

Über Wege und Methoden der geomorphologischen Erforschung des Tessins

Autor(en): **Annaheim, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bollettino della Società ticinese di scienze naturali**

Band (Jahr): **47-48 (1952-1953)**

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1003585>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über Wege und Methoden der geomorphologischen Erforschung des Tessins

Von PD. Dr. Hans Annaheim (Basel)

Cuiusvis hominis est errare (Cicero)

Im Einzugsgebiet des Tessins greift die Südabdachung der Alpen bis an die europäische Hauptwasserscheide zurück. Deshalb ist dieser Raum durch einen erstaunlichen Reichtum der landschaftlichen Erscheinungen im Bereiche des Formwandels von der Hochgebirgsregion des Gotthardmassives bis hinunter zum milden submediterranen Bergland des Südens mit seinen herrlichen Randseen ausgezeichnet. Deshalb auch wurde die längste und zentralste Talfurche der Lepontischen Alpen zum Südast der wichtigsten transversalen Passlinie der Alpen. So ist es verständlich, dass sich die Wissenschaftler schon früh für diesen Gebirgs- und Tälerraum interessierten und seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts immer wieder in- und ausländische Forscher auch den Reliefformen ihre Aufmerksamkeit schenkten. Wenn auch diese Studien nicht annähernd abschliessende Resultate zu zeitigen vermochten, so ist es ihnen doch zu danken, wenn die geomorphologische Forschung im Tessin zu einer ersten Abklärung der grossen Zusammenhänge gelangt ist und Einsicht in die zu lösenden allgemeinen und regionalen Probleme und der zu ihrer Lösung einzuschlagenden Wege gewonnen hat. Sie hat damit auch einige Bedeutung für die Reliefforschung der ganzen Alpen gewonnen. Es sei daher im folgenden versucht, einige der wichtigsten Befunde dieser sich im wesentlichen über zwei Menschenalter erstreckenden wissenschaftlichen Bemühungen zu überblicken und die sich daraus für den weiteren Gang der Forschung ergebenden Folgerungen anzudeuten. Die knappe Uebersicht vermag jedoch weder sachlich noch dokumentarisch vollständig zu sein.

FORSCHUNGSGESCHICHTE

Auch der Gang der geomorphologischen Erforschung des Tessingebietes ist keineswegs kontinuierlich, sondern schreitet erkenntnis-mässig und methodologisch in verschiedenen Schritten voran, wobei jede Phase als Spiegelbild des erreichten Standes der allgemeinen geomorphologischen Erkenntnisse gewisse vorherrschende Ansichten und Lehrmeinungen erkennen lässt und in verschiedener Weise an die frühern Befunde und Deutungen anknüpft. Konzentrieren sich die frühesten Untersuchungen vornehmlich auf die erraticen Bildungen

(*de Mortillet* 1861, *Omboni* 1861, *Taramelli* 1880), so bezeichnet die klassische Studie von *Ludwig Rütimeyer* «Ueber Thal- und Seebildung» (1869) den eigentlichen Ausgangspunkt der morphologischen Erkundung des Tessintales. Rütimeyer erkennt vor allem die Erosionsnatur der Täler und betrachtet sie als Ergebnis des Einscheidens der Gewässer; die deutlich ausgeprägte Stufung im Längs- und Querprofil führt ihn zur Annahme einer diskontinuierlichen Eintiefung der alpinen Talwege als Folge immer wieder auflebender Dislokationen, denen auch die alpinen Randseen ihre Entstehung verdanken sollen. *Albert Heim* wird erstmals 10 Jahre später und in der Folge der führende und streitbare Verfechter dieser Anschauungen. Gegen Ende des Jahrhunderts nimmt in den östlichen Alpen die Eiszeitforschung einen bedeutenden Aufschwung; angeregt durch die wegweisenden Arbeiten über die reliefgestaltende Wirksamkeit der pleistozänen Gletscherströme setzt auch im Tessingebiet wiederum intensivere Forschungsarbeit ein, welche die Bodenplastik nun von diesen Gesichtspunkten her überprüft. *Davis* deutet als Erster die Hängetäler in der Umgebung von Biasca durch glaziale Uebertiefung der Haupttalwege. In den «Alpen im Eiszeitalter» schildert *Penck* die Uebertiefungsformen des Tessintales und des Sottoceneri bis hinaus an den Alpenrand im Ueberblick, die glazialen und fluvioglazialen Akkumulationen und erkennt in den gelappten Randseen glaziale Exkavationsbecken. Im Jahre 1912 erscheint als Abschluss und Höhepunkt dieser Forschungsphase der grundlegende und in seiner klaren Konzeption bestechende Interpretationsversuch von *H. Lautensach*. Auf Grund der eingehend erkundeten pleistozänen Eisstromverhältnisse gelangt *Lautensach* zu einer eindrucklichen Deutung des gesamten Formenschatzes unter den Trogschultern, den er im wesentlichen als Werk der eiszeitlichen Gletscherströme auffasst. In einer kleinern Arbeit beschreibt er die Seebecken des Sopraceneri; einige von ihnen hatte schon vorher *E. J. Garwood* als Gegner der Uebertiefungslehre gedeutet. *P. Patrini* versucht auf Grund von Kartenstudien und eigenen Beobachtungen die Terrassensysteme *Lautensachs* durch die Langenseefurche zum Alpenrande zu verfolgen. Für die südlichen Abschnitte des Tessins gab schon früher *T. Taramelli* (1903) manche auch morphologisch bedeutsamen Hinweise namentlich über die Entwicklungsgeschichte des Talnetzes.

Nach längerem Unterbruch folgen in den dreissiger Jahren fast gleichzeitig und unabhängig voneinander einige weitere Arbeiten. *P. Brunner* widmet den Verflachungen des Tresagebietes, welche er als Trogböden deutet, ein Studie (1930). Auf Grund der in den Jahren 1931/2 durchgeführten Feldaufnahmen erscheint 1934/5 die Arbeit von *F. Gygax* über die Morphologie der Valle Verzasca. Angeregt durch die Befunde und Gedankengänge von *Lautensach*, schil-

dert er die Terrassenniveaus, Karformen und Uebertiefungserscheinungen; *Gygax* gelangt zur Bestätigung der drei von Lautensach im Tessingebiet festgestellten Eintiefungssysteme des Pettanetto-, Bedretto- und Sobrio-Systems (im folgenden abgekürzt als Pe-, Be-, So-System; Pura-System = Pu-System). Er vermag schlüssig nachzuweisen, dass die glazial modellierten Karformen auf die hoch gelegenen Pe-Flachformen ausmünden und daher als glazial modifizierte Talenden eines alten Oberflächensystems aufzufassen sind. Aehnlich wie *Lautensach* sieht er im So-Niveau einen fluviatil ausgereiften Talboden, der wahrscheinlich während der 0-Warmzeit gebildet wurde, jedoch — und dies ist eine bedeutsame neue Erkenntnis — von der nachfolgenden Eiszeit glazial überarbeitet wurde, was durch die gestuften Uebergänge der Seitentalniveaus in das Haupttalsystem bewiesen wird. Im übrigen soll dieses Niveau nicht so sehr durch eine erneute Hebung des Gebirgskörpers als vielmehr durch die ausweitende und übertiefende Wirkung des Tessingletschers angelegt worden sein. Das Querprofil des Talzuges zeigt schönste Uebereinstimmung mit der Bewegungsform des Gletschers (Prallstellen!). Im Rahmen seiner weitgespannten Untersuchungen zwischen Oetztal und St. Gotthard (1935) widmet *J. Sölch* auch unserm Raum ausführliche Darlegungen. Sie sind deshalb wichtig, weil in ihnen die in den zwanziger Jahren in der ostalpinen Geomorphologie starke Reaktion gegen die Annahme einer bedeutenden Gletscherwirkung zum Ausdruck gelangt und die neuen Einsichten über den Aufbau der alpinen Stockwerklandschaft in unserm Gebiete überprüft werden. *Sölch* verfolgt daher namentlich die Zeugen für einen fluviatil geprägten Reliefbau der Alpentäler; der Grossteil seiner Systemrekonstruktionen vermag jedoch der Kritik nicht standzuhalten, da sie nur auf cursorischen Begehungen beruhen (vgl. im weitem *Annaheim* 1946, p. 68). Damit verlieren auch seine Altersangaben und die darauf fussenden Schlüsse ihr Gewicht. Trotz dieser Mängel ist sein Werk durch zahlreiche ausgezeichnete Einzelbeobachtungen vornehmlich im Bereich der Talstufen und die anschliessenden ideenreichen und kritischen Darlegungen wertvoll.

