³⁰ entwickelt eingehend den Begriff Talkar und hebt diese Formen von den Schneegrenzkaren besonders ab. Bobek³¹ fand in den Zillertalern Kare innerhalb vier Niveaus. In den Hohen und Niederen Tauern sind die reichen Karformen dem Verfasser recht gut bekannt. Über mehrere Absätze geht es in die hohen Teile des F. N. — Großkarniveaus hinauf. Das höchste Ausmaß erreicht diese Karstufung und Karbodenentwicklung, geschmückt mit zahlreichen Seen, in den Schladminger Tauern zwischen 1600—2100 m Höhe, wo 3—5 Hauptabsätze bei weiteren Kleinstufen innerhalb 400 m Höhenspanne auftreten. Den meisten dieser Stufenböden steht kein nennenswertes Areal zur Verfügung, und schon die untersten Böden liegen selten mehr als 3 Kilometer vom Kamm ab. Es geht nicht an, in diesen Stufen letzte Reste bis an den Kamm zurückverlegter Talgenerationen, die weiter talaus keine Entsprechungen mehr haben, zu sehen. Dafür sind die Formen viel zu frisch und zu einheitlich geprägt. Beim Kommen des Eises und nach dem Eisfreiwerden der Täler stand dem Eisabfluß nach der Talteufe

²⁷ O. Lehmann: Die Bodenformen der Adamellogruppe. Abh. Geogr. Ges. Wien, IX. Bd., 1920, S. 50.

²⁸ W. Stadelmann: Kare und karähnliche Formen in den Ammergauer Bergen. Ostalpine Formenstudien I/5. Borntraeger, Berlin 1923.

²⁹ G. Worm: Kare und Kartreppen in ihrer Abhängigkeit von voreiszeitlichen Reliefresten. Z. f. Gletscherkunde, XV. Bd., S. 277.

³⁰ Ed. Fels: Das Problem der Karbildung in den Ostalpen. Peterm. Ergsh. 202, 1929.

³¹ H. Bobek: Die Formenentwicklung der Zillertaler Alpen. Forsch. z. Dt. Landes- und Volkskunde, XXX. Bd., 1933.

kein Stau entgegen, aber auch zur Hocheiszeit war der Eisabfluß in der Region der Karböden bei den kleinen Einzugsgebieten ebenfalls nur wenig, in vielen Fällen sicher gar nicht behindert, während weiter talaus seitliche Zuflüsse aus den tiefsten Teilen der Karzone durch das Taleis stärker bedrängt wurden. Es handelt sich bei diesen Talschlüssen im Inneren der Gruppen um eine Zone besonders wirkungsvoller glazialerosiver wie denudativer Differenzierungen. Diese Stufen mit solchen weiter talaus zu parallelisieren und daraus zu weitgehende Schlüsse für einen allgemeinen Stockwerkbau abzuleiten, unterläßt man besser. Die verhältnismäßig tiefe Lage mancher Talschlußböden und das Herabgehen von Leisten und Kanten talein nach den Talschlußgebieten findet wohl in den eigenartigen Erosionsverhältnissen dieses Bereiches seine Erklärung, und man braucht nicht zu Kippungen seine Zuflucht nehmen. Da zur Eiszeit bereits Simse und Leisten schräg zu den Stufenkanten verliefen, die damals eine Verschärfung und Abfassung erfuhren, ergibt sich für solche Stellen eine verwirrende Fülle an Leisten. Dazu kommt, daß jene Form, die man als Trogrand bezeichnet, nicht mit der Karschwelle oder dem F. N. oder einem tieferen Systemrand zusammenfallen muß, was in der Reißbeckgruppe der Fall ist, wo er unter der Karschwelle hinzieht. Die Gletscherströme der Eiszeit erfüllten die Täler nur ausnahmsweise bis zu den Systemrändern mit Eis, oft reichten sie darüber, blieben aber auch darunter. Wo mit dem Erreichen der Karschwelle und des F. N. eine recht erhebliche Profilweitung eintritt, paßte sich die Eisstromhöhe insoferne an die neuen Verhältnisse an, als nun ein wesentliches Überschreiten dieses Niveaus nicht mehr möglich wurde. Der Anstau des Eises und seine geringe Plastizität, die erst bei großer Dicke eine Bewegung zuläßt, bestimmten wahrscheinlich weitgehender als Talform und Schneegrenzlage die Eismächtigkeit, und bei steilen Hängen fallen Unterschneidungen mehr auf als bei sanften, bzw. vermögen sie sich überhaupt leichter zu entfalten. Dieser „Trogrand“ übt oft einen Blickfang aus, wird zu einer leicht verfolgbaren Linie, hat aber nichts mit den Talgenerationen zu tun, ja ist für diese eher ein störendes Element. Unterschneidungen verschärfen ferner meist die Leisten und rücken die Kanten bei geneigten Fluren höher. Dadurch ergeben sich unter Umständen beträchtliche Höhenverschiebungen, die bei Leisten, die bloß geringe Höhenabstände voneinander aufweisen, Fehlkombinationen veranlassen.

