

Über Südtiroler Erdpyramiden und ihre Entstehung

Von *Gerhard Benl*, München

Als Erdpyramiden („earth-pyramids“, „stone-capped pillars“) bezeichnete man vor hundert Jahren — zur Zeit des berühmten englischen Geologen Sir George Lyell — Erosionsgebilde, deren Säulen- oder Pfeilerform durch die Wirkung meteorischen Wassers auf einen mit Steinblöcken durchsetzten Verwitterungsboden zustande gekommen sein soll.

Mittlerweile wurde allein der Begriff „Erdpyramiden“ wesentlich erweitert, so daß manche Autoren darunter jede Art natürlicher, durch Erosion entstandener Bodenauftragungen verstehen, ohne Rücksicht auf deren petrographische Natur bzw. deren Genese im einzelnen. Rechnete man zu den Erdpyramiden schon seit längerem zuckerhut- bis nadelförmige Erhebungen ohne Deckstein, so werden nunmehr auch kulissenartige Mauern und Kämme, ferner Kegel aus vulkanischen Tuffen (Zentralanatolien, Colorado-Plateau, Oregon), die phantastischen Bastionen, Türme und Zacken nordamerikanischer Sandsteinlandschaften (Big Badlands von South Dakota), ja sogar durch Meeresabrasion entstandene, der Küste vorgelagerte Felsen, wie die Faraglioni, hinzugenommen.

Wir wollen — unter Ausklammerung jeglicher Hartgebilde aus makroskopisch homogenem Material ¹⁾ — hier nur die Erdpyramiden im engeren Sinne, also die mehr oder minder „erdig“ aussehenden Formen in Betracht ziehen, auch wenn, wie *Perna* (1963) ausführt, eine Unterscheidung zwischen eigentlichen „piramidi di terra“ und aus Konglomeraten bestehenden Auftragungen im Einzelfall nicht immer leicht ist. Generell liegen sie im Bereich der eiszeitlichen Vergletscherung und sind darum in den Pyrenäen, in den Französischen und Schweizer Alpen — so im Tale der Durance bzw. im Wallis (Euseigne im Val d'Hérens) —, vor allem aber in den westlichen Ostalpen heimisch.

Daß jedoch die von den Gletschern hinterlassenen Ablagerungen (Verkleidungen von Talhängen) allein nicht genügen, die Entstehung von Erdpyramiden zu gewährleisten, lehrt schon die Tatsache, daß solche Gebilde höchst selten und in wenig charakteristischer

¹⁾ Vernachlässigen wollen wir auch die zahlreichen, aber — soweit nicht in Höhlen konserviert — recht kurzlebigen Miniatur-Erdpyramiden, die meist aus tonigen oder sandigen Anschwemmungsprodukten (Alluvionen) allerjüngster Zeit hervorgingen. Daß solche Formen sogar an Maulwurfshügeln entstehen können, zeigt eine Aufnahme, die Herr *L. Scheuenpflug* (Anhausen/Augsburg) im August 1960 in Buschelberg bei Fischach/Augsburg gefertigt und uns freundlicherweise zugesandt hat.

Ausprägung auf der Nordseite der Alpen anzutreffen sind ²⁾). Eine Ausnahme scheinen die nördlich der Europabrücke gelegenen Erdpyramiden von Patsch zu machen, die auch von der Brennerbahn aus dem Reisenden gute Einsicht gewähren. Sie verdanken ihr Zustandekommen geschichteten ("gebänderten"), von einer Grundmoräne überlagerten und daher sehr trockenen, interglazialen Terrassensedimenten (v. Klebelsberg 1935) aus Sanden und Kiesen, an deren Steilhang durch die erodierende Tätigkeit von Wasserrinnen bastionartige Vorsprünge entstanden, die dann z. T. als 5 bis 10 Meter dicke, turmartige Säulen schmutziggrauer Farbe aus der Rückwand herausgeschnitten wurden. Eine wesentliche Voraussetzung für ihre Bildung war, worauf Becker (1962) mit Nachdruck hinweist, das Vorhandensein mehrerer in diesen Schottern liegender, harter Bankungen, die — mehr oder minder zerschnitten — das darunterliegende Material vor weiterer Denudation schützen. ³⁾ Die Rolle des Schutzsteins spielte also hier der jeweilige Rest einer steinartig verfestigten und dann senkrecht zerteilten Schotterbank. Die Erdpyramiden am linken Hang der Sill müssen nach ihrer Entstehung und Gestalt als Spezialfall bezeichnet werden.

In der Regel ist, wie aus R. v. Klebelsbergs grundlegenden Ausführungen (1927) hervorgeht, das Auftreten von Erdpyramiden an das Zusammentreffen bestimmter geologischer Gegebenheiten mit besonderen klimatischen Verhältnissen gebunden. Das der Erosion ausgesetzte Substrat soll ein hangbildender, standfester Schutt aus lehmreichem, kalkarmem, dichtgelagertem, nicht oder nur undeutlich geschichtetem und wasserundurchlässigem, zäh-plastischem Material sein, das kantige Blöcke einschließt. Rasch abziehendes Oberflächenwasser, wie es für das relativ trockene Klima der Südalpen charakteristisch ist, muß jedoch hinzukommen, denn der Boden soll weder zuviel Feuchtigkeit enthalten, noch darf er zu lange feucht bleiben. Schutt der geforderten Beschaffenheit liefern in erster Linie die Grundmoränen, die sowohl in den westlichen wie in den östlichen Alpen überall dort bodenbildend sind, wo Erdpyramiden erscheinen. (Eine untergeordnete Rolle spielen interglazialer Gehängeschutt und Konglomerate tertiären Alters.)

Beschränken wir uns aber nun im folgenden auf die Erdpyramiden Südtirols, im wesentlichen also der Provinz Bozen (Alto Adige), und auch hier wieder auf jene bemerkenswerten Standorte, die dem geomorphologisch interessierten Naturfreund ohne besondere Schwierigkeit zugänglich sind! Daneben sei auf die im Trentino gelegenen Erdpyramiden von Segonzano hingewiesen.

²⁾ Hier könnte man z. B. auf jene von A. Rothpletz erwähnte Erdpyramide bei Mittenwald hinweisen, die sich bis 1962 gehalten hat, dann aber durch Regenunterwaschung einstürzte. Herr O. Amtn. A. Micheler teilt uns dazu mit: „Die verschwundene Erdpyramide stand in dem großen Aufschluß am Horn nächst der Jägerkaserne Mittenwald, wo riß-würm-interglaziale, wahrscheinlich aber würm-interstadiale Seetone von hangenden, die Moräne des Krüner Stadiums (umstritten!) unterbauenden Schottern überdeckt werden. Ihre Höhe schätze ich auf 10 Meter, die Sockelbreite auf etwa 2,5 Meter. Überdeckt war sie von der Partie einer konglomerierten Geröllbank, die zu dem durch Tonaufnahme faziell veränderten, sog. Vorstoßschotter gehört. Das Liegende des Seetons sind stark konglomerierte Schotter in Deltaschüttung. Sie stehen unmittelbar an der Straße an.“ Es scheinen hier geologische Verhältnisse vorzuliegen, die denen bei Patsch nicht unähnlich sind.

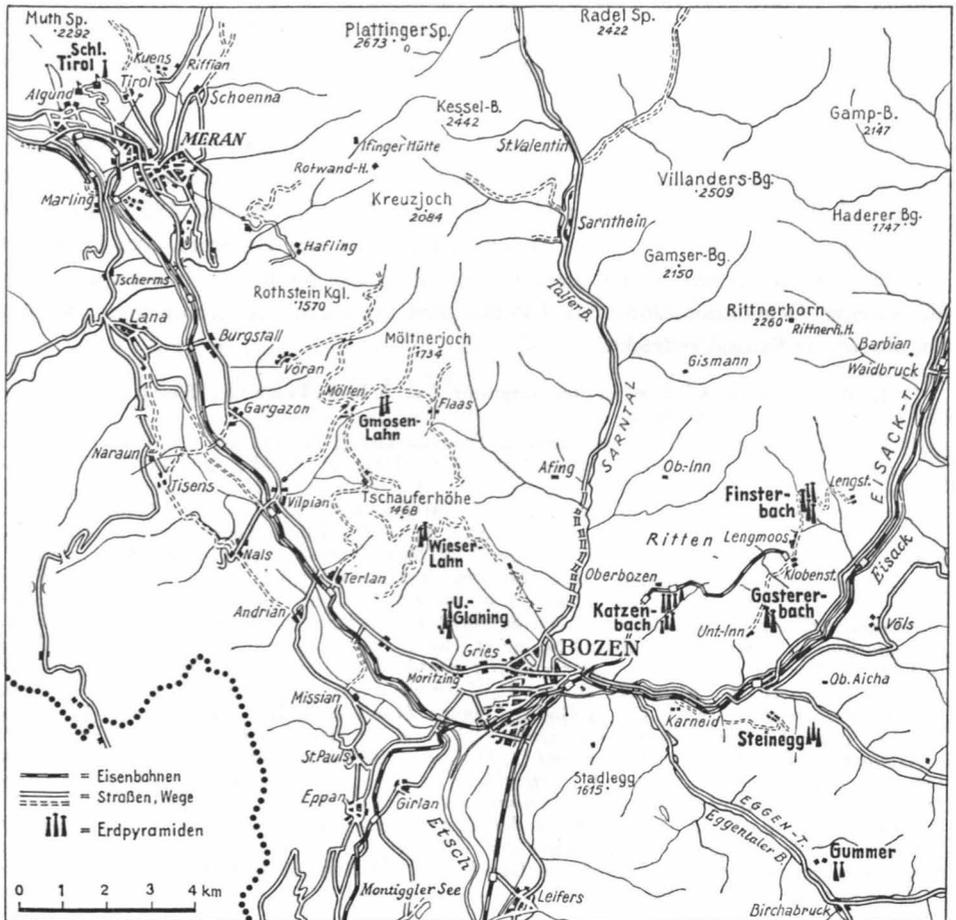
³⁾ W. zu Leiningen (1914) meinte wohl dasselbe, wenn er zu seinen Illustrationen u. a. schrieb: „die Schutzdecke der abgestumpften Kegel bildet eine verfestigte Schicht von Glazialschottern“ bzw. „Schichten verfestigter Schotter und Sand treten deutlich hervor“ (p. 321).