In den Jahren 1934 - 36 erscheinen endlich die Ergebnisse meiner 1928/9 durchgeführten Untersuchungen des Luganerseegebietes. Ausgehend von der Tatsache der reich gestuften Talprofile im glazial nur durch Akkumulationen beeinflussten Talraum des Val di Colla, wurde mit jugendlichem Optimismus im weiten Raume des Luganese eine Gliederung der präglazialen Formentwicklung in 16 Systeme angenommen. Auf Grund der tiefen Lage des Mittelpliozäns im Mendrisiotto und der Formensprache einiger eigenartiger Stufenmündungen musste ein bedeutender Tiefschnitt der Talwege schon in pliozäner Zeit erschlossen werden. Die tiefsten Talräume jedoch demonstrieren

deutlich die Wirksamkeit des glazialen Tiefenschurfes. Die Täler des Luganese verdanken danach ihre heutige Form weder allein der pliozänen fluviatilen Erosion noch vorwiegend der glazialen Wirksamkeit, sondern nach Höhe im Talprofil und Oertlichkeit in verschiedenem Grade beiden Kräften zugleich — es konnten drei Wirkungsgrade des glazialen Eingriffes unterschieden werden —; das Ergebnis stand im allgemeinen in Uebereinstimmung mit den Befunden und Auffassungen der Ostalpenmorphologen. Durch einlässliche Beobachtungsarbeit und die kartographische Fixierung der Systembeobachtungen (Leistenformen, Steilen) in einem Sonderdruck der Siegfriedkarte 1 : 50 000 sollten die Nachteile einer kursorischen Untersuchung vermieden werden. Schon während der Feldaufnahmen erwies sich jedoch diese Aufgabe für einen so ausgedehnten Untersuchungsraum (ca. 700 km² !) als nicht völlig durchführbar. Zur Ergänzung der Feldbeobachtungen musste daher an manchen Punkten die allzu oft nur unzureichende Kartengrundlage herangezogen werden; erschwerend fiel zudem der Mangel geologischer Spezialaufnahmen für weite Teile des Gebietes ins Gewicht. So wurden durch spätere Detailuntersuchungen (*Gygax* 1948, *Lehner, Annaheim* 1946) manche Systemangaben in Zweifel gezogen. Revisionsbedürftig sind vor allem etliche Angaben aus dem Raume des Val Cassarate, zwischen Val Cassarate und Val Vedeggio, der Collina d'Oro und des Malcantone, wo glaziale Akkumulationen, nicht leicht diagnostizierbare Sackungen und Rutschungsbewegungen (vgl. *Lehner*, p. 153) und die jahrhundertlange Kulturtätigkeit des Menschen eine Deutung der Formen ausnehmend erschweren. (s. *Annaheim*, 1935/6 p. 13). Ein abschliessendes Urteil wird erst eine morphologische Detailkartierung ermöglichen.

Im Jahre 1946 erscheint als letzte grössere Untersuchung meine zusammenfassende Arbeit « Studien zur Geomorphogenese der Südalpen zwischen St. Gotthard und Alpenrand ». Sie verfolgt das Ziel, die morphogenetischen Fragenkomplexe auf Grund der bisherigen Forschungen und zusätzlicher Beobachtungen darzustellen und damit der künftigen Detailforschung eine Grundlage zum Weiterbau zu vermitteln. Danach hat die pliozäne Morphogenese im Gebiet zwischen St. Gotthard und Alpenrand zu einem 7-10 Phasen aufweisenden Schachtelrelief mit zunehmender Versteilung nach der Tiefe zu geführt. Neben den drei Haupteintiefungseinheiten des Pe-, Be- (Trog-schulterphase) und des präglazialen Pu-Niveaus (Leitsysteme !) sind noch Zwischenniveaus und namentlich auch höchste Talsysteme festgestellt worden. Die über dem hohen Pe-System liegenden Einheiten zeigen Koinzidenz mit den verschiedenen Karböden der Treppenkare, während die höchsten in die getreppte Gipfflur überleiten. Das präglaziale System liegt ausnehmend tief; das frühere So-

System muss aufgegeben werden, da es im Tessingebiet nicht in der bisher angenommenen Weise verläuft. Dagegen wurden die Beobachtungen von Gygax bestätigt, wonach dieses System glazial umgestaltet ist, sodass es in den glazial erodierten Talkammern dem günzglazial modifizierten präglazialen Boden zu entsprechen scheint. Die pleistozäne Taleintiefung und Formgebung erweist sich kongruent zu den Bahnen der grossen Eisströme. Die Systeme scheinen eine axiale Aufwölbung des Alpenkörpers nach der Ausbildung der Hauptniveaus zu ergeben; dagegen konnte eine Alpenrücksenkung nicht konstatiert werden; die unter dem präglazialen Niveau liegenden Ausräume der grossen Randseen haben im wesentlichen als Eiswerk zu gelten.

Der geologischen Forschung verdanken wir neben zahlreichen Hinweisen auf lokale morphologische Verhältnisse namentlich unsere Kenntnisse der tertiären und pleistozänen Vorlandsedimente, welche von besonderer Bedeutung für die Talgeschichte sind. Sie ermöglichen durch ihre Lage und Ausbildung (Abtragskorrelation!) eine stratigraphische Koordinierung der Taleintiefung. Neben den ältern Untersuchungen sind für unsere Zwecke die Arbeiten von *A. Buxtorf* und *L. Vonderschmitt* (1940) über das Pliozän im Mendrisiotto und von *L. G. Nangeroni* über die Pleistozänbildungen des Varesino besonders aufschlussreich.

BEFUNDE UND AUFGABEN

Ueberblicken wir die Forschungsgeschichte des vergangenen halben Jahrhunderts, so dürfen wir feststellen, dass grundsätzliche Einsichten über die Bodenplastik unseres Raumes gewonnen worden sind. Die Gebirgslandschaft stellt sich als das « Ergebnis eines mannigfaltigen Zusammenspiels fluviatiler und glazialer Wirkungen mit diskontinuierlichen endogenen Bewegungen dar, deren Richtung und Rhythmus die Tätigkeit der exogenen Kräfte grundlegend bestimmt » (*Annaheim* 1946). Die innige Verzahnung pliozänen und jüngern Flusswerks mit den glazialen Wirkungen von den Gipfelhöhen bis hinunter in die Talgründe verschafft jedoch dem alpinen Relief jenen vieldeutigen Formenreichtum, der die Forschung stets vor neue Fragen und Aufgaben stellt. Einige dieser Fragen und die sich hieraus ergebenden Folgerungen erkenntnismässiger und methodischer Art seien im folgenden berührt.