Noch bunter gestaltet sich das Bild, wenn Hanggerinne die kleinen Leisten weiter zerlegen oder überhaupt nur Ecken vorhanden sind. Diese Ecken können Reste alter Talböden sein, dann gehören sie einer entsprechenden Talgeneration an, aber sie können auch aus Talwieseln hervorgegangen sein, bzw. allein der Hangverschneidung lokalster Einrisse ihre Entstehung verdanken — A. Aigner³² wies darauf hin — und solche haben mit den Großstockwerken, abgesehen davon, daß diese Stockwerke manchmal den Einrissen als Erosionsbasis dienen, dann wieder sie durchzuschneiden, nichts zu tun. Bei stark wechselndem Baumaterial junger, gegen das Vorland sich ausbreitender Hebung stellt sich eine ganz große Fülle kleiner und kleinster Ecken ein, wie das im Sann-Savebergland und im Südsteirischen Berg- und Hügelland der Fall ist, wo die Ecke zu einem das Landschaftsbild beherrschenden Element wurden. Über den Weg der Ecke und Kleinleisten und den der Karstufungen wird eine Ausscheidung recht zahlreicher Niveau- und Flächenreste verständlich. Die Zahl der Leisten, Ecke wie Karstufungen, ent-

³² A. Aigner: Die geomorphologischen Probleme am Ostrande der Alpen. Z. f. Geomorphologie, I. Bd., 1926, S. 212.

spricht aber nicht den Talgenerationen, und noch mehr gilt dies für die sogenannten Eintiefungsfolgen, so interessant und wichtig sie für die Talbodengestaltung, die Zerlegung gesteins- und lagerungsbedingter Steilen und Stufen sein mögen.