Die wichtigsten Vorkommen

Östlich von **Bruneck** im Pustertal mündet in die Rienz zwischen Percha und Nasen der Litschbach. Wer in dessen Tal aufwärts wandert, erblickt aus einiger Entfernung helle Schutthalden (Kahllehnen, „Lahnen“), die über Wielenberg, Platten (1410 m) und den Höllerhof gut erreichbar sind. Erst aus nächster Nähe zeigen sich im Vordergrund wohlgeformte Erdpyramiden, die — in einer Meereshöhe von 1450 bis 1550 m — an mehreren Stellen aus einem sehr lehmreichen Material ausgewaschen wurden. Es handelt sich hier, wie die zahlreichen Blöcke und Steine aller Größen erkennen lassen, um granitischen und kristallin-schiefrigen Moränenschutt mit leichter, hangparalleler Schichtung. Seine gelbliche Farbe geht auf den Gehalt an Eisenhydroxid zurück, das bei der Verwitterung des im Gestein enthaltenen Biotits entsteht. Der einst von der Moräne ausgefüllte Graben war, ehe die Erosion durch den Litschbach begann⁴⁾, dicht bewaldet, und einige der imposanten Säulen werden noch heute von alten Baumstrünken überragt. Da die Gegend verhältnismäßig regenreich ist und der Bach bei seinem starken Gefälle im Oberlauf ziemlich steile Hänge besitzt, sind die Erdpyramiden hier vergänglicher als anderswo; vor 20 Jahren noch sollen sie die heutigen Formen an Zahl und Mächtigkeit übertroffen haben. Der aus der Fachliteratur (Meusburger 1914, 1920; v. Klebelsberg 1927, 1956; Perna 1963, Abb. 85—88) wohlbekannte Standort von **Wielenberg** wird wenig begangen, obwohl allein der Anblick der stellenweise 20 Meter hohen, bald wuchtigen, bald schlank nadelförmigen und z. T. noch in Bildung begriffenen Erosionsformen (Abb. 1) einen Besuch lohnt.

Bozens Umgebung weist zunächst zahlreiche kleinere, aber durchaus sehenswerte EP-Vorkommen auf. Sie haben sich auf den Höhen des ausgedehnten Bozner Porphyry-Plateaus bzw. an dessen Talhängen entwickelt und liegen häufig abseits der Fahrwege. Setzt man z. B. von der Guntschna-Promenade aus die Wanderung über den Glaninger Weg (Trattner Hof, 680 m) fort, so trifft man zwischen dem „Gasthaus Glaning“ und dem Noanerhof (790 m) auf den südexponierten Moritzinger Talgraben (Mauriziusbach). Die dort ausgebildeten Erdsäulen gelten als die schönsten in Bozens näherer Umgebung. Während der rechte obere Hang (des talaufwärts fächerförmig erweiterten Terrains) mit seinen scharfgratigen Rippen und Ausbuchtungen die erodierende Wirkung des periodisch rinnenden Wassers — Anschneiden eines Kornfeldes unterhalb des Noanerhofs — deutlich erkennen läßt, erblickt man in der linken Talflanke sowie an den Mittelstücken zwischen den Quellwässern 30 bis 40 stattliche Erdpyramiden vom „klassischen Typ“ mit deutlich abgesetztem Deckstein. Einigen von ihnen darf ein relativ hohes Alter zugeschrieben werden; an ihrer Basis hat die Sinterbildung ein beträchtliches Ausmaß erreicht. Andere treten erst als gekrönte Halbsäulen aus der Steilwand heraus. Bemerkenswert sind einzelne riesige Steinblöcke — für den größten gibt Perna ein Gewicht von 50 Tonnen an —, die auf kurzen, gedrungenen Schäften sitzen. Hier handelt es sich um jüngere Bildungen an weniger geneigten Hängen.

⁴⁾ Angeblich setzte sie im 17. Jahrhundert ein, vor allem hat aber (nach Aussage des Herrn A. Niederlechner, Platten) das katastrophale Unwetter des Jahres 1882 den Graben aufgerissen.



Perna, der die Erdpyramiden von Glan in sorgfältig studiert hat, bezeichnet die mit Graniten, Phylliten und Gneisen durchsetzte Grundmasse der ca. 70 Meter mächtigen Moräne als zimtfarben („cannella“): Ausschlaggebend für die Färbung sind die Verwitterungsprodukte des Porphyrs, in den der Graben eingesenkt ist. Die EP-Nester des Moritzinger Grabens werden z. T. von der sommerlichen Vegetation überwuchert, und einzelne Pfeiler ragen „wie Bildsäulen aus einem Park empor“ (Kittler).

Steigt man neben der Talstation der Jenesier Seilbahn den zementierten Hohlweg zum St.-Jakobs-Kirchlein (500 m) empor und wendet sich dann nach Osten, so führt der Pfad bald zu einer isoliert hochragenden Erdsäule. Sie stellt insofern eine Besonderheit dar, als sie nicht aus Moränen-, sondern aus (interglazialen) Gehängeschutt aufgebaut ist. Diese erstmals von v. Klebelsberg (1927) getroffene Feststellung fußt u. a. auf der Beobachtung, daß sich zwischen den eckigen Porphyrbrocken nur wenig Bindemittel befindet. Die Erdpyramide entstand wohl, wie Becker ausführt, in der Weise, daß der massige Deckstein, als er zunächst nur mit seiner Vorderseite aus dem Hang ragte, das abfließende Wasser an seiner Rückwand zur Bildung eines kleinen Schuttwalles zwang; ein solcher bewahrt die Pyramide heute noch vor Einsturz (s. Abb. 2). Das Vorkommen von St. Jakob im Sand⁵⁾ ist überdies für den Botaniker recht anziehend; es bildet nämlich die westliche Begrenzung eines extremen Trockenhangs mit typischer Vegetation⁶⁾.

Von St. Jakob aus führt ein Weg über die Ruine Rafenstein zum Grümmbach. Folgt man der Markierung (3 A), so gelangt man zum Lochbauer („Müller im Hagenbach“), in dessen Nähe das Unwetter vom 6. auf 7. August 1957 eine große Schuttrippe zerstört und eine neue „Lahn“ aufgerissen hat. Zwischen dem Lochbauer und der Jenesier Bergstation erschließt sich, ebenfalls auf der linken Talseite, dem Blick ein riesiger Denudationsklotz mit EP-ähnlichen Ansätzen; er gehört einer Moräne an, die sich ins Sarntal erstreckt.

⁵⁾ Irrtümlicherweise wird es in der Literatur (v. Klebelsberg, Becker) auch als „St. Martin am Sand“ bezeichnet.

⁶⁾ Eine botanische Begehung mit unserem Freunde Dr. J. Kiem am 6. 6. 1965 ergab eine Florenliste, der folgende Arten entnommen seien (Herr Prof. Merxmüller hatte die Liebenswürdigkeit, die Namen auf den gegenwärtigen Stand der Nomenklatur zu bringen): *Stipa eriocalis* Borbás, *Phleum phleoides* (L.) Karsten, *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Melica ciliata* L., *Cleistogenes serotina* (L.) Keng, *Festuca valesiaca* Gaud., *Setaria viridis* (L.) P. B., *Carex humilis* Leyss., *Allium montanum* F. W. Schmidt, *Ostrya carpinifolia* Scop., *Quercus pubescens* Willd., *Castanea sativa* Mill., *Dianthus sylvestris* Wulfen, *Silene otites* (L.) Wibel, *Petrorhagia saxifraga* (L.) Link, *Saponaria ocyroides* L., *Anemone montana* Hoppe, *Sedum ochroleucum* Chaix ssp. *montanum* (Song. et Perr.) D. A. Webb, *Sempervivum arachnoideum* L. ssp. *tomentosum* (Lehm. et Schmittsp.) Schinz et Thell., *Potentilla pusilla* Host, *Cerasus mahaleb* (L.) Miller, *Genista germanica* L., *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *herbaceum* (Vill.) Rouy, *Colutea arborescens* L., *Coronilla emerus* L., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *Cytisus hirsutus* L., *Fumana procumbens* (Dunal) Gr. et Godr., *Opuntia humifusa* Rafin., *Trinia glauca* (L.) Dum., *Fraxinus ornus* L., *Cynanchum vincetoxicum* (L.) Pers., *Teucrium chamaedrys* L., *Stachys recta* L., *Galium lucidum* All., *Jasione montana* L., *Thymus rudis* Kerner, *Filago germanica* L., *Achillea tomentosa* L., *Artemisia campestris* L., *Artemisia alba* Turra, *Centaurea maculosa* Lamk., *Lactuca serriola* L., *Juniperus communis* L., *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Cheilanthes marantae* (L.) Domin ssp. *marantae*. (Wir schätzten den Bestand auf über 500 Stauden; der Standort des Pelzfarns auf den Hügeln bei Sand dürfte der reichhaltigste sein, den Südtirol noch aufzuweisen hat; allein seinetwegen empfiehlt sich ein Besuch dieses Gebietes. S. a. J. Kiem, Der Pelzfarn in der Bozner Umgebung; „Der Schlern“ 31: 483—486, 1957.)

Sehenswerter sind die „Wieser-Lahn“ und die „Gmosen-Lahn“ auf dem Mölten-Salten-Plateau. Die Gmosen-Lahn kann, sofern man sich nicht schon in Jenesien befindet, leicht von Vilpian aus mit der Seilbahn erreicht werden, von deren Gipfelstation ein bequemer Fußweg nach Mölten führt. Etwa eine halbe Stunde davon entfernt hat am rechten Talhang des Runggadell (eines Seitenarmes vom Möltener Bach) ein kleines, nur zeitweise tätiges Rinnsal die ca. 30 Meter hohe Moränenmasse — neben verwittertem Quarzporphyr ist daran auch Grödener Sandstein beteiligt — angeschnitten und, im Verein mit den Atmosphäriken, ansehnliche Schuttruppen nebst einigen Erdsäulen und ähnlichen Bildungen herausgeformt (Maurer 1958). Das Material, das der direkten Besonnung weniger lang ausgesetzt ist als anderswo, erweist sich als relativ plastisch: Beinahe von Jahr zu Jahr können deutliche Veränderungen an dem „Gemäuer“ festgestellt werden.

Nimmt dieses, sich amphitheatralisch darbietende Gelände kaum eine Fläche von 1000 qm ein, so umfaßt die Wieser- oder Prastl-Lahn südlich des Wieserhofes (1410 m) ein Vielfaches davon. Man erwandert sie ⁷⁾ gleichfalls von Mölten aus — und zwar ohne Höhenverlust über Pathoi (Markierung „M“) —, bzw. von Jenesien über das Gasthaus Locher (Markierung 2). Es handelt sich um eine von jeder Vegetation entblößte, in zahlreiche Schuttruppen zerrachelte Hangfläche, mit einigen gedrungenen Erdpyramiden in der Mitte und am Rande des Geländes; die z. T. sehr massigen Decksteine bestehen aus Porphyr oder Grödener Sandstein. Kein Standort dürfte besser geeignet sein, dem Betrachter den Begriff einer „Lahn“ zu vermitteln als eben dieses Relief (s. Perna 1963, Abb. 107). Man denkt sogleich an einen flächenhaft erfolgten Bergrutsch — das Wort „Lahn“ kommt wohl von „Lawine“ —, dessen freigelegten Untergrund fortan die Erosion (in Gestalt von Regenrinnen, Rachen oder Calanchi) zerfurcht, während der Vegetationsabriß durch kleine Erdrutschungen (Berg- oder Erdschlipfe) stets aufs neue rückverlegt wird. Wenn es an der Wieserlahn nur wenig markante Erdpyramiden gibt, dann neben der relativ geringen Hangneigung vor allem wegen des Mangels an geeigneten Blöcken.

