

Die Bergsturzlandschaft am Fernpaß

EINE FAHRT über den Fernpaß ist selbst für den eiligen Durchreisenden ein besonderes Erlebnis, denn sie führt in eine der reizvollsten Landschaften Tirols. Mühsam schlängelt sich die Paßstraße durch ein unstetes, kleinkuppiges Gelände auf dem Grunde der Fernpaßfurche. Sie zieht vorbei an wundervollen Seen, die — eingebettet zwischen das Hügelgewirr — das dunkle Grün der umgebenden Föhren- und Fichtenwälder widerspiegeln. Im Gegensatz zu anderen Paßlandschaften, die ja meist in die unwirtliche Hochgebirgsregion aufragen, bietet der Fernpaß ein liebliches, friedvolles Bild. Um so mehr überrascht, daß die Hügel auf dem Grunde der Paßfurche und auch der Fernpaß selbst ihre Entstehung einer gewaltigen Bergsturzkatastrophe verdanken.

Der Begriff Bergsturzlandschaft erweckt im allgemeinen die Vorstellung eines unregelmäßigen Sturzackers wild durcheinandergewürfelter Trümmerblöcke. Am Fuße des Abbruchgehänges erwartet man ein Haufwerk grober Gesteinsbrocken, das ohne sichtbare Ordnung den Talboden überdeckt. Die Bergsturzlandschaft am Fernpaß bietet jedoch ein ganz anderes Bild, denn ihr Ablagerungsgebiet zeigt in der Form und Abfolge ihrer Schutthügel eine Reihe auffallender Gesetzmäßigkeiten, wie man sie beim chaotischen Vorgang einer Bergsturzkatastrophe nicht erwartet. Diese Gesetzmäßigkeiten aufzuzeigen und zu deuten, soll die Aufgabe des folgenden Aufsatzes sein.

Zuvor wollen wir aber den Blick auf die Talung lenken, in die der Niedergang des Fernpaßbergsturzes erfolgte. Die Karte des Wetterstein- und Mieminger Gebirges, Blatt West, die dem diesjährigen Alpenvereinsjahrbuch beiliegt, bildet die Fernpaßfurche in ihrem ganzen Verlauf ab. Tief eingesenkt zwischen die Loreagruppe (Lechtaler Alpen) im Westen und die Mieminger Kette im Osten windet sich diese Talung durch die Nördlichen Kalkalpen. Sie wächst dabei mit dem weiten Kessel des Lermooser Beckens im Norden und dem breiten Gurgltal im Süden zu einer S-förmig gewundenen Talflucht zusammen und schafft damit eine günstige Verkehrsverbindung zwischen dem randalpinen Bereich und dem Inntal.

Die jäh aufschießenden massigen Kalkklötze der Mieminger Kette östlich der Talfurche überragen die etwas zahmeren Gipfel und Grate der Loreagruppe und beherrschen das Landschaftsbild. Dieser große landschaftliche Gegensatz ist Ausdruck der wichtigen geologischen Grenzfunktion des Fernpasses: Im Osten liefert der besonders widerstandsfähige, helle Wettersteinkalk das Baumaterial der stark gegliederten Gebirgsstöcke der Mieminger Kette. Er bildet die schlanke Pyramide der Ehrwalder Sonnspitze, den prallen Kalkstock des Wampeten Schrofens und die geschlossenen Kalkmauern der Handschuhspitzen. Den blanken Wandfluchten des Wettersteinkalks stehen die weniger stark als Einzelgestalten herausmodellierten, doch schrofigen und kühn gezackten Gipfel und Grate des dunkleren Hauptdolomits gegenüber, der hauptsächlich die Loreagruppe aufbaut. Im Gegensatz zum festen Wettersteinkalk zerfällt der spröde Hauptdolomit leicht in scharfkantigen, polygonalen Grus.

Die Fernpaßfurche scheidet jedoch nicht nur zwei Gesteinsbereiche voneinander. Sie trennt auch zwei Stockwerke im Gebirgsbau der Nördlichen Kalkalpen. Die Loreagruppe wird ausschließlich von der Lechtaldecke, dem tieferen Stockwerk, aufgebaut. Im Bereich der Mieminger Kette legt sich auf die jüngeren Hauptdolomitablagerungen der Lechtaldecke plötzlich der weit ältere Wettersteinkalk. *Ampferer* zählt daher die Wettersteinkalkberge der Mieminger Kette zu einer höheren Deckeneinheit, nämlich

zur Inntaldecke, die von Süden her der Lechtaldecke aufgeschoben wurde¹. Mit markanter Stirn bricht die Inntaldecke zur Fernpaßfurche ab.

Der Fernpaß hat jedoch nicht nur Scheidefunktion, denn zumindest im Tertiär war er ein wichtiges talgeschichtliches Bindeglied zwischen dem inneralpinen Längstalsystem des Inns und dem randalpinen Bereich. Alte Talböden an den Flanken der Paßfurche und zentralalpine Schotter im Alpenvorland beweisen, daß die Zentralalpen einst über den Fernpaß entwässert wurden (vgl. *Graul* 1939, S. 47). Diese alte Alpenquerentwässerung wurde jedoch schon lange vor der Eiszeit zerschlagen.