Wie es Gebiete mit vielen Leisten, Ecken und einer betonten Großgliederung gibt, so treten auch solche mit auffallend wenigen Absätzen auf. Besonders reich sind Eck- und Leistentreppen in Gebirgsrandlagen entfaltet, wo die gehobenen Partien immer weiter nach dem Vorland ausgreifen, das Gebirge also, was Breite und Höhe anbetrifft, wächst; dort jedoch, wo relativ schnell gehobene Schollen an einen verharrenden oder gar sinkenden Raum grenzen, unterbleiben Absätze. Dahin gehören Teile der Längstäler, wie Teile der tiefen Furchen, die die Hauptgebirgsgruppen rahmen. Vor allem längs tektonischer Grenzen, denen Flüsse folgen, stößt man auf recht glatte Hänge. Schon verhältnismäßig früh, sicher zur Zeit der Ausbildung des F. N., waren viele Gruppenränder vorhanden, und sie behielten ihre damaligen Räume so ziemlich bei, bloß ihre Höhe änderte sich. So besteht zwischen der Sockelhöhe der Kreuzeck- und Reißbeckgruppe ein Unterschied von mehreren hundert Metern, ebenso zwischen der Sadnik- und Schobergruppe. Bei bedeutenden Sockelhöhen findet man in der Reißbeck- wie Schobergruppe gut erhaltene Hochtalböden, während in der Kreuzeckgruppe mit bescheidener Sockelhöhe die Talböden stärker zerschnitten wurden und erst in beachtlichem Abstand von dem Drau- und Mölltal, schon an die Talschlüsse herangerückt, die unzerlegte Hochtalsohle erhalten ist. An der Mölltalflanke der Reißbeckgruppe gewinnt man den Eindruck, daß der gegen 1000 m betragende Höhenunterschied Mölltalsohle — Hochtalböden, der in einer Schluchtstrecke von den Wasserläufen überwunden wird, etwas wie einen Schutzgürtel für die Talböden weiter talein bildet. Der in den Schluchtstrecken anfallende Schutt lagert sich in beachtlichen Schwemmkegeln auf der Mölltalsohle ab, verhüllt die untersten Hangteile und erschwert die rückschreitende Erosion. Um eine hohe Stufe zurückzuverlegen, ist viel mehr Material wegzuschaffen, als um eine niedrigere zurückzudrängen. In gleicher Zeit sollte, allein den Materialvergleich genommen, eine Stufe, die nur $\frac{1}{3}$ Höhe einer anderen hat, dreimal so weit einwärtsrücken. Doch die Erosion geht nicht so schematisch vor und man gewinnt den Eindruck, ein niederes Stockwerk wird noch schneller als es die Materialmengen ergeben zerlegt, besonders die Talböden, während im Bereich sehr hoher Stufen sich mehrere Eintiefungsenden verfangen. An hohen Mündungsstufen sieht man öfters eine Anzahl von Bändern, die sich jedoch nicht weit verfolgen lassen. Es sind Erscheinungen, die mit der Schichtlagerung, besonders widerständigem Baumaterial und der Art der fluviatilen Angriffe zusammenhängen und wo es zur Herausarbeitung der Schrägsimse im Sinne Sölchs³³ kommt. Talmündungsabschnitte wie steile Talunterläufe zeigen, so weit Leisten und Ecke sich vorfinden, sehr häufig ein Auseinandergehen der Leisten talaus. Es besteht kein Zweifel, daß die obersten recht langsam sich senken und dann in die Luft ausstreichen. Sind diese Leisten breit und weisen sie wenig Lücken auf, ist ihre Zuordnung zu einem alten Talbodengeschlecht ohne weiters gegeben. Die steilen, kleinen, stark auseinanderstrebenden Leisten darunter können entweder Zeugen tieferer, jüngerer, hier zu keinen anderen Entwicklungen gelangenden Talgenerationen sein, oder wiederum nur untergeordneten Eintiefungsdifferenzierungen ihre Entstehung verdanken. Hier versagt vielfach unsere Beobachtung, wie vor allem unsere Erkenntnis, um genauere Aussagen darüber zu machen, ob man es mit mehreren Haupteintiefungs-