Bei der Einmündung des Passertales in das Etschtal staute sich dereinst eine Grundmoräne, die nach Perna eine Höhe von 400 Metern erreichte und nördlich von Schloß Tirol heute noch etwa 200 Meter mächtig ist; ihr hellgrüngraues Material ging in der Hauptsache aus zentralalpinem Gestein hervor. Auf dem Wege von Dorf nach Schloß Tirol durchquert man die Moräne in einem ca. 70 Meter langen Tunnel und überschreitet knapp 100 Meter darnach den Köstengraben, der Schloß Tirol von der Brunnenburg trennt. In seinem nördlichen Abschnitt liegen die bekannten Erdpyramiden von Schloß Tirol. Man erblickt vom oberen Grabenrand (800 m) aus etwa ein Dutzend Schuttgrate, von denen sich (in 650 bis 740 m Höhe) mehrere gut ausgeprägte Erdsäulen erheben (s. Abb. 3); aus der Westflanke der Schlucht springen nur einige langgezogene, großenteils noch von Vegetation bedeckte Rippen vor. EP-ähnliche Bildungen ragen auch an dem Sockel auf, der Schloß Tirol trägt und selbst als riesige Erdpyramide bezeichnet werden kann.

⁷⁾ Für eine Führung durch dieses Gebiet bin ich Herrn Dr. F. Maurer, Bozen, zu Dank verpflichtet.

Bei Kardaun biegt ein derzeit noch etwas beschwerlicher Fahrweg von der großen Eisacktalstraße nach Steinegg (820 m) ab. Auf markiertem Wege (2) gelangt man von der Kapelle aus in Richtung auf den Dosserhof (955 m) an ein kleines Seitentälchen des „Katzenbaches“, der sich seinerseits in den Breibach (Tierser Tal) ergießt. Am Ursprung dieses Tälchens und in etwa 970 m Höhe liegen die recht ansehnlichen, auffälligerweise nordexponierten⁸⁾ Erdpyramiden von Steinegg. Der Standort, der sich durch eine entschiedene Armut an größeren Gesteinsbrocken auszeichnet, weist neben rötlich-gelben Schuttruppen im Abbau eine große Zahl in Reihen stehender, bis 15 m hoher Spitzkegel (von Perna „piramidi a punta“, von Becker „Erndadeln“ genannt) auf — fast ausnahmslos ohne Deckstein (s. Abb. 4)! Man gewinnt hier den Eindruck, daß sich diese, schon von Ratzel (1880) beschriebenen Bildungen durchaus ohne Schutzstein entwickeln konnten; Vegetationsstücke mögen seine Stelle bei Beginn der Abtragung vertreten haben. Am Rande der Böschung, wie üblich, abrutschender Lehm, rückschreitende Erosion. Westlich dieser Pfeilergruppe (und jenseits eines Grabens) fallen einige noch bewaldete Schuttruppen mit beginnender EP-Entwicklung, meist ebenfalls ohne Anwesenheit von Decksteinen, auf.

Mehrere, z. T. erst im Entstehen begriffene Lahnen liegen an den Südhängen des Berglandes zwischen dem Tierser Tal und dem Eggental. Die interessantesten von ihnen dürften die „Soler-Lahn“ (1250 m) und die „Turm-Lahn“ (1050—1150 m) sein. Erstere passiert man auf dem Wege von Steinegg nach Gummer (beim Abstieg südlich von Obergummer), zu letzterer findet man in wenigen Minuten auf einer Straße, die von Gummer — der malerisch gelegene Ort ist auch von Birchbruck (Eggental) aus zu erreichen — vorbei an einem isolierten Massenaufreten von *Viscaria vulgaris*, in süd-östlicher Richtung führt (Markierung 5). Die dort auftretenden Denudationserscheinungen werden gewöhnlich als die „Erdpyramiden von Gummer“ bezeichnet. Ähnlich wie bei der Wieser-Lahn entstanden sie an den steilen Außenwänden der Halde oder traten unter dem Schutz eines Decksteins aus den im Lahnenfeld (Gredler spricht von „Entblößungstobel“) stehenden Rippen und Kämmen hervor. Das rd. 20 Meter mächtige Moränenmaterial von rötlichgelber Färbung weist im oberen Teil der Mulde deutliche Zeichen einer Schichtung auf (Perna 1963); es ist von nur wenigen großen Blöcken durchsetzt. Barbieri (1952) machte auf die 8 bis 9 Meter hohen Säulen aufmerksam, die im Walddickicht des tieferen Geländebereiches verborgen stehen.

Sehr zu empfehlen ist eine Besichtigung der Erdpyramiden von Segonzano (im unteren Avisiotal). Der Einstieg liegt zwischen den Posthaltestellen Piazza und Segonzano (auf der Strecke Trient—Cembratal—Cavalese) und führt schließlich auf drei verschiedenen, markierten Steigen (1, 2, 3) an die von der Straße aus nur teilweise überblickbaren Bildungen (in 600—800 m Meereshöhe) heran. Periodische Zuflüsse zum Rio di Regnana arbeiteten aus einer ca. 40 Meter hohen Moränendecke des rechten Talhanges neben mauergleichen Flanken und sägeartig zerschnittenen Kämmen vor

⁸⁾ Nach Aussagen von Bewohnern hat sich dennoch in den letzten Jahrzehnten dort keine wesentliche Änderung vollzogen; die Erdpyramiden seien nur durch die Erosionswirkung vertieft worden.





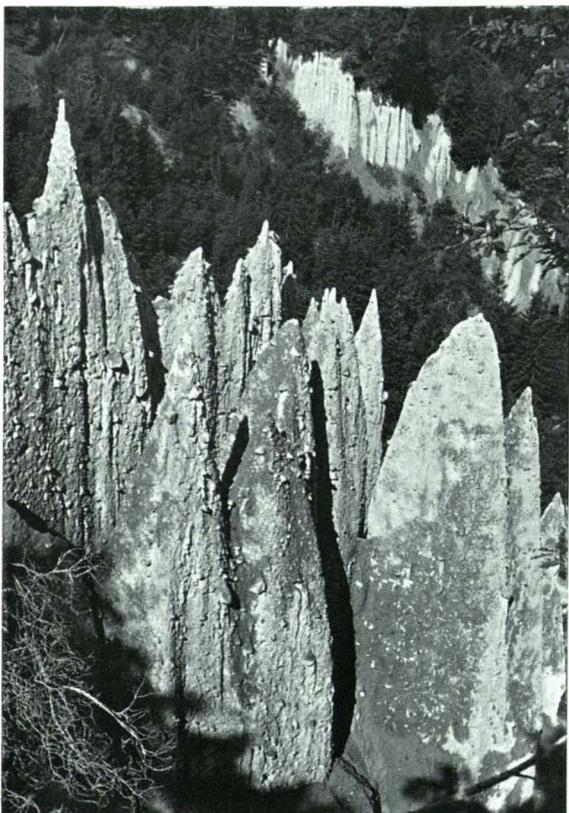
*Abb. 1 Entstehung von Erdpyramiden am Litschbach (Wielenberg, Pustertal). Der durch die Erosion fließenden Wassers zerschnittene Glazialschutt formt sich unter der Einwirkung des Schlagregens in Zacken, Pfeiler, Türme usw. um. Die Bedeutung eingelagerter Gesteinstrümmer für die Bildung und Erhaltung bestimmter Abtragungsreste ist unverkennbar
Aufn. G. Benl, 1965.*



*Abb. 2 Einzelne Erdsäule mit Deckstein bei St. Jakob im Sand (Bozen). Diese Aufragung besteht nicht aus Moränenschutt, sondern aus aufgeschottertem Gesteinsmaterial einer zwischeneiszeitlichen Periode
Aufn. G. Benl, 1965.*



*Abb. 3 Die „Erdpyramiden von Schloß Tirol“ bei Meran. Aus der entblößten Ostflanke des Köstengrabens treten kulissenartig Schuttwände hervor, aus denen sich vereinzelt Erdsäulen entwickelt haben. Rechts im Hintergrund Schloß Brunnenburg
Aufn. J. Kiem, 1965.*



*Abb. 4 Die Erdpyramiden von Steinegg. Da in den porphyrischen Verwitterungsmassen größere Geschiebe fehlen, tragen die aus Erosionsmauern (Vordergrund) und bewaldeten Schuttruppen (Hintergrund) hervorgehenden schlanken Erdkegel keine Schutzsteine. Mit ihrer Form bieten sie dem Regen den geringsten Widerstand und verlieren nicht an Gesamthöhe, solange das an dem harten Lehm abfließende Gerinne ihren Sockel weiter vertieft
Aufn. G. Benl, 1965.*



Abb. 5 Blick in den Katzenbachgraben bei Oberbozen.

*Zunächst bietet sich ein Haufwerk dichtgedrängter Kegel und Obelisken, nadel-
förmiger Säulen und geriefelter Pfeiler dar. Nimmt man aber die entsprechende
Blickrichtung ein, so erkennt man deutlich eine reihenförmige Anordnung der
Erddpyramiden. Ihre mittlere Höhe beträgt hier 6 bis 8 Meter; talwärts sind
Säulen und Spitzkegel von 12 Metern keine Seltenheit. Die überdeckten Formen
übertreffen die unbedeckten an Größe*

Aufn. G. Benl, 1962.

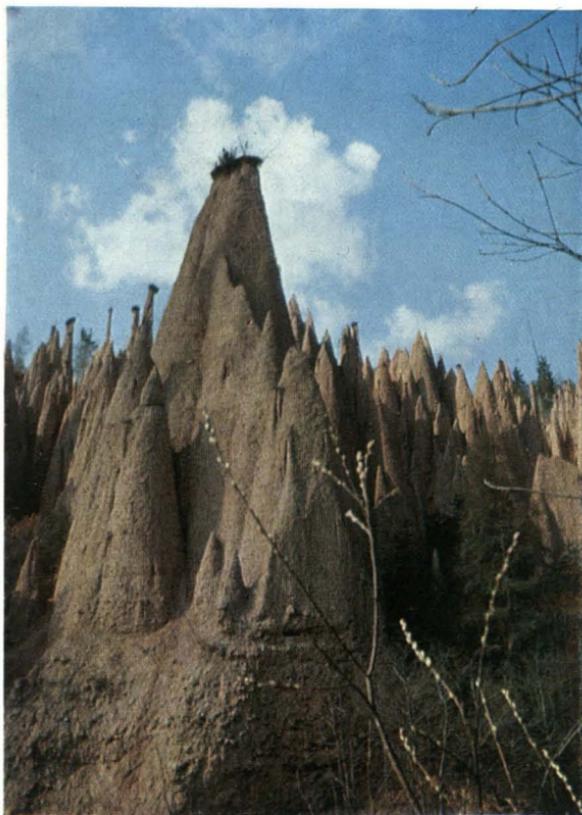
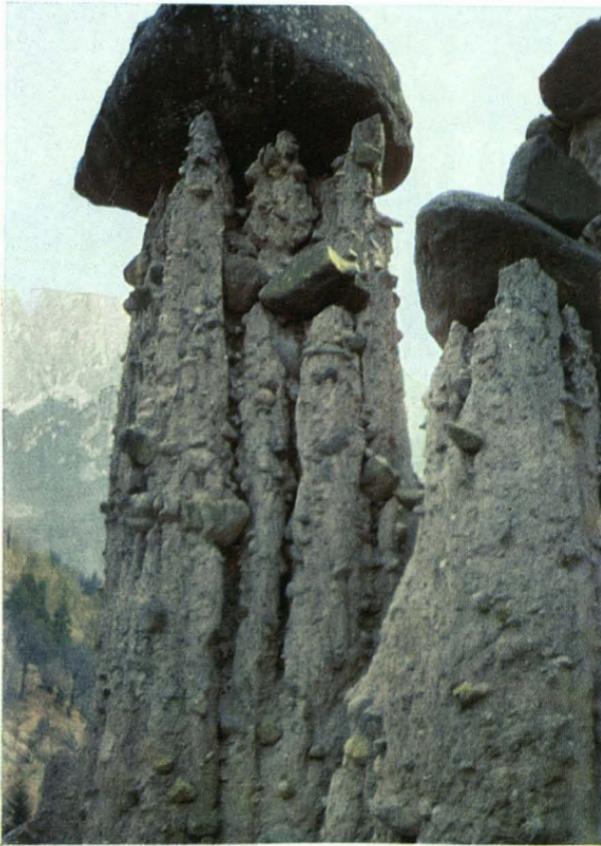