Ein allgemeines Kennzeichen der Alpentäler ist ihre Stufung im Längs- und Querprofil, die auch im Tessingebiet in voller Klarheit ausgebildet ist. Glaubte man im ersten Viertel unseres Jahrhunderts die Treppung des Längsprofils — abgesehen von den Schuttstufen — im wesentlichen durch glaziale Konfluenz oder glazial-selektive Prä-

parierung von Härtezonen erklären zu können, so liess eine nähere Analyse doch bald erkennen, dass sich zahlreiche Talwegstufen nicht in diese Regel einordnen lassen. Es waren insbesondere *Hilber*, *Lehmann*, *Diwald*, dann namentlich *Sölch* (1922), im Gebiet der deutschen Mittelgebirge *Behrmann*, welche in ideeller Anknüpfung an *Rütimeyer* und *A. Heim* die Morphologie der durch wechselnde Eintiefungs- und Ausweitungsphasen gestalteten, fluviatil angelegten Taltreppe, des « *valée polycyclique* », des « *valley-in-valley* »- oder « *multiple-valley* » - Reliefs studierten und die Alpen daraufhin eingehender zu untersuchen begannen. Im Valle Verzasca gelang es Gygax, einige derartige fluviatil angelegte Steilen festzustellen, und ich habe weitere Steilenformen im Luganese und Sopraceneri auf diese Weise gedeutet und mit Terrassenniveaus zu einheitlichen Eintiefungssystemen zusammengefasst. Die Methode des Rückschnittsquotienten (*Annaheim* 1936, p. 62; 1946, p. 123 ff.) gab in manchen Fällen eine überraschende Bestätigung der durch Systemrekonstruktion erhaltenen Zuordnung der Talwegstufen verschiedener Täler. Dabei zeigte jedoch eine genauere Analyse der Lage und Form der Talwegstufen im Tessingebiet, dass « die Taltreppe ein genetisch ausserordentlich verwickeltes Gebilde ist, sind doch von den neun hier (Maggiatal!) betrachteten Stufen nur deren vier mehr oder weniger reine Typen, alle andern aber Mischformen. In fünf Abtreppungen lassen sich fluviale Anlagen erkennen, während vier derselben unter vorherrschendem glazialem Einfluss entstanden sind » (*Annaheim* 1946, p. 133).

Verschiedentlich habe ich darauf hingewiesen (vgl. z.B. *Annaheim*, 1936, p. 54, p. 68 usw.), dass die Steilenrückwanderung ein komplizierter und von mannigfachen Einflüssen endogener und exogener Natur betroffener Vorgang ist, den es sowohl nach seiner allgemeinen Gesetzmässigkeit als auch nach seiner örtlichen Bedingtheit von Fall zu Fall aufzuhellen gilt; u.a. hat auch *Sölch* schon vor langem auf Störungssituationen hingewiesen (1922). Derartige Störungen können einmal durch exogen bewirkte Staubbildungen entstehen; in den Talgrund vorstossende Rutschungs-, Sackungs- oder Bergsturzmassen, Schutt- und Schwemmkegel, Lawinenkegel und Murgänge, Seitengletscher und Moränenablagerungen (z.B. Mattmark!) hemmen oder modifizieren über kürzere oder längere Zeit die Verlegung der Erosionsenden. Weiterhin wirken talgeschichtliche Aenderungen modifizierend, wie etwa durch Verschüttung oder Eisbedeckung bedingte Epigenesen. Sehr häufig machen sich sodann die Lagerung und Beschaffenheit des Gesteins (Resistenzsteilen) bemerkbar; Härtestufen wachsen sich gerne zu Sammelsteilen aus und ändern sich dann auch in ihrem Längsprofil (Konkav-Konvex-Steilen, s. *Annaheim* 1936, p. 68); eine resistente Gesteinszone ist jedoch nie primär steilenschaffend, ist

doch die letzte Ursache der Herauspräparierung immer eine Höhen-differenz im Längsprofil oder eine endogene Bewegung des Untergrundes. *Jäckli* (1952) hat jüngst theoretisch dargetan, wie durch die verschiedene Lagerung resistenter Gesteine die Steilenwanderung beeinflusst werden kann. Dass endlich das « Wandern der Wasserfälle » auch durch Krustenbewegungen (Schiefstellungen, Wellungen, Bruchbildung) abgewandelt wird, ist einleuchtend; auch Aenderungen in der Wasser- und Geschiebeführung wirken modifizierend. Kleine derartige Störungen (Epigenesen geringen Ausmassen usw.) vermögen jedoch den Bauplan einer Taltreppe nicht grundlegend umzugestalten. Störende Eingriffe grössern Ausmasses formen jedoch die Taltreppe und damit die Systemgliederung um, sei es, dass Systeme in höhern Talabschnitten ausgelöscht (Systemverschluckung) oder durch die Bildung neuer oder die Unterteilung altangelegter Steilen lokale Einschaltssysteme (Systemdoppelung usw.) aufgebaut werden. Endlich trägt die Ueberarbeitung durch Gletscher (Formverschärfung!) zur Verschleierung und Komplizierung der Stufenformen bei. Es geht aus den Andeutungen wohl hervor, dass das Phänomen der Steilenbildung, — wanderung, — formung und -umformung eines der bedeutendsten Probleme der Morphologie darstellt, welches die Wissenschaft noch vor manche schwierige Aufgabe stellen dürfte. Zur Abklärung der allgemeinen Gesetze der Steilenmorphologie eignen sich rein fluviatil angelegte Mittelgebirge besser als Hochgebirge vom Typus der Alpen mit ihren zahlreichen verdunkelnden Faktoren. Leider wurden die Vorgänge des Steilenwanderung in homogenem und inhomogenem Substrat noch nie im erdbaumechanischen Laboratorium studiert.

Der Querschnitt der Täler (s. auch *Annaheim* 1936, p. 39) zeigt eine noch bewegtere Abtreppe als das Längsprofil. Durch die Einschaltung von flachern Gehängepartien zwischen steilere entsteht eine reiche Facettierung der Talandschaft, die von zahlreichen horizontalen oder auf- und absteigenden Böschungsknicken und Kantenformen durchschnitten wird. Die Diagnostizierung von Akkumulations-, Rutschungs-, Härte- und Erosionsterrassen ist nicht immer leicht und wird umso schwieriger, je mehr Faktoren an ihrer Formung mitgewirkt haben. Gerade die Flachformen sind prädestinierte Träger von Lockermassen, indem sich auf oder an ihren Felssockel gelehnt Grund- oder Seitenmoränen, randglaziale Staubildungen (fluvioglaziale Hinterfüllungen, Deltaschotter usw.), Hangschutt oder Rutschwülste aufbauen. Es würde jedoch einer Preisgabe wertvollen Belegmaterials gleichkommen, wenn man auf alle diese verschleierte Systemreste zur Rekonstruktion der Talgenese verzichten wollte. Auch Härteleisten sind nicht a priori als Dokumente der Taltreppe abzulehnen, vermögen sich doch gerade in resistenten Gesteinen angelegte Talböden beson-