Während der Eiszeit zwängten sich die mächtigen Eismassen des Inngletschers, der im Inntal bis etwa 2300 Meter NN answoll (*Goldberger* 1950, S. 16), durch die enge Durchgangspforte am Fernpaß und erreichten über das Lermooser und Werdenfelser Becken das Alpenvorland.

Die deutlichen Spuren, die die tertiäre Talentwicklung und die eiszeitliche Überformung im Gelände hinterließen, sollen hier übergangen werden. Wir wollen uns nicht mit den großen Zügen im Landschaftsbild beschäftigen, sondern nur mit dem unruhigen, kleinkuppigen Relief auf dem Grunde der Fernpaßfurche, das auf der Karte des Wetterstein- und Mieminger Gebirges gut zur Darstellung kommt.

In vielen Windungen bahnt sich die Fernpaßstraße ihren Weg durch ein Gewirr höchst eigenwilliger Geländeformen, die sofort die Aufmerksamkeit des geübten Beobachters auf sich lenken. Auffallend sind schon die bis über vierzig Meter hohen, frei stehenden Hügel bei Biberwier, am nördlichen Eingang des Fernpaßtales, an deren Füße die Paßstraße vorbeizieht. Wie Fremdkörper scheinen diese überraschend regelmäßig geformten Erhebungen dem flachwelligen Gelände des Talbodens aufgesetzt. Die völlig glattflächigen Flanken der Hügel besitzen ein konstantes Gefälle und verschneiden sich oben zu scharfen geradlinigen Firsten. Damit entsteht das Bild eines symmetrisch gebauten Daches.

Talauf werden diese Aufragungen immer höher und breiter. Schließlich erfüllt das kleinkuppige Gelände die Talung in ihrer vollen Breite. Aufschlüsse am Fuße dieser Erhebungen zeigen, daß sie nicht aus anstehendem, festem Gestein bestehen, sondern durchweg aus regellos durcheinandergewürfeltem, lockerem und kantigem Blockwerk, Kleinschutt und Grus. Es handelt sich hier fast ausschließlich um Hauptdolomitschutt.

Eine willkommene Abwechslung im unruhigen Auf und Ab des Trümmergeländes bieten die stark zerlappten, oberflächlich abflußlosen Seen, die hin und wieder zwischen den dichten Wäldern hervorleuchten.

Im Bereich des Weißensees schließen sich die anfangs isolierten Aufragungen zu geschlossenen Schuttwällen zusammen. Als ausgesprochene Barrieren legen sie sich dabei quer über das Tal. In die oberflächlich abflußlose Mulde zwischen zwei solchen Wällen schiebt sich der langgestreckte Blindsee.

In weitem Bogen holt die Fernpaßstraße um den Südostzipfel des Blindsees aus, um danach den steilen Nordabfall des höchsten der Schuttwälle zu erklimmen, wo sie in nur 1210 Meter NN die Paßhöhe erreicht. Den über zweihundert Meter hohen Südabhang dieser Schuttbarriere überwindet sie in einer weiten Schleife über die ganze Talbreite hinweg.

Am Südfuß setzen dann sofort wieder die regelmäßig geformten Schutthügel mit ihren glattflächigen Flanken und geradlinigen Firsten ein. Aneinandergereiht, wie Perlen an der Kette, ziehen sie talaus. Dabei halten sie sich vorwiegend an die Talmitte, so daß auf beiden Talseiten durchgehende Tiefenlinien entstehen, die von der Paßstraße ausgenützt werden. Ein besonders regelmäßiger Schutthügel, der beinahe geometrisch genau die Form einer Pyramide mit dreieckiger Grundfläche besitzt, wird ringsum vom Fernsteinsee umgeben. Die stark zugespitzte Pyramidenspitze wird von der Ruine Sigmundsburg gekrönt.

¹ *Ampferer* 1912, S. 202–205; siehe Schriftumsverzeichnis am Ende des Aufsatzes.

Gegen Nassereith verlieren die Erhebungen allmählich an Höhe und Umfang. Ihre letzten Ausläufer durchspießen jedoch noch drei Kilometer vor Tarrenz als knapp ein Meter hohe Schutthügelchen den ebenen Aufschüttungsboden des Gurgltales.

In der Anordnung der verschiedenen Hügelformen und in der Schuttmassenverteilung zeigt sich somit eine auffallende Symmetrie beiderseits des Fernpasses, wo die Schuttmassen ihren Kulminationspunkt erreichen.

Die Erforschung der Trümmerlandschaft

Die merkwürdige Gestalt der Schutthügel forderte schon früh zu einer Erklärung heraus. Wegen der Regelmäßigkeit der Formen hielt man es zunächst nicht für ausgeschlossen, daß es sich hier um Menschenwerk handelt (vgl. Much 1871, S. 107).

Der erste ernsthafte Lösungsversuch stammt von *Albrecht Penck*, dem Begründer der modernen Eiszeitforschung in den Alpen. Die Schuttmassen auf der Talsohle machten auf ihn „den Eindruck einer eingestürzten zusammengebrochenen Masse“ (1882, S. 59). Er sah in dem Blockwerk die Trümmer einer einst viel höher aufragenden Paßschwelle, die durch Auslaugung eines Gipslagers an ihrem Südfuß in sich zusammengebrochen sei.