Abb. 6 Von der Talsohle des Katzenbachgrabens aus scheinen diese wuchtigen Erhebungen in den Himmel zu ragen. Nach Verlust ihres Decksteins nehmen sie meist Zuckerhutform an. Hier dürften Erdpyramiden zunächst aus einer verhältnismäßig breiten Schuttrippe durch seitliche Abtrennung entstanden sein; sie sind gegenüber der in noch ursprünglicher Höhe erhaltenen Mittelpartie (samt anschließender Schuttschneide) schon stark erniedrigt

Aufn. G. Benl, 1962.



*Abb. 7 Erdpyramide vom rechten Gehänge der Finsterbachschlucht.
Ein gerundeter Deckstein leitet das Regenwasser der Erdsäule zu, die durch
Kannelierungen allmählich zerteilt wird. Der Block stürzt ab, sobald sein
Gewicht die Tragfähigkeit der Teilsäulen überschreitet. Diese werden dann
abgebaut, bis ein tieferliegender Stein den Schutz der jeweils überdeckten Partie
übernimmt*

Aufn. G. Benl, 1962.



Abb. 8 Die Erdpyramiden an den Schutthängen des Gastererbaches bei Unterinn stellen Denudationsreste einer Moräne aus granitischem Material dar. Wie man sieht, halten sich plattenförmige Decksteine länger als gerundete

Aufn. G. Benl, 1962.



Abb. 9 Nachdem aus der Hangabdachung durch parallele Spülfurchen einzelne Schuttrippen zugeschnitten sind, setzt an diesen die Detailarbeit des Regenwassers ein und zerlegt schließlich den kompakten Blockhelm in Spitzpfeiler und steingekrönte Erdsäulen. Die Abbildung zeigt einen Blick in den Rufidauner Graben gegen Westen
Aufn. G. Benl, 1964.

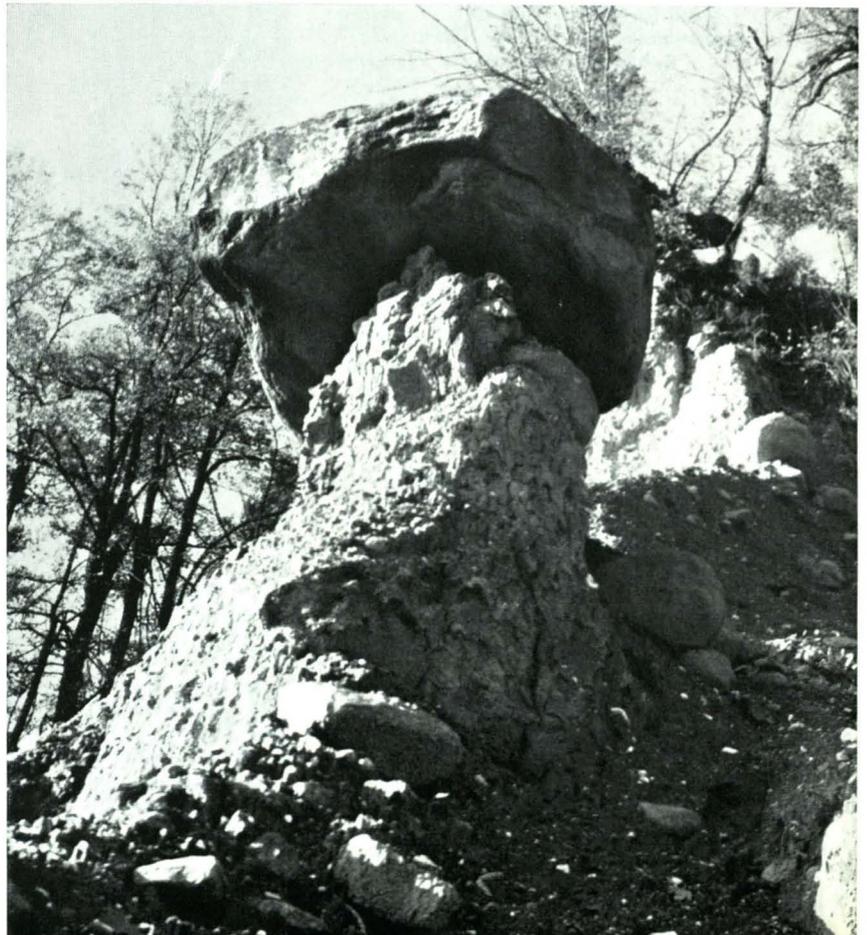
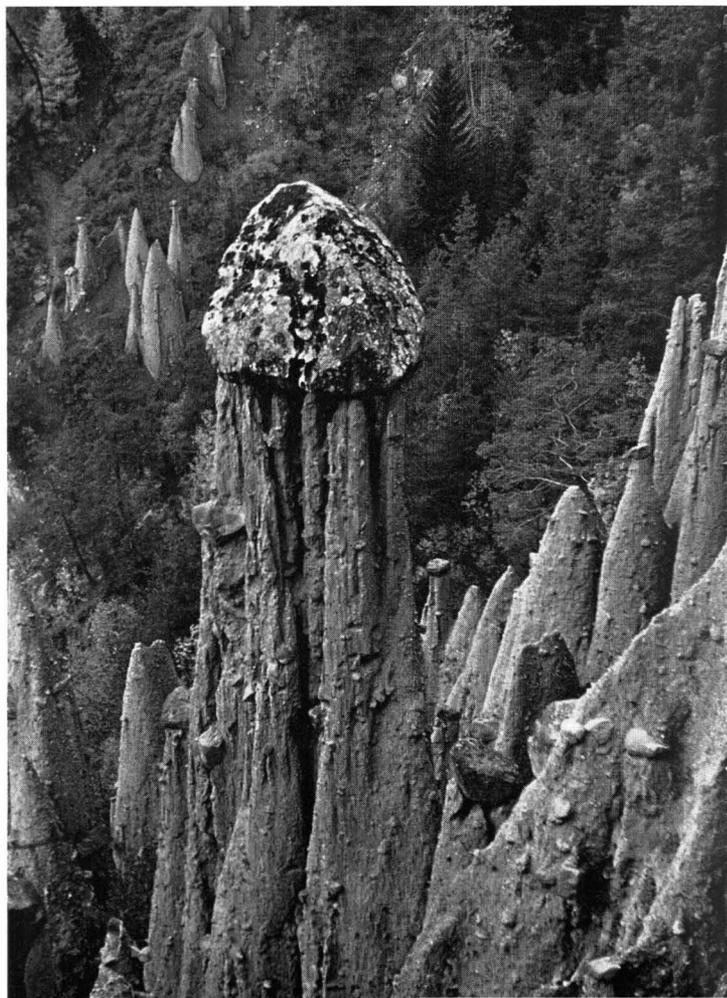


Abb. 10 Ein Erdpilz von der rechten Talflanke des Rufidauns, der sich aus einer niedrigen Schuttrippe an einer sanft geneigten Böschung entwickelte. Das Gewicht des Decksteins scheint zur Festigung und Erhärtung seiner Unterlage beizutragen
Aufn. G. Benl, 1964.



*Abb. 11 Eine ungewöhnliche Hangverzierung.
Linear gescharte Erdpyramiden von 6 bis
8 Meter Höhe im Finsterbachgraben. Die im
Abbau begriffenen Spitzkegel — an ihren
Flanken bilden sich zierliche Nebensäulen —
werden langsam von der Vegetation
überwuchert*
Aufn. G. Benl, 1964.



*Abb. 12 Während gegen das Bachbett zu
die Erdpyramiden allmählich der Auflösung
anheimfallen, schafft die Erosion an den
Steilhängen neue Bildungen. Hier ragen
einzelne Säulen 12 bis 15 Meter hoch*
Aufn. G. Benl, 1964.

allem dem „klassischen Typ“ zugehörige Erdpyramiden von einer Mannigfaltigkeit in Gestalt und Größe heraus, die einmalig sein dürfte. Recken einige stielschlanke Säulen ihre langen Hälse hinter den hohen Schuttkulissen hervor, so scheinen sich andere, Riesenpilzen gleich, dazwischen verstecken zu wollen. Über Herkunft und Entstehung der mehrfach geschichteten Moräne herrscht noch keine Klarheit. Ein großer Teil der ursprünglichen Erdpyramiden wurde bei der Naturkatastrophe des Jahres 1882 vernichtet (s. T o u l a, p. 607). Die in den letzten 60 Jahren durch Wildwasser angerichteten Zerstörungen sind den Abbildungen 46 und 47 in P e r n a s Werk (1963) zu entnehmen.

Fallen die Erdpyramiden von Segonzano durch ihre ungewöhnliche Vielfalt auf verhältnismäßig kleinem Raume auf, so übertreffen die Aufragungen am R i t t e n in ihrer großartigen Profilierung wie in ihrer Häufung alle vergleichbaren Oberflächenformen in den Alpen⁹⁾. Die meisten Lehrbücher der Allgemeinen Geographie bzw. Geomorphologie enthalten Hinweise auf diese weltberühmten, unter idealen Bedingungen entstandenen Erosionsgebilde Südtirols. Dabei handelt es sich vornehmlich um die EP-Gruppen an den Hängen des Katzenbachs und an denen des Finsterbachs. Letztere sind besser einzusehen, darum länger bekannt und genauer untersucht; sie stellen das „klassische Vorkommen“ am Ritten dar. Erstere — in der älteren Literatur noch kaum erwähnt — überraschen durch die Größe und Wucht der Einzelercheinung; unter ihnen dürften sich die höchsten Erdpyramiden Europas befinden.