ders lange als Zeugen der alten Talgeschlechter zu erhalten. Dagegen besitzen auch reine Felsleisten je nach ihrer Lage im Gelände unterschiedliche Zeugniskraft; besondere Vorsicht ist bei Leisten am Tobelrande oder auf manchen, beidseitigem Angriff ausgesetzten Spornen geboten, wo durch Verschneidung von Hangformen sekundäre Verflachungen entstehen können. Sackungsmassen lassen sich oft kaum vom anstehenden Fels unterscheiden, wie gerade die von *L. Vonderschmidt* (1937) beschriebene Sackung von Castelletto bei Melano beweist. Dass auch im Hinblick auf das Vorkommen junger Verwerfungen Vorsicht geboten erscheint, beweist die Entdeckung jungquartärer Brüche (Sackungen? d.V.) über Somvix-Rabius durch *H. Jäckli* (1951). Es muss daher immer wieder betont werden, dass — um mögliche Fehldiagnosen zu paralysieren — zur Abklärung der Schachtelreliefierung nicht nur Leisten heranzuziehen sind, sondern die Gesamtheit der Systemformen und ihr Reliefcharakter, also Eckfluren, Schräg- und Flachsimse, Hang- und Kammformen, Gewässertreppen, Reliefenergie, Abstandstypik, Differenzierung der Leitsysteme usw. zu berücksichtigen sind. Erst die Integration all dieser Einzelformen ermöglicht eine zuverlässigere Deutung des alpinen Stockwerkbaues und vermag vor folgenschweren Fehlschlüssen zu bewahren.

Von besonderer Bedeutung ist die Rekonstruktionstechnik der Talsysteme aus den Verflachungsformen der Gehänge. Wichtig ist die Wahl der richtigen Querschnitte für die Profildzüge und eine grosse Profildichte. Die Rekonstruktionssicherheit schwankt von Querschnitt zu Querschnitt; je flacher die Reste und je geringer die Spannweiten der Profile sind, desto enger ist die Fehlergrenze. *Bobek* schätzt sie in seiner Zillertalerarbeit für das Gebiet mit photogrammetrischen Kartenunterlagen im Mittel zu ± 30 m. Dass die unkritische Zuweisung von Resten mit verschiedener Hangneigung, jedoch gleich hoher Vorderkante, zu einem System zu vermeiden ist, ist einleuchtend. Die Schwierigkeiten einer orographisch und genetisch sinnvollen Ordnung der Systemflachreste kann auch nicht auf die Weise umgangen werden, dass man auf eine Rekonstruktion des ehemaligen Talbodenniveaus verzichtet und lediglich die untern Kanten der Leisten für jeden Hang gesondert mit einer Linie verbindet, wie dies *Gogarten* und *Neef* getan haben; die Folge ist die Differenzierung einer Vielzahl illusorischer « Niveaus », deren wissenschaftlichen Wert wir nicht einzusehen vermögen.

Auch die Deutung der Systemgenese bereitet manche Schwierigkeiten. Es fehlt in den Alpentälern namentlich die Bedeckung der Terrassen mit Flußsedimenten, wie sie in andern Gebieten die fluvia tile Entstehung zweifelsfrei belegt (z.B. Rheinisches Schiefergebirge, vgl. *Gurlitt*). Die Lage der Leisten hoch über der pleistozän eingesenk-

ten Talregion beweist nicht ohne weiteres ihre Zugehörigkeit zu einem fluviatil angelegten frühern Talboden. Auch in dieser Höhe können nachträglich durch glaziale und randglaziale Einwirkungen (abgeflachte Rundhöckerfluren, Schliffkanten und -borde, fluviatile Kerben am Eisrande usw.) oder durch andere erosiv-denudative Prozesse Felsflachformen gebildet werden, welche nur schwer von altangelegten Flussterrassen zu unterscheiden sind. Daher sind ganz bestimmte Formkriterien als Entstehungsbelege zu beachten. Positiv sprechen für fluviatile Genese der Systeme die scharf ausgebildete Hangflächen-grenze (deutlich abgesetzte, einspringende Hangfusskante) der Leisten, trichterförmig in das Gehänge hinein gebettete Terrassen in Refugial-lage gegenüber den Eisströmen, eine gewinkelte Talanlage, die gleich-sohlige Einmündung der Seitentäler und ihrer Systeme, die Ueber-leitung der Leistenzüge (« Systempassives ») in die vollerhaltene Form, das Systemaktive (*Annaheim* 1936, p. 55), bedingt auch das ausgeglichene Gefälle des Niveaus. Alte Trogböden weisen gewöhnlich ein unruhiges Längs- und Querprofil auf, gehen in allmählicher Seil-kurve in die Troghänge über und setzen sich nicht gleichsohlig in die Seitentäler hinein fort, sodass die Koordinierung gleichaltriger Trogsohlen in Haupt- und Nebentälern gewisse Schwierigkeiten ver-ursacht. Da in weiten Teilen der Alpen Fluss- und Eiswerk eng ver-zahnt sind und der Gletscher als gewandter Täuscher den Formen der fluviatilen Tallandschaft seinen Stil aufzuprägen vermag, verlangt die genetische Diagnose eine sorgfältige und umfassende Inspektion der Formen und Formkomplexe¹⁾. Gerade auch aus diesen Gründen ist es unerlässlich, sich Rechenschaft nicht nur über die Art und das Ausmass der glazialen Umprägung von Vorformen zu geben, sondern darüber hinaus den sich in der Gegenwart im Rahmen des morpho-logisch wirksamen Kraftfeldes vollziehenden Formwandel zu verfol-gen; so werden wir nicht nur zu genauern Vorstellungen über die Form, Phase und örtliche Differenzierung der rezenten morphodyna-mischen Erscheinungen gelangen, sondern darüber hinaus einen Aus-gangspunkt zur retrospektiven Beurteilung der Vorzeitformen gewin-nen. Unsere Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass die wohl grossenteils glaziale Erniedrigung einiger Flachreste des Be-Systems im Bereiche des Monte Piottino auf 20 - 50 m zu veranschlagen ist.

Unzählige Untersuchungen aus den Ost- und Westalpen, andern Hochgebirgen und vielen Mittelgebirgen haben dargetan, dass der Relieftyp des Stockwerkbauens die Physiognomie der meisten Gebirgs-länder der Erde massgebend bestimmt. Der grossen Variationsbreite

¹⁾ Vgl. dazu auch : Problèmes des terrasses. Sixième Rapport de la Commis-sion pour l'étude des terrasses pliocènes et pleistocènes. Union Géographique Inter-nationale, Louvain 1948.

von Art und Rhythmus der endogenen und exogenen Vorgänge in den verschiedenen Regionen der Erde entsprechen mannigfache regionale Ausformungen dieses Stockwerkbaues. Herrschen in den Alpen vielstufige Bauformen vor, so scheinen manche Gebirge Südasiens und auch die Randgebirge des mexikanischen Hochlandes durch eine geringere Anzahl der Phasen bei grössern Amplituden ausgezeichnet zu sein, was den Talandschaften dieser Räume eine grosszügigere Gestaltung verleiht. Der vergleichenden regionalen Geomorphologie harren gerade auf diesem Gebiete noch grosse Aufgaben. Jedenfalls kann sich die Wissenschaft trotz der zahlreichen angedeuteten Schwierigkeiten der Pflicht nicht entziehen, die Formen der Tal-treppenlandschaft in ihrer raum-zeitlichen Ordnung zu erforschen. Dass die rekonstruierten Systemlängsprofile in erster Linie erosionsdynamische Leitlinien und weniger paläogeographische Schnitte durch frühere simultane Zustände des Tales sind (*Annaheim* 1936, p. 54 ff.), ändert nichts an ihrer morphologischen Bedeutung.