Falbesoner (1887, S. 14. f.), der sich um die Erforschung der Trümmernassen in der Fernpaßfurche sehr verdient gemacht hat, gelang es hingegen, diese doch sehr gewagte Einsturzhypothese zu entkräften. In dem Gipsvorkommen erkannte er nur eine rein lokale Bildung, die nie in dem geforderten Maße den Fernpaß unterlagert haben konnte. Die Schutthügel waren für ihn dagegen nicht die Trümmer eines Einsturzes, sondern die Endmoränen eines eiszeitlichen Lokalglatschers.

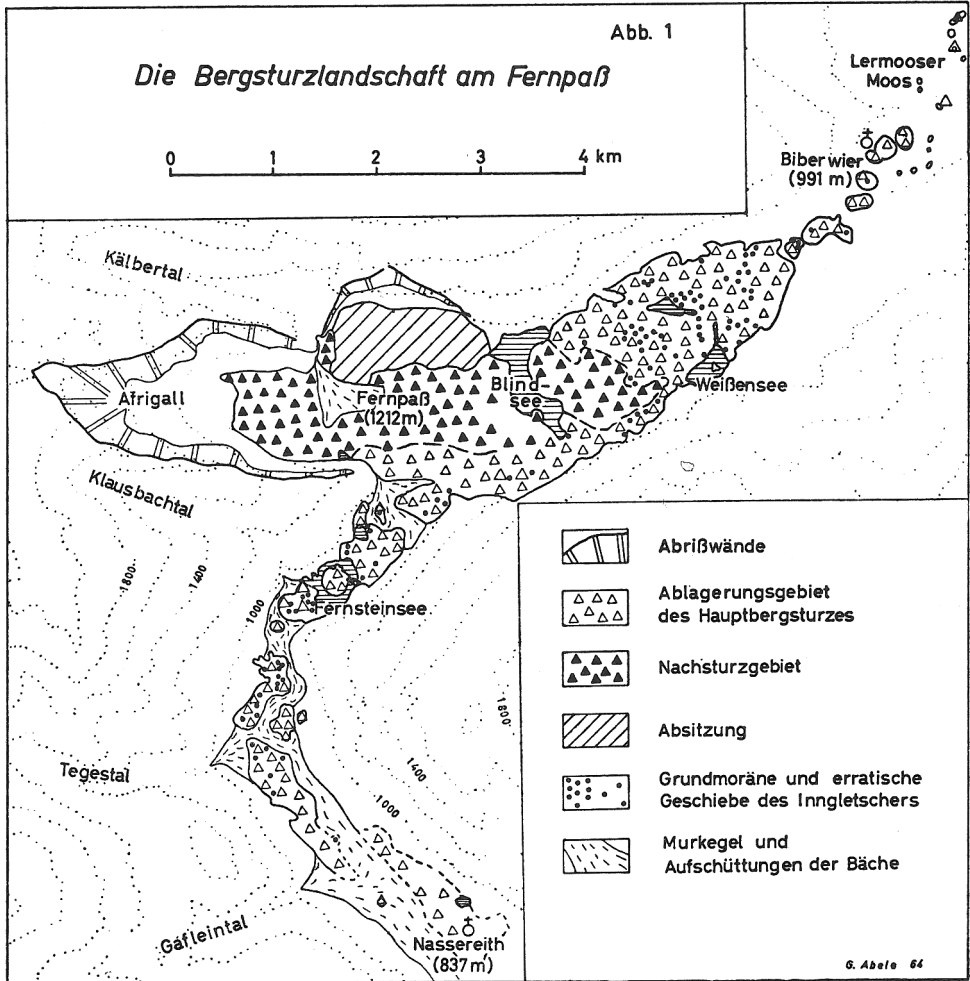
Als die Zeugen einer gewaltigen Bergsturzkatastrophe wurden die Schutthügel erst viel später von *Albrecht Penck* (1901/09, S. 293) erkannt, der inzwischen seine Einsturzhypothese aufgegeben hatte. *Ampferer* (1904) schloß sich dieser Ansicht an. Beide Autoren vermuten, daß der Bergsturz in einen dem Inntal tributären Talzug niedergefahren sei. Die heutige Wasserscheide am Fernpaß sei daher erst durch den Fernpaßbergsturz entstanden.

Penck nannte die regelmäßigen Schuttaufragungen in der Paßfurche „Tomahügel“. Der Ausdruck „Toma“ war zunächst eine rätoromanische Lokalbezeichnung für die ebenfalls dachförmigen Bergsturzhügel bei Ems in der Rheinebene westlich von Chur. Dort hatte *Tarnuzzer* (1896, S. 56 ff.) als erster von einer „Tomalandschaft“ gesprochen.