Von der Bahnstation Oberbozen aus führt ein markierter Weg (23 blau) auf Höhe 1060 ganz nah an das weiträumigste und schönste Pyramidenfeld des K a t z e n b a c h -(Rufidaun-)Tales heran. Dem Blick, der sich hier auftut, entspricht etwa unsere Abbildung 5. Die meisten Besucher begnügen sich mit einer Betrachtung der in schmutzigem Rot leuchtenden, überaus eindrucksvollen Kegel und Säulen — einige erinnern an Gewölbepfeiler gotischer Dome — von der Terrassenkante aus. Wer jedoch diese imposanten, erstmals von Chr. Kittler (1897) beschriebenen Erdgestalten auf sich wirken lassen will, muß einem schmalen, bei trockenem Wetter gefahrlos gangbaren Steig hinab zur Talsohle (900 m) folgen und sich den monumentalen Komplex von unten her ansehen (s. Abb. 6). Unter Umgehung der Staustufen des oberen Katzenbaches läßt sich bei einiger Gewandtheit die Stätte auch von Wolfsgruben (1200 m) oder von Bozen aus über Signat (850 m) erreichen. Von Wolfsgruben ins Tal steigend (Weg 5 rot), gewinnt man einen vorzüglichen Einblick in das markante Pyramidenfeld des rechten Hanges, dem dann bachabwärts zwei weitere EP-Kolonien folgen. Die Fortsetzung des Weges (23) am rechten Talhang vermittelt eine gute Sicht auf drei kleinere Gruppen der Signater Seite.

Vegetationsreste, welche die Erdpyramiden anstelle eines Decksteins krönen, lassen unschwer erkennen, wie die Hangabdachung verlief, ehe die Erosion ihr Werk begann. Auffällig ist auch hier die reihenförmige Anordnung der an ihrer Basis häufig mit-

⁹⁾ *“Among many other examples of earth-pillars which I have seen in the Alps, some of the finest occur in the canton of Valais in Switzerland, though none of them form so striking a feature in the scenery as those near Botzen... they are the most remarkable of any for their number, size, and beauty”* (L y e l l). Zum selben Urteil gelangen spätere Autoren.

einander verbundenen Säulen und Spitzkegel. Daneben erblickt man — ähnlich wie in Segonzano — kulissenartige Rippen, die als „Erosionssporen“ z. T. noch der Böschung anliegen und sich von ihrer Firstlinie her allmählich auflgliedern, woraus die absonderlichsten Formen resultieren. Ganz offensichtlich haben also von der (ehemaligen) Moränenoberfläche her einströmende Wässer den Hang senkrecht zur Talrichtung in mehr oder minder breite Rippen zerschnitten, aus denen sich erst später durch die Detailarbeit (Ausnagen medianer Rinnen kleiner und kleinster Dimensionen) des fallenden Regens Zacken, Säulen, Kegel und dergleichen entwickelten (s. Abb. 9). In anderen Fällen — und das ist vom Terrassenrand unterhalb Oberbozens leicht zu erkennen — setzt die Bildung einer Erdpyramide unmittelbar an der grasbewachsenen Kante eines entblößten Steilhanges ein, nämlich dann, wenn etwa ein Steinblock der erodierenden Wirkung des nach heftigem Regen oder bei Schneeschmelze unter der Grasdecke austretenden Wassers entgegensteht. Er wirkt wie ein Wasserverteiler: Zu beiden Seiten des Hindernisses schneidet sich das Gerinne ein, der spätere Deckstein tritt samt dem von ihm geschützten Halbpfeiler immer stärker aus der Wand hervor. Während die durch ihre Bedeckung vor fließendem und fallendem Wasser mehr oder minder geschützten, an der Sonne immer wieder erhärtenden Partien standfest bleiben, zerfällt der ungeschützte Moränenlehm zu einem Brei, der mit abzieht. So werden schließlich Erdpyramiden vom „klassischen Typ“ aus der steilen Böschung herausmodelliert. Nur selten beobachtet man die Bildung einer relativ niedrigen, pilzförmigen Erdsäule am schwächer geneigten Hang (Abb. 10).

Besser noch als im Rufidauntal ist die reihenförmige Anordnung der Erdpyramiden an den Wänden des oberen F i n s t e r b a c h g r a b e n s zwischen Lengmoos und Mittelberg zu verfolgen. Ein großes Feld (mit etwa 120 ausgeprägten Erdsäulen und -kegeln) erblickt man, neben kleineren EP-Nestern und Einzelpyramiden, am linken Hang des Wildbaches von der Straße (Wegmarkierung 24) aus, die Lengmoos mit Maria Saal verbindet. Ein etwa gleich großes Feld mit annähernd derselben Zahl von Erdpyramiden¹⁰⁾ liegt am rechten Hang der Erosionsschlucht unterhalb dieser Straße (Abb. 11): Es läßt sich am besten vom gegenüberliegenden Terrassenrand einsehen, den man erreicht, wenn man sich nach Überqueren des Finsterbachs (Straße bzw. Holzbrücke in Höhe 1140 m) gegen Mittelberg wendet. Auf dieser Seite beobachtet man aus nächster Nähe, wie die Erdpyramiden einzeln aus dem Steilhang hervortreten bzw. in Reihen bei der Aufgliederung einer Schuttrippe entstehen (Abb. 12). Durch den Bau eines Holzdaches wurde an einer besonders bedrohten Stelle der rückschreitenden Erosion an der mit Wiesen und Feldern bestandenen Moränenoberfläche Einhalt geboten. Im ganzen sind aber die Erdpyramiden des Finsterbachgrabens — wohl des älteren der beiden Vorkommen — schon im Abbau begriffen. Dafür spricht u. a. ein Vergleich des Titelbildes in C o t t a s „Geologischen Briefen aus den Alpen“ (1850) mit den jetzigen Verhältnissen. Dreiviertel aller Pfeiler entbehren schon heute des Decksteins.

¹⁰⁾ Ihre Zahl wurde vielfach übertrieben. So liest man bei F. v. Hochstetter (1886): „Zu Tausenden stehen die Erdpyramiden, 8—30 Meter hoch... an den Gehängen... des Katzenbaches und des Finsterbaches.“

Sowohl am Katzen- wie am Finsterbach handelt es sich bei der erdigen Grundsubstanz im wesentlichen um Verwitterungsprodukte des Quarzporphyrs, dessen Massen einst im Perm in mehreren, durch Tuffhorizonte voneinander getrennten Lavaströmen die Erdoberfläche durchbrochen hatten. Die auch das Rittner-Massiv umfassende Bozner Porphyryplatte gilt als das größte Eruptivgebiet der Alpen. Verwittert und zermahlen lieferte später das Gestein mit seinen beiden Hauptkomponenten, dem Kalifeldspat und dem Quarz, Massen von Ton und Sand, die sich in der Grundmoräne zu schmutzig-rottem Lehm vermischten. Obwohl die Rufidauner Moräne ihre Entstehung derselben Gletscherzunge verdanken dürfte wie jene vom Finsterbach, ist der Baustoff der beiden EP-Vorkommen nicht allenthalben derselbe, da am Finsterbachgraben auch rasch verwitternde, graugrüne Porphyrtuffe anstehen. Daher die stellenweise etwas hellere Farbe — P e r n a nennt sie haselnußgrau („grigio nocciola“) — mancher Erdpyramiden am rechten Talhang des Finsterbaches (s. Abb. 7), die freilich z. T. auch auf das höhere Alter zurückzuführen ist. Hinzu kommen dort zahlreiche Chloriteinschlüsse, die einigen Erdsäulen einen grünlichen Farbton verleihen. (Nachdem 1895 G r e d l e r schon 24 verschiedene Quarzporphyre innerhalb der Bozner Platte unterschieden hat, kann es nicht wundernehmen, wenn der „Porphyrlehm“ an den einzelnen EP-Standorten unterschiedlich gefärbt ist.)

Anders liegen die petrographischen Verhältnisse beim Vorkommen am G a s t e r e r - b a c h nahe Unterinn. Zu diesem wenig bekannten, aber durchaus sehenswerten, mehrteiligen Standort gelangt man von Wolfgruben aus, wenn man der Wegmarkierung 7 (7 a) in südöstlicher bzw. östlicher Richtung folgt, bis die Straße beim Forstner-Hof den Gastererbach (Höhe 1050 m) überquert, und dann talabwärts geht. Vornehmlich aus der rechten Schluchtwand stehen kreidig-weiße, z. T. bläulich schimmernde Gehängeriippen vor, die sehr gut eine Aufgliederung in Erdpyramiden erkennen lassen (s. Abb. 8). Der Moränenschutt wurde aus dem Gebiet des oberen Eisacktales herab verfrachtet und geht auf verwitterten Granit und Gneis zurück.

Ein weiteres, jedoch wesentlich kleineres Vorkommen vom Charakter einer Lahn trifft man am E s c h e n b a c h unterhalb der Straßenbrücke (Markierung 1 rot) über diesen Bach (in Höhe 900 m): Aus hellfarbener Grundmasse ragen einige kleine Erdpyramiden mit Deckstein auf.

Die westlich von Pemmern gelegene G a s s e r - L a h n war zu Beginn des vorigen Jahrhunderts reich an ausgeprägten Erdsäulen. Die meisten von ihnen fielen einer Unwetterkatastrophe zum Opfer, und vor 25 Jahren standen nur noch fünf Erdpyramiden mit Deckstein, deren größte etwa 7 Meter emporragte; von ihr ist heute nur ein 3 bis 4 Meter hoher Stumpf, von den übrigen keine Spur vorhanden. Die „Erdpyramiden von Pemmern“ existieren also nicht mehr¹¹⁾.

¹¹⁾ Mit Recht beklagt sich A. G r o s s m a n n (1965) darüber, daß u. a. die K o m p a ß - W a n d e r k a r t e (1:50 000) noch Erdpyramiden bei Pemmern verzeichnet, das Vorkommen am Gastererbach hingegen ignoriert (s. a. H. K i e n e, *Bebildeter Führer vom Ritten*, überarbeitet von H. R o t t e n s t e i n e r, Bozen 1965).