Wie wichtig die Analyse der Stockwerklandschaft ist, dokumentiert auch die Bedeutung der präglazialen Eintiefungsphase für das Verständnis der Gebirgsmorphologie. Sind deren Lage und morphologischer Charakter nicht hinreichend bekannt, ist nicht nur eine talgeschichtliche, sondern auch eine morphodynamische Deutung des alpinen Formenschatzes nur begrenzt möglich. Die Untersuchung dieses Systems muss somit als eine der vordringlichsten Aufgaben der Alpenmorphologie bezeichnet werden. Solange die Einordnung des Präglazialniveaus in den alpinen Formbau noch unabgeklärt ist, dürfte auch das schwebende Problem der Koordinierung der west- und ostalpinen Formentwicklung nicht befriedigend gelöst werden können (*Annaheim* 1950; 1951).

Das gänzglazial überarbeitete präglaziale System (Pu-Niveau) ist meist gut und in typischen Resten konserviert worden. Aus relativ vollerhaltenen Formen im Hintergrund der Täler lässt es sich an Leistenzügen und einzelnen wohlerhaltenen Terrassenflächen talwärts verfolgen; am mittleren Langensee taucht es unter den heutigen Seespiegel, liegt also bedeutend tiefer als die synchronen Talböden am nördlichen Alpenrand, wo diese in 1000 - 800 m in die subalpine Molassezone ausstreichen. Aus der Stellung des Systems im Talraume, dem Verhältnis zu den Günzablagerungen bei Luino und den Stufenmündungen der kleinen, eiszeitlich kaum modifizierten Seitentäler ergibt sich die Altersdeutung der Pu-Phase. Die rein morphologisch fundierte und in der Folge dogmatisch übernommene Deutung der Trogschulterphase als präglaziales System muss, — dies machen nicht nur Untersuchungen im Tessintal augenfällig — aufgegeben werden. *Sölch* hat immer wieder darauf hingewiesen, dass auch in den Ost-

alpen das Präglazial weit tiefer als bisher vermutet angesetzt werden müsse. Die weit hinabreichende O-interglaziale Höttingerbrekzie und das Vorkommen fossiler pliozäner Böden in ausnehmend tiefer Lage südlich von Innsbruck bestätigen diese Auffassung für das mittlere Inntal. Die sich aus dieser Erkenntnis ergebenden Konsequenzen sind bedeutsam: Die pliozäne Talentwicklung greift in der Südschweiz um ca. 300 m tiefer als bisher angenommen, und den über dem Präglazial hinziehenden Talsystemen kommt ein höheres Alter zu. Daraus folgt, dass der pleistozäne Talausraum geringer ist als bisher vermutet; er beträgt im Tessin maximal 600 m, erreicht allerdings in den Nordalpen mit der höhern Lage aller Talhorizonte maximal 1000 m. Die Höhenspannung zwischen Talböden und Gipfeln ist beträchtlich, und im jungen Steilrelief der Taltiefen beginnen sich an der Ausmündung der kleinen Nebentälchen schon die ersten Mündungsstufen zu entwickeln.

Beim Eintritt des Eiszeitalters ist der ganze Raum zwischen Gotthard und Alpenrand Hochgebirgsland fluviatilen Reliefcharakters, eine Auffassung, welche wohl für den Grossteil der Alpen Gültigkeit besitzen dürfte. Im stärksten Gegensatz zu dieser Reliefverschärfung der Tiefe steht das noch weithin erhaltene, langlebige Altrelief der Kamm- und Gipfelregion, welche im Tessingebiet die Form einer dreistufigen Gipfelstufen erkennen lässt (*Annaheim* 1946, p. 89 ff.). Zur Hauptsache hat erst die eiszeitliche Vergletscherung aus den hohen Quelltrichtern und Ursprungsmulden die Steilformen des alpinen Hochreliefs mit seinen zerschlitzten Felsgraten, jähren Gipfelpyramiden und eingesenkten Karmulden verschiedenster Grösse und mannigfaltiger Formgebung geschaffen. Leider besitzen wir weder einen Kataster noch eine typologische Untersuchung der Kare des Tessingebietes, und auch für andere Teile der Schweizeralpen gebricht es an derartigen systematischen Forschungen.

Eiszeitlicher Wirkung verdanken aber namentlich die Taltröge ihren Formstil. Sind schon in den ehemaligen glazialen Sammelgebieten in die grossflächigen Troglplatten der Be-Phase nicht selten seichte Hochtröge eingelassen, deren Tiefe allerdings 200 m gewöhnlich nicht erreicht, so folgt nun unter diesen hohen Formen der Be-Region der steile Abschwung zum Niveau der präglazialen « Vollformen » oder zu den systemgleichen Leistenflächen oder Talkanten. Diese « Mitteltröge » sind durch glaziale Modellierung aus der Sohlentalforn der präglazialen Eintiefungsphase (Mitteltalsystem) hervorgegangen. Da schon die fluviatil geschaffene Initialform einfach gestaltet war, vermochte das Eis in diese einheitliche Ausgangsform einen prächtigen, harmonischen Trog einzuschürfen, wie er uns beispielsweise im Val Bedretto, Urserntal, obern Goms und in andern Tal-

wurzeln entgegentritt. Weiter talabwärts gelangt man endlich in die unter das Pu-Niveau eingesenkten, in ihrer Entstehung rein pleistozänen Tieftröge, wo jäh, felsblank verschliffene und zernarbte, von häufigen Felsabbrüchen und Bergstürzen betroffene Hangfluchten den Tälern das Gepräge verleihen. Zusammen mit den darüber folgenden Mitteltrögen sind es die imposantesten Grosströge des Tessingebietes (Val Bavona, Leventina, Riviera usw.). Das Höhenausmass der Tieftröge beläuft sich für die mittlern Talabschnitte auf 500-600 m, nimmt dann talwärts ab und misst am obern Langensee nur noch 300 m. Verschiedene Ueberlegungen machen es wahrscheinlich, dass diese Tröge wesentlich durch Eiswerk geschaffen wurden. Für die bedeutende Abtragskraft der Gletscher zeugen endlich unzweifelhaft die tief unter die randalpine Erosionsbasis eingesenkten Seebecken des Ceresio und Verbano mit ihren Kryptodepressionen. Die bezeichnende Lage der Seebecken innerhalb der grossen Endmorängürtel, die flankierenden Mündungsstufen, die schöne Trogform und das Fehlen aller Anzeichen für eine Alpenrücksenkung, sei diese nun mehr tektonischer oder glazialisostatischer Art, sprechen für glaziale Genese dieser Tiefbecken, welche nun die prächtigen insubrischen Seen bergen.