Die Abbruchsnische

Das Herkunftsgebiet der mächtigen Schuttmassen fanden *Penck* und *Ampferer* westlich der Paßhöhe, im Bereich der größten Schuttanhäufung. Über drei Kilometer greift die gewaltige Abbruchsnische des Fernpaßbergsturzes in die Ostflanke des Loraokopfes ein und bildet zwischen dem Kälber- und Klausbachtal die Hohlform des „Afrigall“. Das Halbrund der Abrißwände umschließt nach Art eines riesigen Amphitheaters den flachen Nischenboden. Gegen Osten erniedrigen sich die beiden Flügel der Nische in zunehmendem Maße und treten dabei zu einer etwa eineinhalb Kilometer breiten Öffnung auseinander. Der Höhengsprung zwischen dem Nischenboden und der oberen Abrißkante erreicht über tausend Meter.

Wahrscheinlich ist die Abbruchsnische noch weit größer, als sie von *Ampferer* angenommen wurde. Während nämlich das Hohlvolumen des „Afrigall“ nur 0,6 Kubikkilometer beträgt, liegt in der Fernpaßfurche weit mehr Trümmermaterial: Bei Annahme eines durchgehenden Talgefälles zwischen dem Lermooser Becken und dem Gurgltal ergibt sich ein Maximalvolumen von 1,3 Kubikkilometern. Verbirgt sich jedoch eine Schwelle unter den Schuttmassen, die nur knapp unter dem Blindsee durchzieht, so beträgt das Minimalvolumen immer noch 0,9 Kubikkilometer. Um das Trümmer-



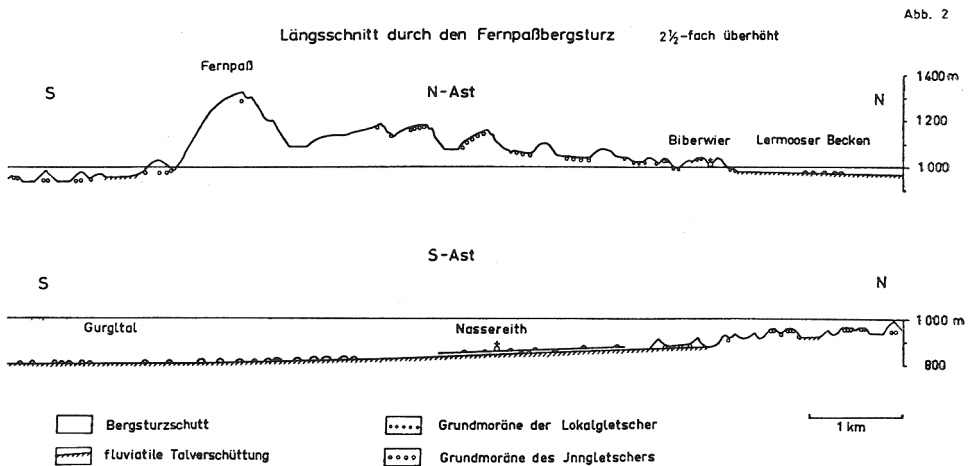
material in der Hohlform der Nische unterzubringen, bleibt nur noch übrig, eine größere Ausdehnung des Liefergebietes nach Osten anzunehmen. Tatsächlich springen auch die Abbruchswände des Nordflügels der Nische über das Kälbertal hinweg zum Südfuß der Gartnerwand über, wo sie, bajonettartig nach Norden versetzt, fast bis zum Blindsee vorstoßen. Durch das weitere Ausgreifen des Abbruchsgebietes nach Osten findet auch die heutige Talweitung am Fernpaß ihre zwanglose Erklärung. Die Abbruchsnische umfaßt daher nicht nur das „Afrigall“, sondern auch den Talraum westlich der Paßhöhe. Der Betrachter auf dem Fernpaß steht damit am Fuße des einstigen Abrißgehänges.

In seiner neuen Umgrenzung besitzt das Abbruchsgebiet nunmehr ein Maximalvolumen von etwa einem Kubikkilometer. Dieser Wert liegt zwischen den beiden Extremwerten des Ablagerungsgebietes und entspricht auch dem von Penck (1901/09, S. 293) für das Trümmerwerk geschätzten Betrag.

Als größter der ostalpinen Bergstürze überstreute der Fernpaßbergsturz eine Fläche von etwa 15,5 Quadratkilometern. An der Paßhöhe erfüllt er die Talung in einer Mächtigkeit von über 350 Metern.

Damit ist der Fernpaßbergsturz keineswegs die größte Massenbewegung der Alpen. Die gewaltigen Trümmerablagerungen des Flimser Bergsturzes im Vorderrheintal sind über 620 Meter mächtig, überstreuen eine Fläche von 49 Quadratkilometern (Heim 1932, S. 127) und besitzen ein Volumen von 10 bis 15 Kubikkilometern (Oberholzer 1933, S. 599).

Die Ursache der mächtigen Absturzbewegung am Fernpaß ergibt sich schon aus der Gestalt der Abbruchsnische. Eine derart weit ins Gehänge eingreifende, schlauchartige Hohlform kann sich nie durch bloße Hangunterschneidung gebildet haben. Die primäre Ursache ist daher in der geologischen Struktur zu suchen. Die oberen Teile des Nischenstüdflügels zeigen auch tatsächlich alle Anzeichen einer intensiven tektonischen Beanspruchung. Die dünn gebankten und stark verfäلتeten Hauptdolomitlagen sind hier sehr stark zerrüttet. Die Abrißsnische hat demnach wohl einer langgestreckten Zone brüchigen Hauptdolomits nachgetastet. Auffallend ist auch, daß im Abrißgebiet jeweils die wandparallelen Klüfte überwiegen.