Zur Geschichte der Erdpyramiden-Forschung

Als besonders auffällige Erscheinungen haben die grotesken Erdsäulen schon frühzeitig das Interesse der Naturforscher geweckt. In das wissenschaftliche Schrifttum dürften sie jedoch erst 1778 Eingang gefunden haben. F. v. Zallinger kommt in einer Dissertation vom August jenes Jahres kurz auf die Pyramiden von Unterinn und Lengmoos zu sprechen, deren Entstehung er mit der Tätigkeit des Regenwassers in Zusammenhang bringt¹²⁾. Von J. Rohrer stammt ein diesbezüglicher Hinweis¹³⁾ aus dem Jahre 1804; J. Yates¹⁴⁾ äußert sich 1831, A. Schmidl 1837 über die geologischen Sehenswürdigkeiten am Ritten¹⁵⁾. 1850 veröffentlicht B. Cotta eine der ersten brauchbaren Darstellungen des Phänomens; die Voraussetzungen für das Zustandekommen von Erdpyramiden sieht er in einer „geeigneten Zusammensetzung und Lage der steinigen Lehmanhäufungen“. Schon 25 Jahre zuvor hatte sich Sir John F. W. Herschel an die Hänge der Finsterbachschlucht begeben, um mit seiner Camera lucida (am 11. Sept. 1824) ein naturgetreues Abbild der eindrucksvollen Erosionsformen anzufertigen. Höchstwahrscheinlich war es diese Wiedergabe, die George Lyell veranlaßte, das nun schon vielbeachtete „Naturwunder“ selbst in Augenschein zu nehmen. Er reproduzierte einen Teil der Herschelschen Gesamtdarstellung in der 10. Auflage (1867) seiner damals richtungweisenden „Principles of Geology“, widmete den Erdpyramiden ein eigenes Kapitel und entwickelte darin eine Theorie ihrer Entstehung¹⁶⁾, die in wesentlichen Zügen heute noch gültig ist. Im Irrtum befand sich Lyell lediglich mit seiner Behauptung, die Schuttgebilde verdanken ihr Zustande-

¹²⁾ *«Vim aquae pluviae etiam ostendunt columnae, et pyramides illae, quas in montibus prope Unterinam et Lengmosium nunquam sine voluptate sum intuitus. Altitudo pyramidum est diversa: quaedam ad 15 et 20 pedes se erigunt: situm habent fere rectum: in quibusdam ex uno veluti trunco instar ramorum duae aut tres prominent; pene omnes in apicem coeunt, et quod spectantibus sane mirum apparet, tegitur ille apex in singulis quodam lapide grandiore. Phaenomenon exactius observaturus, cum propius ad pyramides accederem, deprehendi causam illius aliam non esse, quam pluviam, quae sensim omnem reliquam terram admodum mollem ita avexit, ut non nisi frustra illa pyramidalia remaneret, quae contra pluviarum injurias procul dubio a lapidibus, qui eorum vertici impositi cernuntur, defendebantur.»* (p. 26)

¹³⁾ „So z. B. finden sich auf den Bergen zwischen Unterinn und Lengmoos in Tirol oft 15 bis 20 Schuh hohe Spitzsäulen, welche um so auffallender sind, als auf ihnen wieder, gleich Ästen an einem Baumstocke, zwey auch drey kleinere Pyramiden auslaufen. Auf allen diesen Spitzen schwebt oder ruht oben ein schwerer Stein.“

¹⁴⁾ *“The steep declivity of naked gravel, with disseminated boulder-stones, is worn at some places by the rain into the sharp spires known under the names of Erde-pyramiden and Cheminées des Fées, which are seen developed in the greatest abundance and magnitude in the valleys above Botzen, and in other parts of the southern flank of the Alps.”*

¹⁵⁾ Nämlich über die an beiden Ufern des „Finsterwaldbaches“ „sich in dichten Reihen“ erhebenden „zahllosen kolossalen Erdthürme ... aus einer thonigten, röthlich gefärbten Porphyreerde, ... deren Spitze durch einen aufliegenden großen Stein oder einen buschigen Fichtenbaum gegen Verwitterung geschützt ist“ (p. 9, Taf. II).

¹⁶⁾ *“The columns consist of red unstratified mud, with pebbles and angular pieces of stone ... The whole mass ... answers in character to the moraine of a glacier, and some of the included fragments of rock have one or more of their faces smoothed or polished, furrowed and scratched, in a manner which clearly indicates their glacial origin ... The matrix of hard mud has been derived evidently from the decomposition of the red porphyry, of which the whole of this country is made up, and the most numerous and largest of the capping-stones consist of the same porphyry; but blocks of granite, two or three feet in diameter, which must have come from a great distance, as well as boulders of a hard chlorite rock equally foreign to the immediate neighbourhood, are also scattered sparingly through the reddish matrix. ... First a valley*

kommen ausschließlich dem fallenden Regen („... *columns, which are due therefore to pluvial action, not interfered with by fluvial erosion*“), sowie mit der Annahme, die Bildung der Erdsäulen könne Jahrhunderte beanspruchen („*columns, which often take centuries to form*“). Den zu Tal stürzenden Wässern schrieb er nur zerstörende Wirkung zu. Die Autoren der nachfolgenden Jahrzehnte haben diese Irrtümer berichtigt und *L y e l l s* Beobachtungen ergänzt.

Im Hinblick auf die Tatsache, daß die Erdauftragungen an ihrer Basis oft weit hinauf zusammenhängen, wodurch der Eindruck von Wänden und Graten (von den italienischen Autoren „*lamine di erosione*“ genannt) erweckt wird — freistehende Erdsäulen stellen „nur eine der letzten Stufen einer Entwicklung“ [dar], „welche durch allmähliche Übergänge aus einer Schuttwand zu isolierten Pfeilern oder Obelisken führt“ —, machte *R a t z e l* (1880) als erster das von den Gehängen fließende Wasser mit seinem starken Gefälle verantwortlich¹⁷). Er betont die innere Bindigkeit der Grundmasse und ihre Zerfällbarkeit, die eine fortschreitende Zergliederung des Ausgangsmaterials ermöglichen. Der Moränencharakter der Schuttmasse wird jedoch von ihm in Zweifel gezogen.

Nachdem schon *G ü m b e l* (1872) die dem Glazialschutt des Finsterbachgrabens beigemengten zentralalpiner Gesteine als „Rollstücke aus dem Gebiete des Brixner-Granites“ erkannt hat, kennzeichnen *Keilhack* (1896) und *Kittler* (1897) die Terrassen beiderseits der EP-Gräben als *Grundmoränen* des Etsch- bzw. Eisackgletschers. *S. Günther* (1902) wertet als „einflußreiche Momente, von deren Ineinandergreifen die Pyramidenbildung abhängt, ... vor allem die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge [*Kittler!*], ferner die Bestrahlung und Exposition der Schuttmasse, deren Färbung und petrographisch-geognostische Zusammensetzung.“ *Sauer* (1904) bezweifelt, „daß die Kegel bei Klobenstein einen bedeutenden Kalkgehalt haben“. *R. v. Klebelsberg*, der bekannte Innsbrucker Geologe, faßt in seinem Text- und Bildwerk „Die Südtiroler Erdpyramiden“ (1927) die brauchbaren Einzelbeobachtungen seiner Vorgänger in der eingangs formulierten Weise zusammen. Er analysiert den Porphyrschutt als mechanisch und chemisch besonders geeignetes Substrat für die Entstehung steilgeböschter Hänge und damit als hervorragenden Baustoff der Erdpyramiden („der Lehmreichtum fördert durch seinen Tonanteil die Wasserundurchlässigkeit und dichte Lagerung, die reichliche Beimengung von Quarzsand zum Ton fördert das oberflächliche Aufsaugungsvermögen und verhindert ein zu leichtes

was excavated in a country consisting almost entirely of red porphyry. Secondly, this original valley was filled up in its lower part by moraine matter, probably left by a large glacier as it retreated up the valley at the close of the Glacial Period. Thirdly, the chasm was cut out of this moraine by the Finsterbach ... The mud, which is very hard and solid when dry, becomes traversed by vertical cracks after having been moistened by rain and then dried by the sun. Those portions of the surface which are protected from the direct downward action of rain by a stone or erratic block, become gradually detached and isolated near the edge of the ravine ... Both in the main valley and its tributaries the columns are arranged in rows, which descend from the edge of the terrace to the torrent ...”

¹⁷ In Einzeldarstellungen wie in Lehrbüchern (*A. Penck*, 1894; *E. Obst*, 1930; *G. Wagner*, 1950 u. a.) wird jedoch noch länger an der rein pluvialen Korrosion und der Steinhuttheorie *L y e l l s* festgehalten.

Plastischwerden und zu rasches Auftrocknen, das starke Zerklüftung zur Folge hätte“); daneben hebt er die Notwendigkeit eines geeigneten Lokalklimas für die Erhärtung des Blocklehms hervor, eines Lokalklimas, das möglichst auch Wind- und Frosteinwirkung ausschließt. Das Erdpyramiden-Problem war damit im großen und ganzen gelöst.

Überraschenderweise erschien nun aber im Jahre 1932 ein Beitrag des Wiener Geologen F. X. Schaffner „Über die Erdpyramiden am Ritten bei Bozen“, in dem behauptet wird, der „Gehängelehm“ des Finsterbachgrabens sei, wie „sein großer Kalkgehalt zeigt“, „kein Zersetzungsprodukt des Porphyrs“, sondern „anscheinend vordiluvial“. In ihrem Innern sei die Talausfüllung „durch von den Talwänden einsickernde Wasserfäden konkretionär verfestigt worden. Es bildeten sich also in der Richtung des Gefälles des Hanges verlaufende, mauerngleiche, verfestigte Partien, die schon aus einer Reihe von Erdpyramiden bestehen.“ Schaffner war zu dieser seltsamen Vorstellung einer präexistierenden Konsolidierung innerhalb der lehmigen Grundmasse durch den Zeitungsartikel eines Herrn W. Müller („Dolomiten“ v. 18. 6. 1932) angeregt worden, in dem dieser mitteilt, „das Material, aus welchem die Erdpyramiden hervortreten“, sei nicht Moränenschutt der Eiszeit, sondern Schwemmschotter: „Eine ungeheure Wasserkatastrophe muß den Schotter in der Vorzeit hierhergebracht und auf den Bergen abgesetzt haben... Auf diesen Schotter [„Katastrophenschotter“] muß durch einen großen Zeitraum ein enormer Druck ausgeübt worden sein“, durch den die Schottermassen unter größeren Steinen „zu einem festen Konglomerat, den Pyramiden, verhärteten... So finden wir starre, harte Säulen eingeschlossen in lockerem Schotter... und ein Hochwasser zaubert sie augenblicklich hervor.“ Schaffner, dem außer der Lyllischen Darstellung, in der er den Hinweis auf das Vorhandensein gekritzter Geschiebe übersehen haben muß, die einschlägige Literatur anscheinend unbekannt war, bezeichnet die phantasiereichen Ausführungen Müllers als „überaus wichtige neue Beobachtungen“, dessen Behauptung, „daß die Erdpyramiden fertig in dem lockeren Material eingeschlossen sind und nur durch die Erosion bloßgelegt werden“, als „wichtige Tatsache“. Und v. Pia (1935) erblickt in der Schaffnerschen Arbeit „ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie fast jede scheinbar vollkommen erklärte Naturerscheinung rätselhaft wird, sobald man sie unbefangen und eingehend betrachtet“.