folgen im Sinne von Talgeschlechtern oder nicht zu tun hat. Man muß Sölch³³ nachdrücklichst beipflichten, wenn er die Frage nach der Verheftung der Gefällsteile, der Zurückverlegung der Kerbenseitel als ein ganz wichtiges Problem bezeichnet. Mit dem genauen Wissen um das Wie des Nachlaufens der Eintiefungsfolgen wäre ein beachtlicher Schritt auch zur Lösung der Talgenerationen getanen Bewegungsvorgänge müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Sölch weist auf das Aufhalten der Gefällsteile im Bereich der Aufkrümmungszonen hin und führt aus, wie dadurch oberhalb das Talgefälle verflacht wird. Pillewizer³⁵ konnte im Arltal zwischen Großarl und Hüttschlag eine Aufbiegung von Talterrassen wie Leisten, die quer über das Tal streicht, also eine Hebungsachse ausbildet, nachweisen. Es handelt sich dort um eine junge Bewegung, da noch ziemlich tiefe Leisten verbogen wurden. Störungen der älteren Entwässerungsrichtung treten durch Anzapfungen, ausgehend von tief gelegenen Erosionsbasen, von denen wirkungsvoll zurückgearbeitet wird, ein. So fiel vom Draugebiet her die Malta den Arlquell-tälern schon früh in die Flanke. Pillewizers³⁶ Systeme c und d weisen bereits die heutige Entwässerungsrichtung auf, während der höhere b-Talboden noch dem Arltal angehörte. Die Krems, ein Nebenfluß der Lieser, eroberte in allerjüngster Zeit das oberste Bundschuhtal, während Granitzen und Kienbergerbach zum Judenburger Becken umbiegen und so ihrer alten Südostrichtung über den Obdachersattel zum Lavanttal verlorengingen. Die Gebiete der Anzapfungskniee sind nicht bloß Stellen starker Erosion, sondern auch von Eckbildungen und Stufungen. Wie nach Sölch zwischen zwei Kerbenseiteln, den momentanen Erosionshalten der rückschreitenden Erosion, sich ein einheitlicheres Stück Gefällskurve spannt, so ist es wohl angezeigt, im größeren Maßstab die Talabschnitte zu zerlegen, und zwar erscheint es zweckmäßig, 1. die steilen Mündungsgebiete mit oft vielen kleinen steilen Eintiefungsenden knapp hintereinander, 2. den Bereich der flachen Böden und der wenig geneigten, relativ gut erhaltenen und leicht verfolgbaren Leisten und 3. die Talschlußgebiete mit ihrer schönen Engstufung als Zonen besonderer Entwicklung für sich zu betrachten. Verschieben sich die Hauptstufen talein und dringen die Eintiefungsenden in die Nebentäler ein, so stellen die Talwiesel mit den dazwischen ansteigenden Taltrennrücken oder — schneiden ein meist recht verwickelt getrepptes Gebiet vor, das vielfach seine eigenen Erosionsgesetze besitzt. Die Trenningtreppen stehen mit der Talanordnung, wie den Hauptstockwerken in Beziehung. Dort ergibt sich eine erhöhte Möglichkeit für das Eingreifen junger Erosionsformen durch mehrere Stockwerke. All dies macht eine Ausscheidung einer reich gestuften Treppe im Gebiet vieler Talwiesel verständlich, und wieder ist die Frage aufzuwerfen, haben diese Ecke und Leisten mit einem durchgehenden Hauptstockwerkbau was zu tun? Ich glaube, man wird hier nicht nur sehr vorsichtig sein, sondern einer Ausscheidung von zu zahlreichen Talgenerationen wie sie Fr. Lamprecht³⁷ im Zemmgrund,

³³ J. Sölch: a. a. O. S. 149.

³⁴ J. Sölch: a. a. O. S. 129—136.

³⁵ W. Pillewizer: Formenkundliche Untersuchungen im Grenzgebiet zwischen Hohen und Niederen Tauern. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XX. Bd., 1940, S. 19—21.

³⁶ W. Pillewizer: a. a. O. S. 20.

³⁷ Fr. Lamprecht: Zwei Beiträge zur Analyse alpiner Formen. Dresdener Geogr. Studien H. 4, 1933.

H. Börner³⁸ im Montafan und Paznaun und K. Helfrich³⁹ am Ostrande der Hohen Tauern durchführten, ablehnend gegenüberstehen, dagegen die Ansichten von vier und drei Formensystemen, wie sie Fr. Machatschek, K. v. Klebelsberg und J. Sölch vertreten, als maßgebend betrachten müssen. Dazu sei betont, daß es jedoch genügend Talstrecken und Hanggebiete gibt, wo diese Zahl nicht zu verfolgen ist und wahrscheinlich nie vorhanden war. Die Zahl von drei Stockwerken über den heutigen Längstalböden bis ins F. N., wobei dieses Niveau noch mitzuzählen ist, scheint mir in den Ostalpen am verbreitetsten zu sein. Bei diesen Stockwerken handelt es sich, das sei ausdrücklich erwähnt, um Formenkomplexe, die mehrere Kleinstufungen und Einzelleisten kennen können.