Die Mechanik des Trümmerstromes

Nach ihrer Sturzfahrt aus der Nische brandeten die Bergsturzmassen sofort am Gegengehänge auf. Durch die Wucht des Aufpralls erfuhr die Bewegung eine entscheidende Abbremsung, denn etwa die Hälfte der Schuttmassen blieb unmittelbar vor dem Ausgang des Abbruchsgebietes liegen und bildet die heutige Paßhöhe. Die Energie der Sturzbewegung war jedoch längst noch nicht aufgezehrt, denn der Rest des Blockwerks schoß in zwei schmalen Zungen durch die nördliche Fernpaßfurche gegen das Lermooser Becken und nach Süden gegen das Gurgltal. Die äußersten Tomahügel ragen im Norden auf der Höhe von Ehrwald mitten aus dem Lermooser Moos. Im Süden liegen sie im Gurgltal, drei Kilometer vor Tarrenz. Die beiden Zungenenden sind damit etwa achtzehn Kilometer voneinander entfernt!

Nur die besondere Art der Bergsturzmekanik vermag eine derart große Transportweite zu erklären: Ein Bergsturz erfolgt nicht als reine Sturzbewegung, wie wir sie beispielsweise bei einem Steinschlag mit all seinen Zufälligkeiten des Aufpralls und Wiederabprallens beobachten. Die Fortbewegung der Trümmernmassen vollzieht sich vielmehr in der Art eines Schußstromes, dessen Verlauf strengen Gesetzen unterworfen ist. Solche lawinenartige Bewegungen konnte Heim (1932, S. 84) durch Auswertung

von Augenzeugenberichten bei den historischen Bergstürzen von Goldau und Elm in der Schweiz nachweisen. Die Kinematik des Bergsturzvorganges gibt er dabei recht plastisch wieder: In der stürzenden Trümmermasse „schlägt ein Block an den Felsgrund oder an einen Nachbarblock an. Unter entsprechendem Winkel elastisch abzuspringen geht nicht, denn seine ihn umgebenden Genossen halten ihn gefangen. Der Schlag wird von einem Block auf die benachbarten übertragen und von diesen aufgenommen und wegen gleicher Gefangenschaft wieder weitergegeben. Kein Block kann aus der vorgezeichneten allgemeinen Sturzrichtung hinaus, er bleibt eingeschlossen in die Hauptfahrlinie. Er pufft und wird gepufft. Nur die Stöße in der Hauptfahrlinie werden in dem Trümmerwerk geduldet, abweichende bald aufgezehrt. Kommt ein kleinerer Block einmal an die Oberfläche des Trümmerstromes, so kann er etwas abspringen, fällt aber meistens gleich wieder in den Trümmerstrom zurück. Kurz, in der stürzenden ungeheuren Trümmermasse verliert jeder Block seine Selbständigkeit. Alles fügt sich sklavisch der Gesamtheit. Es entsteht eine einheitliche Summenbewegung, ein gemeinsames Fließen der ganzen Masse. Alle Stücke sind an die Masse gebunden, die Bewegung wird zu einem gemeinsamen, einheitlichen, brausenden, knirschenden und zermalmenden Strömen“ (1932, S. 85).

In dieser Art müssen wir uns auch die Fortbewegung der Schuttmassen in der Fernpaßfurche vorstellen. Die Trümmerlandschaft auf dem Boden der Talung ist tatsächlich das getreue Abbild eines plötzlich erstarrten Schuttstromes mit all seinen Gesetzmäßigkeiten.

Schon die außerordentlich große Länge der Transportwege ist nur durch eine schußstromartige Bewegung zu erklären. Eine rollende Bewegung, oder die schürfende En-bloc-Bewegung einer einheitlichen Bergflanke wäre wegen der größeren Reibung weit rascher aufgezehrt worden.

Die engen Kanäle der Fernpaßfurche hielten den Trümmerstrom zusammen und trugen so zur Erhaltung der Schußkraft bei. Der Bergsturz verhielt sich etwa wie Wasser, das in eine schmale Rinne geschüttet wird und sich dort rascher und weiter fortbewegt als auf einer ebenen Fläche, wo es sich frei nach allen Seiten ausbreiten kann.

Beim Austritt aus der engen Fernpaßfurche in das Lermooser Becken stand dem Trümmerstrom plötzlich ein weiter Talraum zur Verfügung. Bei der wachsenden Streuung verringerte sich die Mächtigkeit des Schuttkörpers. Daher setzen die über vierzig Meter hohen Tomahügel am nördlichen Ausgang der Paßfurche sofort aus und machen den kleinen Schuttauftragungen auf dem Boden des Lermooser Beckens Platz.