Das Ausmass der glazialen Uebertiefung wird aufs schönste durch die Mündungsstufen der seitlichen Hängetäler demonstriert, die schon auf Grund einfacher Ueberlegungen keineswegs generell als fluviatile Rückschnittsstufen gedeutet werden können, wie dies u.a. *Sölch* annehmen zu können glaubte. Mit Recht hat jedoch gerade dieser Forscher immer wieder auf die Inhomogenität dieser Stufenformen hingewiesen und seine Ausführungen auch durch Beispiele aus dem Tessintal belegt (1935). Die bewegte Formung der Stufenoberfläche, der Stufenabschwünge mit ihren Felsvorbauten (*Flückiger*) und ihren vielgliedrigen und abgetrepten Mündungsschluchten, das Vorkommen eingedeckter Talausläufe und epigenetischer Einschnitte, die so häufige Asymmetrie der Lage der heutigen Nebenbäche auf der talabwärtsliegenden Seite der Mündung¹⁾ bezeugen, dass in der Formenwelt der mehrphasigen Stufenmündungen (*Annaheim* 1946, p. 133 ff.) eiszeitliche und interglaziale Wirkungen verschiedenster Art aufs mannigfachste interferieren. Ebenso mannigfaltig und schwer zu ordnen sind die vielgestuften Hangformen des Tieftroges; die Leisten im

¹⁾ Diese eigenartige, scheinbar noch nicht beachtete Erscheinung lässt sich an manchen Seitentalstufen des Maggia- und Tessintales und auch anderwärts beobachten. Sie dürfte mit einer Abdrängung des seitlich zufließenden Gewässers durch den stadialen Gletscher des Haupttales und seine Seitenmoränen in Verbindung stehen, wie dies bei den Abflüssen des Zenbächen- und Triestgletschers rechts des Gr. Aletschgletschers schön zu beobachten ist.

pleistozänen Talraum lassen oft wenig Zusammenhang erkennen. Sie dürften am ehesten als Ueberreste verschieden alter Trogformen aufgefasst werden (*Annaheim* 1946, p. 123).

Zu einem tiefern Verständnis dieser Formengruppen der untern Talabschnitte fehlen uns noch wichtige Voraussetzungen. Es wird der Wissenschaft wohl nie vergönnt sein, einen umfassenden Einblick in das zu Beginn der Pleistozänperiode anhebende reiche Wechselspiel eiszeitlicher und interglazialer Wirkungen, von Eis- und Gewässerarbeit, Akkumulation und Erosion zu gewinnen. Unsere Kenntnisse über die Interglaziale und ihre morphologischen Auswirkungen sind noch recht dürftig, und Vermutungen oder Arbeitshypothesen ergänzen die wenigen gesicherten Befunde. Aus der Höhenlage des erstinterglazialen Ceppo am Alpenrande darf man für die I-Wärmezeit auf eine bedeutende Talverschüttung bis weit in die Täler des Luganese und des Tessingebietes hinauf schliessen. Ob die die Tone von Noranco überhöhenden Schotter und Sande und die weitem ähnlichen Bildungen um den Luganersee interglazial sind, konnte bis heute noch nicht stratigraphisch schlüssig bewiesen werden, fehlt doch der Einblick in die Basis und das Liegende der heute nicht mehr aufgeschlossenen Ablagerungen (*Annaheim* 1934, *Casasopra*, *Jeannet* und *Lüdi*). Jedenfalls deuten diese und andere Bildungen auf höhere Seestände hin, welche wiederum zu Talverschüttungen mit ihren morphologischen Folgen (Epigenesen usw.) Anlass gaben. Stadialer Entstehung ist das mächtige alte Delta, das in einen durch das Luganerstadium auf 390 m gestauten See im Val Cassarate abgelagert wurde (*Annaheim*, 1934). Die Tiefe der mächtigen Talverschüttung im untern Tessintal und in der Vedeggioebene ist nicht hinreichend bekannt; erst eine mit geophysikalischen Methoden durchgeführte Auslotung des verdeckten Felsreliefs der Tiefe und weitere Bohrungen vermöchten genauere Aufschlüsse über die Form der in die Seen auslaufenden Felsschüsseln und sie bedeckenden Akkumulationen zu vermitteln.

Leider ist auch die stadiale und postglaziale Entwicklung unseres Gebirgsraumes wenig aufgehell. Eingehendere Untersuchungen in ostalpinen Gebieten haben zu zeigen vermocht, dass die seit *Penck* gebräuchliche Gliederung des an die äussern Hochstände (Zürcherstadium) anschliessenden Gletscherrückzugs in ein Bühl-, Gschnitz- und Daunstadium in dieser Form nicht den Tatsachen entspricht. Der Eisrückzug war — ganz abgesehen von der Möglichkeit einer Schlussvereisung im Sinne *Ampferers* — ein stärker phasierter Prozess, lassen sich doch nach einem Ammersee-Stadium, dem eine Anzahl Moränenkränze des aufgegebenen Bühlstadiums angehören, ein Schlern-Stadium (Schneegrenz-Depression ca. 9-800 m), Gschnitz-Stadium (Depr. = 600 m), Daun-Stadium (Depr. = 4-300 m) und Egesen-Stadium

(Depr. = 2-100 m) nachweisen (vgl. die Zusammenfassung in *v. Klebelsberg*, 1948/9). Beobachtungen über stadiale Gletscherstände liegen aus dem Tessin nur über einzelne Gebiete vor; von geologischer Seite wurden zahlreiche Einzelfunde namentlich spätstadialer oder früh-rezenten Moränen namhaft gemacht; u.a. gibt *Preiswerk* derartige Beobachtungen aus dem Maggiagebiet, und die klare morphologische Karte von *Burckhardt* enthält zahlreiche Moräneneintragungen, welche ihrerseits beweisen, dass die alte Stadialgliederung ungenügend ist. Auch aus dem hohen nordlughanesischen Bergland stehen uns einlässliche Angaben zur Verfügung (vgl. *Annaheim* 1946, p. 96 f.)¹⁾. Der Eisrückzug aus dem Gebiet des Luganersees wurde seinerzeit von mir zusammenfassend dargestellt (*Annaheim* 1934, 1936). *Seiffert* veröffentlicht in diesem Bande seine einschlägigen Befunde aus dem Calancatal. Besitzen wir erst einmal genauere Vorstellungen über die Periodisierung und die Ausdehnung der stadialen Gletscherzungen von den Stirnmoränen bis in die Sammelgebiete, so gewinnen wir damit die Möglichkeit, ihre erosiven Wirkungen abzuschätzen und namentlich auch die Verschiebung der klima-morphologischen Zonen nach dem Vereisungsmaximum mit ihren Auswirkungen in der Gletscher- und weitem Periglazialzone (stadiale Schriffgrenzen und Unterschneidungen, Frostbodenformen, Solifluktion, Wandverwitterung, Hangbildung usw.) zu ermessen. Erst dann werden wir auch zu einem bessern Verständnis der Stufenformen im Haupttal und an der Ausmündung der Hängetäler vordringen.

MORPHOLOGISCHE KARTIERUNG

Unsere knappen Hinweise haben vielleicht zu zeigen vermocht, dass die geomorphologische Erforschung des Tessins im letzten halben Jahrhundert nicht unbedeutende Fortschritte gemacht und die Aklärung mancher Probleme gezeitigt oder doch angebahnt hat. Ebenso deutlich dürfte aber geworden sein, dass das vorliegende Beobachtungsmaterial noch grosse Lücken aufweist und manche Fragen kaum gestellt, geschweige denn beantwortet sind. Weitere Fortschritte scheinen nur möglich zu sein, wenn die bisher meistens übliche, vorwiegend extensiv-eklektische Arbeitstechnik durch bis ins Einzelne gehende Feldbeobachtung, Untersuchung und morphologische Inventarisierung abgelöst wird, was eine massive Reduktion der für einen einzelnen

¹⁾ Ergänzend sei auf die neuen Beobachtungen von *v. Klebelsberg* (1952) hingewiesen, welcher die Angaben über die würmeiszeitliche Gletscherhöhe im Gebiet des Ceneripasses (*Annaheim* 1936, Karte) durch Moränenfunde bestätigen konnte. Daraus geht hervor, dass wirklich, wie von uns seinerzeit angenommen, Tessineis von oben her in die Valle Vedasca gelangte, was *Bächlin* anzweifelte.