Mit zu den interessanten Erscheinungen alpiner Morphologie gehört das Fehlen fast jeder Übereinstimmung der Talstufen mit den Kammstufen. Der sehr viel unruhigere Verlauf der Kammböden im Vergleich zu den Talprofilen erschwert zwar die Betrachtung, trotzdem sollte im Bereich der großen Talstufen, wenn sie im Stockwerkbau bedingt sind, auch der Kamm dort entsprechende Höhenänderungen aufweisen. Sie können im Kamm weiter talaus oder talein liegen, je nach der Achse der Hebungsrichtung und infolge des fluviatil bedingten Einwärtsrückens der Talstufe, einer Erscheinung, die den Kammstufen in diesem Maße fehlt. Auf alle Fälle ergreift eine späte Höherschaltung aus der Zeit der tiefen Talgenerationen nicht nur diese Zone, sondern auch die Kammpartien. Aber die Auswirkung der Hebung im Kammbereich, wo eine Verheftung an Gefällsteilen, eine Unterschneidung und Versteilung zur Eiszeit nicht in dem Ausmaß wie an den Talstufen möglich war, braucht nicht so auszufallen, und die starken Denudationsvorgänge auf dem Kamm verwischen, ja zerstören die Höhenunterschiede. Dies zeigt einerseits von der Leistung denudativer Vorgänge auf den Höhen, andererseits legt es die Summierung von Eintiefungsfolgen im Gebiet der hohen Talstufen nahe. Fast beziehungslos zueinander geht heute in vielen Fällen die oberste Kammformung und Talbodenbildung in der Tiefe vor sich. Der Satz A. Heims: „Die geringe Variabilität von Erosionsbasis, Gehängeböschung und Taldichte sind Ursache der großen Konstanz der Gipfelfur“, gilt nur bis zu einem gewissen Grad, und je tiefer die Täler und je mehr Zwischenerosionsbasen sich einschalten und je mehr Eintiefungsenden sich in den Hauptstufen verankern, desto weniger streng können sich die ursächlichen Abhängigkeiten zwischen Kammböden, Hangneigung und Taldichte bewahren.

Zusammenfassung: Die einst recht einheitliche „alte Landoberfläche“ wurde durch Verbiegungen und Brüche, die sich sowohl in Heraushebungen wie Absenkungen äußerten, beachtlich zerlegt. Diese Vorgänge zogen eine sehr starke Umwandlung der alten, auf fluviatiler Entstehung beruhenden, dann später zu Hochfluren gewordenen Partien nach sich. Zur Zeit des F. N. gab es da und dort bereits ein nicht mehr ganz unbedeutendes Relief, und eine Gliederung in verschiedene Quellgebiete und Flußkammern war vorhanden. Mit der Fortdauer der Hebung und der Loslösung des F. N. von der einst viel allgemeineren Erosionsbasis begann nun die besonders durch denudative Vorgänge bestimmte Oberflächenbildung, die bei weiteren Heraushebungen und Aufbiegungen fast allein maßgebend wird. Die Eisbedeckung führte in der Hochzone bei steileren Hängen

³⁸ H. Börner: Vergleichende Talgeschichte von Montafan und Paznaun, Z. f. Geomorphologie, 7. Bd. 1932/33, S. 109—166.