Die Fluidalstruktur des Trümmerstromes spiegelt sich auch in der Massenverbreitung im Tallängsschnitt wieder. Weitaus die größere Masse wurde nach der Sturzfahrt aus der Nische im stumpfen Winkel nach Norden abgelenkt. Nur etwa ein Achtel des Blockwerks folgte dem spitzen Winkel nach Süden.

Selbst im Talquerprofil ist die schußstromartige Bewegung zu erkennen. Wie Wasperläufe hielten sich die beiden schmalen Zungen des Bergsturzes an die tiefsten Stellen der Talung. Dabei paßten sie sich eng an die S-förmigen Krümmungen der Fernpaßfurche an. Auffällig ist, daß die Trümmermassen kaum am Außenhang der Talbiegungen aufbrandeten, um sich „in die Kurve zu legen“.

Durchweg ragen die Schutthügel im mittleren Stromstrich höher auf als am Talrand, wo die Reibung größer war und die Schußkraft gehemmt wurde. Daher entwickelten sich an den beiderseitigen Ufern des Trümmerstromes durchgehende Tiefenzonen, denen die Bachläufe folgen. An das ausgeglichene Gefälle dieser bis zu achtzig Meter tiefen Randtälerchen hält sich auf weite Strecken auch die Fernpaßstraße. Selbst der Ort Biberwier wurde in einer solchen Tiefenzone am Rande des Trümmerstromes angelegt.

Die Schuttwälle und Tomahügel folgen streckenweise in regelmäßigen Abständen aufeinander. Auch darin zeigt sich die Fluidalstruktur des Trümmerstromes, denn es

handelt sich hier um die bei der Talfahrt plötzlich erstarrten Trümmerwellen. Dabei ergibt sich folgende Gesetzmäßigkeit: Je enger die Talung und je mächtiger die Bergsturzmasse, desto größer ist auch der Ausschlag der Trümmerwellen.

Ein Bergsturz ist daher keineswegs, wie man zunächst annehmen möchte, ein rein chaotischer Vorgang. Die symmetrische und regelmäßige Abfolge der Wälle und Tomahügel beiderseits der Paßhöhe, das durchweg höhere Auflagen der Trümmerhügel im mittleren Stromstrich der schmalen Bergsturzzungen und die Ausbildung der beiderseitigen Randtälchen spiegeln den streng gesetzmäßigen Verlauf des Bergsturzes heute noch wider.

Während der schußstromartigen Talfahrt wurde das Blockwerk wie in einer gewaltigen Mühle zertrümmert und zerschlagen. Am Fuße der Abbruchsnische hatte die Beanspruchung durch gegenseitigen Stoß noch nicht so lange angedauert; daher blieben hier riesige Gesteinspakete von mindestens dreißig Meter Durchmesser erhalten. Bis an die beiden Enden des Bergsturzes haben aber nur wenige, maximal drei bis fünf Meter große Blöcke den Transport überstanden. Sie sind dort in eine überwiegende Masse von Kleinschutt und Grus eingebettet.

Die Datierung des Fernpaßbergsturzes

Die Trümmerhügel am Fernpaß bestehen nicht ausschließlich aus kantigem Hauptdolomitschutt. Überraschend häufig liegen Moränenlager mit gut gerundeten kalkalpinen und zentralalpinen Geschieben auf dem Bergsturzmateriel. Derartige Moränenvorkommen stellen wichtige Hilfsmittel für die zeitliche Festlegung eines Bergsturzes dar.

Ampferer (1904, S. 82) hatte diese Moränenlager durchweg am Fuße der Bergsturzhügel gefunden. Er glaubte daher, der Bergsturz liege auf der Moräne und sei deshalb erst nach dem Rückzug des eiszeitlichen Innigletschers niedergegangen.

Anstelle dieser angeblichen Moränenunterlagerung zeigt sich in Aufschlüssen jedoch eine eindeutige Moränenüberlagerung des Trümmerwerks. Demnach muß der Fernpaßbergsturz nach seinem Niedergang zumindest kurzfristig von einem Gletscher überfahren worden sein. Da der hohe Anteil kristalliner Geschiebe in der Moräne nur aus den Zentralalpen stammen kann, war es ein Seitenarm des eiszeitlichen Innigletschers, der die Schuttmassen überströmte.

Schwierig ist die Datierung dieses Gletschervorstoßes und damit des Fernpaßbergsturzes selbst. Ampferer (1924, S. 50) hatte auf Grund der angeblichen Moränenunterlagerung an einen nacheiszeitlichen Bergsturz gedacht. Die neu erkannte Gletscherüberfahrung fordert jedoch eine Talfahrt des Bergsturzes vor einer Eiszeit oder am Ende der letzten Eiszeit.

Wahrscheinlich ereignete sich die Talfahrt der Schuttmassen beim Rückzug des würmeiszeitlichen Innigletschers. Nach Verlust des Eiswiderlagers brachen die Bergsturmassen von der Ostflanke des Loreakopfes nieder. Kurz darauf wurden sie bei einem erneuten kurzfristigen Vorstoß der Innigletscherzunge überfahren².