Uns scheint der ganze Vorgang eher ein Beispiel dafür, wie nachhaltig eine irrig, ja absurde Deutung — durch die Stimme der Autorität zu wissenschaftlicher Geltung gelangt — die Fachwelt zu beeindrucken, ja den Fortschritt der Wissenschaft zu lähmen vermag. Kogel bezeichnet 1941 und noch 1956 Schaffners Präformationshypothese als „unerwarteten Gesichtspunkt“¹⁸⁾. Maul (1958) zitiert sie ohne kritische Stellungnahme neben der klassischen Vorstellung: „Schaffner glaubt zu sehen, wie die unvergleichlich schönen Erdpyramiden am Ritten fertig in dem lockeren Material

¹⁸⁾ „Gleichwohl, auch wenn die Erdpyramiden-Fluchten als schon vorhandene Altgebilde, neuerdings lediglich wieder entblößt, aufzufassen sein sollten, ihre Erstentstehung, in dann freilich etwas weiter zurück liegender geologischer Vorzeit, dürfte doch so etwa im Sinne v. Klebelsbergs zu erklären sein“ (1941, p. 127). „Schaffner schildert, wie das Lockergestein nach Gewittern sowie während der darauf folgenden starken Abspülungen und Rutschungen schnell entfernt wurde und die Pyramiden „plötzlich hervortraten“ (1956, p. 116).

eingeschlossen sind und aus diesem durch die Erosion bloßgelegt werden.“ In anderen Werken der Geomorphologie (H. L o u i s 1960) bleiben die Erdpyramiden unerwähnt. v. K l e b e l s b e r g selbst teilt uns am 20. 2. 1962 brieflich mit: „Nachdem ich zu einer genauen Nachprüfung der Angaben S c h a f f e r s an Ort und Stelle noch nicht gekommen bin, halte ich mit einer sachlichen Stellungnahme lieber zurück. Im ganzen wüßte ich an meiner Darstellung vom Jahre 1927 nichts Wesentliches zu ändern.“

Dreißig Jahre mußten vergehen, ehe durch ein erneutes, eingehendes Studium der örtlichen Verhältnisse, durch den Nachweis der Entstehung von Erdpyramiden aus Schuttrippenflanken (B e c k e r 1962), durch die Feststellung des kalkführenden Anteiles am Gesteinsmaterial (B e n l 1963) sowie insbesondere durch zahlreiche und sorgfältige chemische Analysen (P e r n a 1963) dem Spuk der Präformationshypothese ein Ende gesetzt wurde.¹⁹⁾ Heute ist sich die Fachwelt wohl darüber einig, daß die Erdpyramiden Südtirols aus eiszeitlichen Blocklehm Massen entweder isoliert an Steilhängen oder reihenweise durch Aufgliederung von Erosionskulissen entstanden bzw. noch entstehen. War die Böschung bewaldet, so können — eine entsprechende B r e i t e der durch Hangzerschneidung voneinander getrennten Schuttrippen vorausgesetzt — auch an deren zugesteilten Flanken (unter dem Schutze überhängender Bäume) Erdpyramiden entstehen, wie das erstmals von B e c k e r (1962, 1963) sehr anschaulich dargelegt wird. Diese Art der EP-Bildung, die jedenfalls für den Finsterbachgraben erwiesen und dort, nach B e c k e r, der häufigste Bildungsmodus ist, stellt einen schönen Übergang zwischen den beiden anderen Entstehungsweisen dar (s. a. Abb. 6).

In fortgeschrittenen Stadien der Schuttrippenisolierung kann die Zusteilung der Seitenwände durch den Vorgang des Bodenfließens (der Solifluktion) beschleunigt werden: Während schnell abziehende Wässer die Spülrinnen zwischen den stehen gebliebenen Hangstreifen der einstigen Diluvialterrasse nur vertiefen, werden diese Erosionsbahnen durch den langsamer fließenden Lehm brei auf Kosten der Schuttrippenbasen auch erweitert (Kittler, B e c k e r). Natürlich ist damit die Gefahr einer seitlichen Unterhöhlung der Rippen bzw. der an ihren Seiten hervortretenden Halb- und Vollsäulen verbunden.

Die Rolle, die man dem Deckstein — von jeher hatte gerade er den Betrachter fasziniert²⁰⁾ — bei der Entstehung bzw. Erhaltung der Erdpyramiden zuschrieb, war einst heiß umstritten. Sollte nach L y e l l s Steinhuttheorie die Anwesenheit von „capstones“ unumgänglich sein (dieselbe Meinung vertraten z. B. S a u e r, P e n c k, P h i l i p p s o n, O b s t hinsichtlich der Ausbildung, L. W. G ü n t h e r, K e t t n e r, M a c h a t s c h e k u. a. bestenfalls bezüglich der Konservierung der Erdpyramiden), so hielten sie manche Autoren (R a t z e l, S. G ü n t h e r, v. L e i n i n g e n) für mehr

¹⁹⁾ Mit Einschränkung war sie schon 1952 von Barbieri abgelehnt worden: *«Una ipotesi esposta dal Müller e ripresa dallo Schaffer, che le piramidi dei depositi del Renon (dal primo considerati alluvionali e non morenici) siano una forma già costituita prima dell'erosione e che queste avrebbe solo la funzione di metterle a nudo, non è a nostro avviso accettabile se non nei limiti che abbiamo ora indicato: che cioè si presenti ancor prima dell'isolamento completo un parziale consolidamento del materiale protetto dal masso.»*

²⁰⁾ „Verliert eine Pyramide ihre Kopfbedeckung, so stürzt sie donnernd zusammen.“ (A. S c h a u b a c h 1867)

oder minder entbehrliche Beigaben. B e c k e r vertritt — jedenfalls für die Verhältnisse am Ritten — den Standpunkt, der Deckstein sei untrennbar mit der EP-Bildung verbunden ²¹⁾, P e r n a hält seine Anwesenheit nicht für unerlässlich. Daß eine Entstehung auch ohne Deckstein möglich ist, lehrt das Beispiel von Steinegg (s. Abb. 4). Richtungsweisend dürfte die Meinung v. K l e b e l s b e r g s sein, nach der sich das Vorhandensein von (mehr kantigen als gerollten) Blöcken zwar überaus günstig für die EP-Entstehung auswirkt, nach der jedoch auch eine „selbständige“ Entwicklung möglich ist. (Aus der Legende zu Tafel 4 — Katzenbach! — seines Bildwerkes: „sie haben die Form halbseitig ausgebildeter Pyramiden, wobei ihre Ausbildung ohne sichtbaren Spitzenschutz erfolgt; wohl ein Hinweis darauf, daß sich auch rundum freie Pfeiler nach Art der Spitzkegel ohne Deckstein entwickeln können.“)

Was schließlich das Alter der Erdpyramiden betrifft, so haben diese als rezente Bildungen zu gelten. B e c k e r führt mehrere Beispiele dafür an, daß ihre Entstehung in historischer Zeit erfolgte (s. a. unsere Fußnote 4). Im Falle des Finsterbach-Vorkommens ist allgemein bekannt, daß bis 1314 (in diesem Jahre ließ der Bozner Kaufmann H. K u n t e r einen Saumweg durch die Eisackenge brechen) der Weg nach Bozen von Kollmann (Waidbruck) ab über den Ritten führte und zwar, im wesentlichen der alten Römerstraße folgend, über Mittelberg und Lengmoos. Hierbei überquerte er die damals noch geschlossene Moränendecke des späteren Finsterbachgrabens. In Lengmoos hatte der Deutsche Ritterorden ein Spital errichtet, dem die Herren von Wangen am 9. 1. 1211 einen auf der Höhe des heutigen Schluchtgeländes gelegenen Hof übereigneten. Eben dieser Hof aber mußte 1410 wegen der zu stark gewordenen Erosion aufgelassen werden: Frühestens im Jahre 1410 also konnte die Bildung der Erdpyramiden am Finsterbach begonnen haben. Die Erdpyramiden im Rufdauntal dürften noch jüngeren Datums sein. Man gibt an, daß sich am Ritten innerhalb von 10 Jahren deutliche Änderungen an einzelnen Pyramiden, innerhalb von 30 Jahren an einer ganzen EP-Kolonie erkennen lassen; der Standort bei Pemmern (s. S. 82) liefert dafür ein anschauliches Beispiel. (Andererseits ist von den Erdpyramiden bei Zone am Iseosee bekannt, daß sie im Laufe von 80 Jahren keine wesentliche Veränderung erlitten haben.) B e c k e r geht gewiß nicht fehl mit seiner Annahme, viele EP-Vorkommen, vor allem aber die Lahnen, verdankten ihre Entstehung anthropogenen Einwirkungen. Häufig wurden erst durch ein Abholzen von Baumbeständen oder ganzer Wälder die Voraussetzungen für eine spätere Erosion geschaffen ²²⁾. Wir haben hier dasselbe Phänomen im kleinen vor uns, wie es im großen die Badlands in Nordamerika oder die großen Bodenverheerungen in Südamerika (K u n k e l 1963) bieten.

Die mit der EP-Bildung einhergehende, fortschreitende Erosion gegen den Talhang hin ist nicht selten mit wirtschaftlichen Schäden verbunden. So mußte der Weg entlang dem rechten Hang des Finsterbachgrabens schon mehrmals höher verlegt werden.

²¹⁾ Bezüglich der Ansicht S a u e r s widerspricht sich der Autor auf den Seiten 11 und 25 seiner Dissertation.

²²⁾ P h i l i p p s o n (1931, p. 58): „Die Säulen entstehen bei intensiver Durchfurchung des Gehänges durch Regenwasser ... Bedingung ist ein steiles, vegetationsarmes (z. B. entwaldetes) Gehänge ...“

(Ähnliche Verhältnisse liegen bei der Wieser-Lahn vor.) Andererseits möchte man, vor allem natürlich am Ritten, die bizarren, in ihrer malerischen Großartigkeit einmaligen Erdpyramiden im Landschaftsbild nicht mehr missen, und man sollte zumindest einige der EP-Vorkommen unter Landschaftsschutz stellen, nachdem schon Zerstörungen aus Mutwillen oder Geschäftstüchtigkeit begangen wurden.