Bearbeiter oft viel zu gross gewählten Aufnahmegebiete bedingt. Dazu gehört eine breit angelegte kartographische Bestandesaufnahme und Darstellung. Daher war es ein Hauptanliegen der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft, die immer wieder ohne überzeugenden Erfolg versuchten Vorarbeiten zur Schaffung einer geomorphologischen Grundkarte grossen Masstabes zu fördern, einer Karte also, welche eine anschauliche und einlässliche wissenschaftliche Darstellung der Bodenplastik vermittelt und eine jederzeit überprüfbare einwandfreie Dokumentation repräsentiert.

Anlässlich der Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft 1944 wurden einige allgemeine Grundsätze zur Gestaltung dieser Karte vorgelegt (*Annaheim* 1945). Zu Ende des gleichen Jahres konnte den Mitarbeitern der Gesellschaft eine von mir entworfene « Legende zur morphologischen Grundkarte der Schweizeralpen » samt Begleitwort übergeben werden. Im folgenden Jahre äusserte sich *H. Boesch* grundsätzlich über morphologische Karten und 1946 erschien die ausführliche Untersuchung von *R. Merian* über « Eine neue geomorphologische Untersuchungs- und Darstellungsmethode am Beispiel des obern Engelbergtales », beides wichtige Studien, welche sich mit meinen Ansichten im Grundsätzlichen weitgehend decken. 1947 erhielt die oben erwähnte Legende ihre endgültige Fassung, und seither wird nun mit ihr in verschiedenen Aufnahmegebieten gearbeitet. Im Jahre 1952 erschien die erste nach diesen Gesichtspunkten aufgenommene geomorphologische Karte im Masstab 1 : 25 000 von *E. Helbling*. Sie dürfte die erste in einem so grossen Masstab (1:10 000) aufgenommene und redigierte morphologische Grundkarte eines alpinen Gebietes sein.

Um die Konzeption und Stellung der Karte innerhalb der geomorphologischen Kartographie klarer fassen zu können, sei kurz auf die verschiedenen Möglichkeiten kartographischer Gestaltung hingewiesen, ohne dabei jedoch näher auf methodologische oder terminologische Fragen einzutreten; die wichtigste der weitschichtigen Literatur wird in *Merian* zitiert. Es sind nach ihrem Inhalt folgende Haupttypen morphologischer Karten zu unterscheiden (vgl. dazu auch *H. Boesch*, *R. Merian*):

A. Morphologische Grundkarte (= morphogenetische Karte)

Es handelt sich dabei um die eigentliche morphologische Inventarkarte grossen Masstabes. Sie soll die Reliefformen detailliert nach ihrer Form und ihren Verbandsverhältnissen darstellen, wobei die Formtypen nach ihrer Entstehungsweise gefasst und gegliedert werden (fluviale Verebnung, Rundhöcker, Konfluenzstufe usw.).

B. Morphologische Spezialkarten

Sie stellen nur ausgewählte Teile des Formenschatzes dar oder betrachten die bodenplastischen Verhältnisse unter bestimmten, speziellen Gesichtspunkten.

1. Morphographische Karte
 - a. Topographische Karte
 - b. Morphographische Karte i.e.S.
2. Morphometrische Karte und morphometrisches Kartogramm
3. Morphodynamische Karte. Die Anordnung der gestaltenden Kräfte und der sie beeinflussenden Faktoren werden dargestellt (z.B. *Passarge*, *Stadtremda*).
4. Morphochronologische Karte. Sie fasst die Oberflächenformen gleichen Alters zusammen (vgl. z.B. *Lucerna*).

Die morphologische Grundkarte kann nur eine morphogenetische und keine morphographische Karte sein, denn nur die erstere stellt das Endergebnis der Bemühungen um eine wissenschaftliche Abklärung der Bodenformen einer Landschaft dar. Auch die andern morphologischen Spezialkarten treten nur ergänzend, meist wohl in kleinerem Masstab und in anderer Darstellungsart, neben die Grundkarte. Einlässliche grundsätzliche Ueberprüfung und wiederholte Kartierungsversuche im Gelände haben jedoch gezeigt, dass auch das morphogenetische Prinzip in dieser Grundkarte nicht konsequent zur Anwendung gelangen kann. Gerade in alpinem Gelände treten nicht wenige Formen auf, deren Entstehung entweder komplexer Natur oder sogar undurchsichtig ist. Auch diese Formen sollen jedoch in die Karte aufgenommen werden; deshalb sind eine ganze Anzahl von Symbolen lediglich morphographisch gefasst, wie z.B. jene für Tal-kanten, Terrassen usw. Auf diese Weise können Beobachtung und Interpretation auch kartographisch auseinandergehalten werden. Die innere Logik der Legendur wird weiterhin insofern durchbrochen, als auch morphochronologische Zusatzsymbole eingeführt werden (Prä-glaziales System) oder leicht zugefügt werden können (z.B. Ziffern bei Stadialmoränen). Mit vollem Recht hat *Boesch* darauf hingewiesen, dass aus Gründen der Zweckmässigkeit derartige Inkonsequenzen erlaubt sind und daher auch in geologischen Karten enthalten sind. Um die bei der Landeskarte ja vorzügliche topographische Karten-grundlage nicht zu sehr zu verhüllen — diese gibt ja an sich schon ein aufschlussreiches Geländebild —, werden die Denudations- und Erosionsformen im Felsgestein vorwiegend durch lineare oder punkt-förmige Signaturen wiedergegeben, wobei insbesondere Kantenformen eingetragen werden. Die Aufschüttungsformen dagegen werden durch über die Fläche ausgebreitete Symbole verdeutlicht. Die einzelnen

Symbole wurden so gewählt, dass auch eine einfarbige Reproduktion der Karte möglich ist. Vorzuziehen ist allerdings eine besondere Farbgebung für die Aufschüttungsformen. Die Aufnahmekartierung erfolgt im Masstab 1 : 10 000 und nur in Gebieten, für welche die neuen Grundlagen für die Landeskarte der Schweiz schon zur Verfügung stehen. Versuche mit dem Kartierungsmaßstab 1 : 25 000 ergaben kein gutes Aufnahmeergebnis. Zur Publikation erweist sich der Maßstab 1 : 25 000 als günstig. Dass namentlich als Vorbereitung und Hand in Hand mit der Feldaufnahme immer mehr auch in der geomorphologischen Arbeitstechnik die stereoskopische Auswertung von Luftbildpaaren in Aufnahme kommt, braucht kaum erwähnt zu werden.

Wenn auch die morphologische Integraluntersuchung zusammen mit der grossmasstabigen Aufnahmekartierung kleiner Räume, wie sie nun eingesetzt hat, viel Geduld und Kleinarbeit verlangt und nicht so rasch zu grossen Synthesen zu führen vermag, so wird sie der geomorphologischen Forschung doch jene breite Tatsachengrundlage verschaffen, die zur Gewinnung relativ gesicherter Ergebnisse unerlässlich ist. Auch so werden noch Irrtümer genug an das als Motto vorangestellte Wort Ciceros erinnern. Es scheint einleuchtend zu sein, dass diese unentbehrliche und grundlegende Forschungsarbeit die vergleichende Untersuchung bestimmter Detailfragen, Formtypen oder weiträumiger Regionen nicht zu ersetzen vermag; die verschiedenen Arbeitsrichtungen werden sich im Gegenteil gegenseitig ergänzen und befruchten. Sie enthebt die morphologische Forschung auch nicht der aktuellen Aufgabe, in absehbarer Zeit eine erste morphologische Uebersichtskarte nicht nur des Alpenraumes, sondern unseres ganzen Landes zu schaffen. Auch diese wird das ihrige zur Förderung der geomorphologischen Erforschung der Schweiz beitragen.