Die Umgestaltung der Trümmerhügel

Die Überfahrung des Lockerschuttes durch das Eis läßt eine bedeutende Umgestaltung des Trümmerreliefs erwarten. Dabei überrascht jedoch die regelmäßige Form der Tomahügel. Unter dem Innigletscher konnten sich deren glattflächige Abdachungen und Firste weder erhalten noch neu gebildet haben. Zuschärfung der Erhebungen durch nachträgliche Bachunterschneidung ihrer Flanken scheidet ebenfalls aus, denn häufig

² Eine ausführliche Begründung dieser zunächst gewagt erscheinenden Annahme hat der Verfasser an anderer Stelle gegeben (1964, S. 71 ff.).

werden sie von oberflächlich abflußlosen Hohlformen umgeben. Daher bleibt nur noch übrig, eine Umgestaltung der Hügel am Rande des wieder abschmelzenden Eises anzunehmen. Aus verschiedenen morphologischen Kriterien ergibt sich, daß die vom Gletscher übersteilten Flanken der Tomahügel nach Rückzug des Eises ihr Widerlager verloren haben und in sich zusammengebrochen sind. Dabei hat sich der Lockerschutt auf einen konstanten Böschungswinkel eingespielt, der seiner inneren Reibung entsprach. Genauso wie bei den regelmäßig abgeböschten Anhäufungen von Splitt und Straßenschotter, die in ihrer Gestalt den Tomahügeln ja sehr ähnlich sind, ergab sich ein materialspezifischer Winkel von $\pm 37^\circ$. Die völlig glattflächigen Abdachungen der Tomahügel sind daher die Ausgleichshalden der vom Gletscher unterschrittenen Hügelflanken. An der Verschneidungslinie zweier solcher planer Abhänge konnten sich die geradlinigen, scharfen Firste dieser Erhebungen herausbilden. Regelmäßig geformte Tomahügel dieser Art finden sich auch bei anderen eisüberströmten Bergsturzlandschaften. Dies gilt vor allem für die eigentlichen „Tomas“ bei Ems, in der Rheinebene westlich von Chur und für die Trümmerlandschaft von Sierre im Rhônetal. Möglicherweise sind die Tomahügel, soweit sie regelmäßige Gestalt besitzen, die Leitformen der vom Eise überformten Bergstürze.

Die Firste der Tomahügel verlaufen häufig parallel zur Fließrichtung des Innegletschers. Eine Ausnahme bilden die Schneiden der Aufragungen bei Biberwier, die senkrecht dazu stehen. Diese Talquerstellung verdanken sie einem spätglazialen Lokalgletscher, der lange nach Rückzug des Innegletscherarms von der Mieminger Kette her in das Tal vorstieß und dort seine wettersteinkalkreiche Grundmoräne zurückließ. Die radiale Anordnung der Hügelfirste beweist die fächerförmige Ausbreitung des Eises im Talraum.

Nach dem endgültigen Abschmelzen des Eises wurde das Relief der Schütthügel fixiert. Die Bergsturzlandschaft am Fernpaß verdankt demnach ihre heutigen Züge der Überformung am Eisrand.

Die Nachstürze

Auch nach der Konservierung des Bergsturzreliefs ereigneten sich im Trümmergebiet noch lokal begrenzte Veränderungen. Dazu gehören vor allem die Nachstürze.

Der bisher betrachtete Hauptsturz hatte sich bei der Wucht des Aufpralls in Lockerschutt aufgelöst. Ganz anders vollzog sich die Talfahrt einer über einen Kilometer langen einheitlichen Hauptdolomitscholle, die nördlich der Paßhöhe den Höhenrücken „Am Saum“ aufbaut. Beim Niedergang von den Abrißwänden am Südfuß der Gartnerwand wurde das Gesteinspaket zwar stark zerrüttet, aber nur zum kleinen Teil zertrümmert. Man nennt derartige En-bloc-Bewegungen Absatzungen oder Bergzerreißungen.

Die Spuren eines anderen Nachsturzes sind am Fuße der Abbruchsnische zu erkennen. Während die Oberfläche des Hauptbergsturzes meist durch geglättete Hügelflanken und Moränenlager gekennzeichnet ist, legt sich auf dem Paßwall und in der Umgebung des Blindsees eine dichte Streu großer Felsbrocken auf den Hauptsturz. Die Moränenlager setzen hier völlig aus. Bei Annahme eines oder mehrerer nacheiszeitlicher Abstürze aus der Bergsturzsnische läßt sich sowohl die rauhhöckerige Groblockstreu als auch das Fehlen der Moräne erklären.

Die Bergsturzlandschaft am Fernpaß ist damit ein mehrphasiger Aufschüttungskörper, ähnlich wie der Dobratschbergsturz, nahe Villach, wo sich ein historischer Nachsturz auf einen prähistorischen Hauptsturz gelegt hat (Till 1907).

Die jüngste Talgeschichte der Fernpaßfurche

Die Nachstürze haben den Fernpaß nur leicht überhöht. Es erhebt sich nun die Frage, ob auch der Hauptsturz auf eine vorher schon vorhandene Wasserscheide nieder-

ging, oder ob er sie erst geschaffen hat. Damit stellt sich uns ein talgeschichtliches Problem.