Für fachliche Hinweise bin ich meinem Freunde Dr. H. Zöbele in (Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie München), für Beratung und Hilfe in phototechnischen Fragen meinem Kollegen G. Walter zu Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis

- Bach, E., 1915: Über die morphologische Bedeutung des Regens. — Diss. Erlangen.
- Barbieri, G., 1952: Le piramidi di terra di S. Valentino in Val d'Ega. — L'Universo 32 (4): 545—549, Firenze.
- Bartsch, G., 1936: Über Tuffkegelbildung in der Ausräumungslandschaft von Ürgüp in Mittel-Anatolien. — Z. Ges. Erdk. Berlin 1/2 : 1—11.
- Battisti, C., u. G. B. Trener, 1900: Variazioni del sistema idrografico della Valle di Pinè. Le piramidi glaciali di Segonzano. — Tridentum 3 (5/6) : 193—203, Trento.
- Becker, H., 1962: Vergleichende Betrachtung der Entstehung von Erdpyramiden in verschiedenen Klimagebieten der Erde. — Diss. Köln.
- 1963: Über die Entstehung von Erdpyramiden. — Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. 12 : 185—194.
- Behrmann, W., 1936: Erdpyramiden. — Umschau Wiss. Techn. 40 (34) : 667—669, Frankfurt/Main.
- Benl, G., 1963: Die Erdpyramiden am Ritten bei Bozen. Ein Bericht über die Theorien ihrer Entstehung. — Ber. naturw. Ges. Bayreuth 11 : 25—36.
- Beringer, C. C., 1957: Geologisches Wörterbuch. — 4. Aufl., bearb. von H. Murawski. Stuttgart.
- Boccianti, M., 1922: Sulla distribuzione geografica dei calanchi in Italia. — L'Universo 3 (9) : 585—605, Firenze.
- Böhm, A. v., 1899: Kittler, Ch., Über die geographische Verbreitung und Natur der Erdpyramiden. — Ref. in Peterm. Mitt. 45, Geogr. Literaturber.: 7, Gotha.
- Cotta, B., 1850: Geologische Briefe aus den Alpen. — Leipzig.
- Darton, N. H., 1921: Badlands of South Dakota and Nebraska. — Geol. Charakterbilder 25. Berlin.
- Eggers, H., 1961: Moränenterrassen im Wallis. — Freiburger geogr. Arb. 1 : 1—172.
- Gothan, W., 1937: Erdpyramiden und ihre Entstehung. — Naturforscher 14 (6) : 172—177, Berlin.
- Gredler, V. M., 1868: Die Urgletscher-Moränen aus dem Eggenthale (im Gebiete von Bozen). — 18. Programm d. Gymnasiums Bozen 1867/1868: 1—29.
- 1895: Die Porphyre der Umgebung von Bozen und ihre mineralogischen Einschlüsse. — Bozen.
- Grossmann, A., 1965: Erdpyramiden in Südtirol. — Natur und Museum 95 (7) : 297—288, Frankfurt/M.
- Gümbel, C. W., 1872: Gletschererscheinungen aus der Eiszeit (Gletscherschliffe und Erdfpfeiler im Etsch- und Innthale). — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Cl. 2 (2) : 223—255, München.
- Günther, L. W., 1909: Erdpyramiden. — Reclams Universum 52 (2) : 1187—1194, Leipzig.
- Günther, S., 1903: Glaziale Denudationsgebilde im mittleren Eisackthale. — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Cl. 32 (3) : 459—486, München.

- 1905: Erdpyramiden und Büsserschnee als gleichartige Erosionsgebilde. — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. 34 (3) : 397—420, München.
- 1906: Neue Beiträge zur Theorie der Erosionsfiguren. — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. 35 (3) : 477—494, München.
- Hochstetter, F. v., in A. Kirchhoff, 1886: Unser Wissen von der Erde, 1 (p. 410). — Prag u. Leipzig.
- Jassey, A., 1930: Erdpyramiden. — Natur und Museum 60 (11) : 528—532, Frankfurt/M.
- Keilhack, K., 1896: Erdpyramiden bei Bozen. — Prometheus 7 (337) : 398—400, Berlin.
- Kettner, R., 1959: Allgemeine Geologie, 3 (p. 117—119). — Berlin.
- Kittler, Chr., 1897: Über die geographische Verbreitung und Natur der Erdpyramiden. — Münchner geogr. Studien 3 : 1—56, und Diss. Erlangen.
- Kleibelsberg, R. v., 1912: Südtiroler geomorphologische Studien. Das mittlere Eisacktal (1). — Z. Ferdinandeums 3. F., 56 : 115—231, Innsbruck.
- 1922: Südtiroler geomorphologische Studien. Die Höhen zwischen Eisack- und Sarntal (Villanderer Alpe—Ritten). — Veröff. Mus. Ferdinandeum Innsbruck 1 : 1—84.
- 1923: Zur Geologie der Porphyrrplatte zwischen Eisack- und Sarntal. — Verh. geol. Bundesanst. 1923 : 49—59, Wien.
- 1927: Die Südtiroler Erdpyramiden. — Geol. Charakterbilder 35. Berlin.
- 1930: Das Bozner Land. — Alpenlandschaften 3 : 1—90. Wien u. Leipzig.
- 1933: Grundzüge der Geologie Tirols. In: „Tirol“, herausgeg. v. deutsch. österr. Alp.-Ver. 1 : 25—91, München.
- 1935: Geologie von Tirol. — Berlin.
- 1936: Höhen um Bozen. — Z. deutsch. österr. Alp.-Ver. 67 : 136—144, Stuttgart.
- 1948: Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie, 1. — Wien.
- 1956: Südtiroler geomorphologische Studien. Das Pustertal (Rienz-Anteil). — Schlern-Schr. 151 (p. 169), Innsbruck.
- Koegel, L., 1941: Regenrinnen und Erdpyramiden in Kalabrien und in den Alpen. — Natur und Volk 71 (3) : 120—128, Frankfurt/M.
- 1956: Spülfurchen und Erdpyramiden. — Kosmos 52 (3) : 115—116, Stuttgart.
- Kunkel, G., 1963: Vegetationszerstörung und Bodenerosion in Lateinamerika. — Arch. Naturschutz 3 (1) : 59—80, Berlin.
- Leiningen, W. zu, 1909: Über Erdpyramiden. — Abh. naturhist. Ges. Nürnberg 18 (1) : 57—70.
- 1914: Übersicht über die geologischen und bodenkundlichen Verhältnisse im Bozener Erkursionsgebiete. — Naturwiss. Z. Land- und Forstwirtsch. 12 (6) : 312—322, Stuttgart.
- Lepsius, R., 1878: Das westliche Südtirol geologisch dargestellt. — Berlin.
- Lun, A., 1943: Le piramidi di terra del Renon. — Atesia Augusta 1/2 : 15—17, Bozen.
- 1954: Hundert Jahre Schrifttum über den Rittnerberg. — Cultura Atesina 7 : 83—96, Bozen.
- Lyell, Ch., 1867: Earth-pyramids or stone-capped pillars of Botzen in the Tyrol. In: Principles of Geology 1 : 335—340. — X. edit., London.
- Machatschek, F., 1959: Geomorphologie. — 7. Aufl., (p. 46), Stuttgart.
- Mauil, O., 1958: Handbuch der Geomorphologie (p. 115). — Wien.
- Maurer, F., 1958: „Erdpyramiden“ und verwandte Abtragungformen. — Dolomiten, Nr. 150 vom 3. 7. 1958, p. 3—4, Bozen.
- 1965: Die Südtiroler Erdpyramiden. — Schlern 39 (5) : 189—192, Bozen.
- Meusburger, K., 1914: Die Erdpyramiden bei Bruneck. — Z. Ferdinandeums 3. F., 58 : 453—455, Innsbruck.
- 1920: Die Brunecker Erdpyramiden. — Schlern 1 (9/10) : 129—132, Bozen.
- Mojsisovics von Mojsvar, E., 1879: Der alte Eisackgletscher. In: Die Dolomit-Riffe von Südtirol und Venetien, (p. 136—139). — Wien.

- Mosna, E., 1923: Un po' di morfologia della Valle di Cembra (Avisio). — Studi Trentini 4 (4) : 314—322, Trento.
- Müller, G., 1953: Beobachtungen an den Tuffen von Ürgüp (Provinz Kayseri, Zentralanatolien). — N. Jb. Geol. Paläont., 513—519, Stuttgart 1954.
- Müller, W., 1932: Die Entstehung der Erdpyramiden. — Dolomiten, Nr. 73 vom 18. 6. 1932, Bozen.
- Obst, E., 1930: Erdpyramiden und „Badlands“. In: Supan-Obst, Grundzüge der Physischen Erdkunde 2 (1) : 177—180. — 7. Aufl., Berlin u. Leipzig.
- Penck, A., 1887: Der Brenner. — Z. deutsch. österr. Alp.-Ver. 18 : 1—22, München.
— 1894: Morphologie der Erdoberfläche, (p. 234—236). — Stuttgart.
- Perna, G., 1958: Le Piramidi di Terra di Segonzano e del Renon. — Natura Alpina, 9 (1) : 3—7, Trento.
— 1962: Piramidi di Terra e Piramidi di Erosione nel Trentino-Alto Adige. — Mem. Mus. Stor. natur. Venezia Tridentina 14 (2) : 1—209, Trento.
- Philippson, A., 1931: Grundzüge der Allgemeinen Geographie, II, 2.—2. Aufl., Leipzig.
- Pia, J. v., 1935: Schaffer, F. X., Über die Erdpyramiden am Ritten bei Bozen. — Ref. in N. Jb. Miner., Geol. u. Paläont., III : 556, Stuttgart.
- Pichler, H., 1959: Neue Ergebnisse zur Gliederung der unterpermischen Eruptivfolge der Bozener Porphyry-Platte. — Geol. Rdsch. 48 : 112-131, Stuttgart.
- Ratzel, F., 1880: Ueber die Entstehung der Erdpyramiden. — J.-Ber. geogr. Ges. München 6 : 77—88.
— 1902: Die Erde und das Leben, 1 (p. 552—558). — Leipzig u. Wien.
- Rohrer, J., 1804: Abriss der westlichen Provinzen des österreichischen Staates. — Wien.
- Salmoiraghi, F., 1886: Le piramidi di erosione ed i terreni glaciali di Zone. (Contribuzione alla geologia neozoica del Lago d'Iseo.) — Boll. Soc. geol. Ital. 4 : 117—142, Roma.
- Sauer, L., 1904: Die Erdpyramiden in den Alpen und verwandte Bildungen. — J.-Ber. Friedr.-Wilh.-Realgymn. Stettin 64 : 3—12.
- Schaffer, F. X., 1932: Über die Erdpyramiden am Ritten bei Bozen. — Verh. geol. Bundesanst. Wien 1932 : 163—165.
- Schaubach, A., 1867: Die deutschen Alpen IV. Das mittlere und südliche Tirol. — 2. Aufl., Jena.
- Schmidl, A. A., 1837: Die gefürstete Grafschaft Tirol mit Vorarlberg. — Stuttgart.
- Sjuts, H., 1907: Über die Bedeutung der Verwitterung für die Umgestaltung der Erdoberfläche, (p. 33—34). — Diss. Bonn.
- Stiný, J., 1910: Die Muren. Versuch einer Monographie mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in den Tiroler Alpen. — Innsbruck.
- Toula, F., 1892: Über Wildbach-Verheerungen. — Schr. Ver. Verbr. naturwiss. Kenntn., 32 : 501—624, Wien.
- Vecchia, O., 1955: Longevità delle piramidi di erosione di Zone (Lago d'Iseo, Lombardia). — Atti XVI Congr. Geogr. Ital. Padova-Venezia 20—25 Aprile 1954, (555—559), Faenza.
- Wagner, G., 1950: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. — 2. Aufl., Öhringen.
- Wolff, F. v., 1905: Bericht über die Ergebnisse der petrographisch-geologischen Untersuchungen des Quarzporphyrs der Umgegend von Bozen. — Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Wiss. 49/50 : 1043—1055, Berlin.
- Yates, J., 1831: Remarks on the Formation of Alluvial Deposits. — Edinburgh new philos. J., London, 1—41.
- Zallinger, F. v., 1778: De caussis ex remediis inundationum in Tyroli dissertatio. — Innsbruck.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [31_1966](#)

Autor(en)/Author(s): Benl Gerhard

Artikel/Article: [Über Südtiroler Erdpyramiden und ihre Entstehung 74-91](#)