Literatur

- ANNAHEIM, H. (1934): Diluviale Ablagerungen aus der Umgebung von Lugano. *Eclogae geol. Helv.* 27.
- ANNAHEIM, H. (1935/6): Flusswerk im Sottoceneri. *Boll. Soc. ticinese scienze nat.* 30/31.
- ANNAHEIM, H. (1936): Die Landschaftsformen des Luganerseegebietes. *Pencks Geogr. Abhandl., Stuttgart.*
- ANNAHEIM, H. (1944): Begleitwort zur Legende der morphologischen Grundkarte der Schweizeralpen, samt Legende. M.S.
- ANNAHEIM, H. (1945): Zur Frage der geomorphologischen Grundkarte der Schweizer Alpen. *Verhdl. Schweiz. Naturf. Ges.* 1944.
- ANNAHEIM, H. (1946): Studien zur Geomorphogenese der Südalpen zwischen St. Gotthard und Alpenrand. *Geographica Helv.* 1.
- ANNAHEIM, H. (1950): The chronological correlation of the morphologic development in the Eastern and Western Alps. *Experientia* 6.
- ANNAHEIM, H. (1951): Morphochronologische Parallelen. *Geographica Helv.* 6.
- BÄCHLIN, R. (1937): Geologie und Petrographie des Monte Tamaro-Gebietes. *Schweiz. Mineral-Petrog. Mitt.* 17.
- BEHRMANN, W. (1932): Morphologische Formengruppen der Erosion. *Zeitschr. Ges. Erdkunde Berlin.*
- BOBEK, H. (1933): Die Formenentwicklung der Zillertaler- und Tuxeralpen. *Forsch. dtsh. Landes- und Volkskunde*, 30.
- BOESCH, H. (1945): Morphologische Karten. *Schweiz. Geogr.* 22.
- BRUNNER, P. (1930): Die Tresa als Abfluss des Lago di Lugano. *Mitt. Geogr. Ethnogr. Ges. Zürich* 30.
- BURCKHARDT, C. (1942): Geologie und Petrographie des Basodino-Gebietes. *Schweiz. Mineral-Petrogr. Mitt.* 22.
- BUXTORF, A. (1924): Neue Beobachtungen über die Flussverlegung der Breggia und die Konglomerate von Pontegana. *Eclogae geol. Helv.* 18.
- CASASOPRA, S. (1943): Ultime vicende geologiche nel bacino del Ceresio. *Boll. Soc. tic. scienze nat.* 38.
- DAVIS, W. M. (1900): Glacial erosion in the valley of the Ticino. *Appalachia* 9.
- DIWALD, K. (1925): Richtlinien bei der Landschaftsanalyse. *Eiszeit* 2.
- FLÜCKIGER, O. (1934): Glaziale Felsformen. *Peterm. Mitt. Erg. h.* 218.
- GARWOOD, J. E. (1906): The tarns of the Canton Ticino. *Quart. Journ. Geol. Soc.* 62.
- GOGARTEN, E. (1910): Ueber alpine Randseen und Erosionsterrassen. *Peterm. Mitt. Erg. h.* 165.
- GURLITT, D. (1949): Das Mittlrheintal. *Forsch. dtsh. Landeskunde* 46.
- GYGAX, F. (1934/5): Beitrag zur Morphologie des Verzascatales. *Schweiz. Geogr.* 11/12.
- GYGAX, F. (1948): Niederschlag und Abfluss im Einzugsgebiet der Magliasina. *Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Hydrologie, Lief.* 4.
- HEIM, A. (1879): Die Erosion im Gebiete der Reuss. *Jahrb. SAC* 5.
- HELBLING, E. (1952): Morphologie des Sernftales. *Geogr. Helv.* 7.

- HILBER, V. (1912): Taltreppe. Graz.
- JÄCKLI, H. (1951): Verwerfungen jungquartären Alters im südlichen Aarmassiv bei Somvix-Rabius (Graub.). *Eclogae geol. Helv.* 44.
- JÄCKLI, H. (1952): Geologische Voraussetzungen für das Wandern von Gefällsstufen. *Geographica Helv.* 7.
- JEANNET, A. u. LÜDI, W. (1944): Sublakustre alluviale Torfe und humose Sande im Luganersee. *Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel Zürich Jahr 1943.*
- KLEBELSBERG, R. v. (1948/9): *Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie.* Wien.
- KLEBELSBERG, R. v. (1952): Die eiszeitliche Gletscherhöhe bei Locarno. *Zeitschr. f. Gletscherk. u. Glazialgeol.* 2.
- LAUTENSACH, H. (1912): Die Uebertiefung des Tessingebietes. *Pencks Geogr. Abhandl., Stuttgart.*
- LAUTENSACH, H. (1915): Die kleinen Seebecken der Tessiner Alpen. *Zeitschr. f. Gletscherk.* 9.
- LEHMANN, O. (1920): Die Bodenformen der Adamellogruppe. *Abh. Geogr. Ges. Wien* 11.
- LEHNER, P. (1952): Zur Geologie des Gebietes der Denti della Vecchia, des M. Boglia, des M. Brè und des M. San Salvatore bei Lugano. *Eclogae geol. Helv.* 45.
- LUCERNA, R. (1914): Morphologie der Montblancgruppe. *Peterm. Mitt. Erg.h.* 181.
- MERIAN, R. (1946): Eine neue geomorphologische Untersuchungs- und Darstellungsmethode am Beispiel des obern Engelbergtales. *Diss. Zürich.*
- MORTILLET, G. (1861): Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes. *Atti Soc. ital. scienze nat.*
- NANGERONI, G. L. (1928): Nuovi affioramenti del Pliocene marino nella Val d'Olona. *Atti R. Accademia Scienze Torino* 63.
- NEEF, E. (1933): Die Landformung des Bregenzerwaldes. *Bad. Geogr. Abh.* 9.
- OMBONI, G. (1861): I ghiacciai antichi e il terreno erratico di Lombardia. *Atti Soc. ital. scienze nat.* 3.
- PASSARGE, S. (1914): Morphologie des Messtischblattes Stadtreuda. *Mitt. Geogr. Ges. Hamburg* 28.
- PATRINI, P. (1911): I terrazzi orografici del bacino Verbano. *Rend. R. Istit. Lombardia Ser. II,* 44.
- PENCK, A. u. BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter.
- PREISWERK H. u. a. (1934): Geologische Karte der Tessiner Alpen 1 : 50 000.
- RÜTIMEYER, L. (1869): Ueber Thal- und Seebildung. Basel.
- SÖLCH, J. (1917): Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. *Forsch. dtsh. Landes- u. Volkskunde* 21.
- SÖLCH, J. (1922): Grundfragen der Landformung in den nordöstlichen Alpen. *Geografiska Annaler.*
- SÖLCH, J. (1935): Fluss- und Eiswerk in den Alpen zwischen Oetztal und St. Gotthard. *Petermanns Mitt. Erg. h.* 219/20.
- TARAMELLI, T. (1880): Il Canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. *Beitr. Geol. Karte Schweiz* 17.
- TARAMELLI, T. (1903): I tre laghi. Milano.

VONDERSCHMITT, L. (1937): Die Luganer Hauptverwerfung bei Melano und die als Ueberschiebung gedeutete Sackung von Castelletto. *Eclogae geol. Helv.* 30.

VONDERSCHMITT, L. (1940): Bericht über die Exkursion der Schweiz. Geol. Ges. in den Südtessin. *Eclogae geol. Helv.* 33.