Penck (1901/09, S. 293) und Ampferer (1904, S. 80) nahmen an, daß das Lermooser Becken ursprünglich nach Süden entwässert wurde. Durch den Bergsturz sei dieser Abfluß unterbrochen worden. Der dadurch im Lermooser Becken aufgestaute See habe daraufhin im Norden den Überflusdurchbruch der heutigen Loisachschlucht geschaffen. Nun aber würde, wie eingangs festgestellt, ein durchgehendes Nordsüdgefälle ein Bergsturzvolumen von 1,3 Kubikkilometern voraussetzen. Die Bergsturnische hat aber nur ein Maximalvolumen von einem Kubikkilometer. Dies läßt vermuten, daß sich unter den Bergsturzmassen eine Fels- oder Schuttwelle verbirgt. Möglicherweise hatte demnach schon vor der Einlagerung des Schuttkörpers eine flache Talwasserscheide in der Fernpaßfurche bestanden. Talgeschichtliche Untersuchungen in der Loisachschlucht bestärkten diese Vermutung.

Hat auch der Fernpaßbergsturz keine neue Wasserscheide geschaffen, so gibt er doch der heutigen Paßlandschaft das Gepräge: Sein stark durchlässiger Schuttkörper bildet den Untergrund für ausgedehnte Föhren- und Fichtenwälder.

Über die Bergsturzmassen zieht auch die Grenze zwischen dem Landesteil Außerfern und dem übrigen Tirol.

Wichtiger ist jedoch die verbindende Funktion des Fernpasses. Dies findet schon darin seinen Ausdruck, daß die heutige bayrisch-tirolische Grenze nicht über den Fernpaß, sondern nördlich davon durch die Loisachschlucht zieht.

Ein Bindeglied im Nordsüdverkehr war die Paßfurche wohl schon vor der Römerzeit. Wenigstens läßt dies die Ausgrabung eines Eisenbarrens mit La-Tène-zeitlichen Begleitfunden am sogenannten „Römerweg“ beim Weißensee vermuten (Franz 1955, S. 69 ff.).

Zur Zeit der Römerherrschaft zog die Via Claudia Augusta über den Paß. Wichtige Zeugen des alten Karrenverkehrs über den Fern sind die wieder freigelegten Wegrillen am „Scharfen Eck“, am nördlichen Ortsende von Biberwier. Nach Art der alten Geleisestraßen wurden diese Furchen tief in den hier anstehenden Plattenkalk eingekerbt.

Im Mittelalter vermittelte die „Obere Straße“ den Paßverkehr nach Italien.

Dieselbe Funktion übt heute die gut ausgebaute Fernpaßstraße aus. Auf ihr winden sich jeden Sommer endlose Autokolonnen durch das reizvolle kleinbügelige Gelände, das seine Entstehung einer gewaltigen Bergsturzkatastrophe verdankt.

Schriften

- Abele G.: Die Fernpaßtalung und ihre morphologischen Probleme. — Tübinger Geographische Studien, Heft 12. Tübingen 1964, 123 S.
- Ampferer O.: Die Bergstürze am Eingang des Ötztals und am Fernpaß. — Verh. d. k. k. Geol. R.-A., Wien 1904, S. 73–87.
- Gedanken über die Tektonik des südlichen Wettersteingebirges. — Verh. d. Geol. R.-A., Wien 1912, S. 197–212.
- Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Lechtal (5045). — Wien 1924, 55 S.
- Falbesoner H.: Der Fernpaß und seine Umgebung in bezug auf das Glazialphänomen. — Wien 1887, 41 S.
- Franz L.: Der Fund von Biberwier. — Außerferner Buch, Schlernschriften Bd. 111, Innsbruck 1955, S. 69–75.
- Goldberger J.: Morphologische Beobachtungen am Tschirgant bei Imst. — Alpengeogr. Studien, Schlernschriften Bd. 65, Innsbruck 1950, S. 9–17.
- Graul H.: Schotteranalytische Untersuchungen im oberdeutschen Tertiärhügelland. — Abh. d. Bayr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Abt., N. F. Heft 46, 1939, 56 S.
- Heim A.: Bergsturz und Menschenleben. — Zürich 1932, 218 S.
- Much M.: Kegelförmige Hügel in Tirol. — Mitt. d. Anthropol. Ges. Wien, 1, 1871, S. 107.

- Oberholzer J.*: Geologie der Glarner Alpen. — Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. Lief. 28, Bern 1933, 626 S.
- Penck A.*: Die Vergletscherung der Deutschen Alpen. — Leipzig 1882, 483 S.
- Penck A. und E. Brückner*: Die Alpen im Eiszeitalter. — Leipzig 1901/09, 3 Bde.
- Tarnuzzer Chr.*: Geologische Beobachtungen während des Baues der Rhätischen Bahn bei Chur und Reichenau. — Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens, Bd. 39, 1896, S. 55–63.
- Till A.*: Das große Naturereignis von 1348 und die Bergstürze des Dobratsch. — Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, Bd. 50, 1907, S. 534–645.

Anschrift des Verfassers: *Dr. Gerhard Abele*, Karlsruhe, Geographisches Institut der Technischen Hochschule, Hertzstraße 16.