³⁹ K. Helfrich: Morphologische Untersuchungen am Ostrande der Hohen Tauern. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XX. Bd., 1940, S. 23.

vielfach zu Unterschneidungen, in den breiten Quellmulden und auf den Flurresten zu Schliffen und Rundbuckelung. In stark schutterfüllten, später zu flachen Karen umgestalteten Quellmulden war die Leistung der Erosion gering. In Gebieten mit steilerer Umrahmung und wenig Schutt stößt man unter der Karwandstufe oft auf Felswannen von einigen bis mehreren Zehnmeter Tiefe, die allein durch Eisschurf zu erklären sind. Erhöhte Rückwitterung im Bereich der Randklüfte in den dazu besonders geeigneten Phasen des Eiszeitalters verstreuten ebenfalls die Erhebungen. Neben alten Flächenresten stehen somit auch ganz junge Denudationsformen.

Die verhältnismäßig tiefen Randgebiete des F. N. mit breiten Bicheln und schwebenden Rückenlinien stellen vielfach die recht alten Ränder der Gebirgsgruppen und zugleich sehr alte ursprüngliche Oberflächenformen dar, wo weder jemals irgendwelche beachtlichen Formen darüber aufragten und auch bis jetzt nicht viel Material weggenommen wurde. Zur Zeit des F. N. waren die einzelnen Gebirgsgruppen nach ihrem Umriß schon weitgehend vorhanden. Blieben die eine Gebirgsgruppe rahmenden Täler in der Hebung zuück, so zeichnen sich dort die Hänge durch das Fehlen von Stockwerkleisten aus, und besonders glatt blieben die Hänge bei einseitiger Flußunterschneidung. Die beachtlichen Höhenunterschiede des F. N. ergeben sich aus der Weiterbewegung der Schollen, und zwar meist einer stärkeren Hebung der zentralen Teile der Gruppen. Dadurch und durch Eiszeitwirkungen verstärkt hatte man genügend Anlaß, weitere Gliederungen dieses Niveaus vorzunehmen. Man wird jedoch gut tun, zwischen dem Hauptniveau und späteren Veränderungen zu unterscheiden.

Unter dem F. N. folgen bis zu den Talböden der Haupttäler meist nur zwei, höchstens drei Hauptstufen. Es ist das die Stufe zu den noch stärker ganztaligen Hochtalböden und dann in vielen Gruppen die Talmündungsstufe. Im Bereich der Talschlüsse stößt man häufig auf eine spezielle Treppe, an der die eiszeitliche Überarbeitung besonders wirkte. Diese Treppen haben mit dem Großstockwerkbau nichts zu tun. Ebenso weisen alle aus sekundären Hangverschneidungen entstandenen Ecke und Leisten keine engeren Beziehungen zum Stockwerkbau auf. Sie haben bei den Systemzählungen wegzufallen.

Die Gebiete der Mündungsstufen zeichnen sich einmal durch recht unterschiedliche Höhen, dann durch verschiedene Leisten und Kanten, die zum Unterschied der weiter talein auftretenden oft stark auseinanderstreben, aus. Die Verheftung von Gefällsteilen und Eintiefungsfolgen, die sich zu keinen selbständigen Talgenerationen entwickeln konnten, liegt hier nahe. Hohe Stufen mit steilen und langen Schluchtstrecken, wo auch noch beachtliche Schuttanlieferung erfolgt, bilden gleichsam ein schützendes Bollwerk für die weiter talein folgenden Talbodenabschnitte, sie sind aber zugleich eine Zone vieler kleiner Schrägsimse und Leisten, die den Schuttverhüllungen und Wiederaufdeckungen ihre Herausarbeitung verdanken.

Je tiefer die Täler und je schmaler die Talböden, desto geringere Änderungen zieht ein weiteres Einschneiden der Flüsse nach sich. Die Flächen oben und all die Gipfel über Zwischenerosionsbasen sind der unmittelbaren fluviatilen Beeinflussung entzogen und die denudativen Vorgänge bestimmen dort die Formen. Einzelne Gebirgsgruppen werden so trotz der tiefen rahmenden Täler immer mehr zu Erosionsfestungen.