

Phänomen Köfels – eine nur mühsam akzeptierte Massenbewegung

Von Roman LAHODYNSKY, John B. LYONS & Charles B. OFFICER

"Hätten Pichler und Hammer nicht den Bimssteingang entdeckt, so könnte man auch an ein einfaches Einrutschen der übersteilen Hangmassen als Ganzes gegen die Talmitte im reinen Schweregefälle denken..."

(STINY, 1939)

Der vor ca. 8700 Jahren abgeglittene Bergsturz von Köfels ist der bedeutendste in den kristallinen Gesteinen der Alpen. Aber gerade seine gewaltige Größe - nach ERISMANN et al. bis 3 km^3 , nach ABELE $2,1 \text{ km}^3$ - führte paradoxerweise dazu, daß das "*Maurach*", welches das Ötztal abriegelt, über lange Zeit nicht als Ablagerung einer riesigen Massenbewegung erkannt wurde. Die Unkenntnis der Bewegungsmechanismen großer Massenbewegungen verhinderte die naheliegende Erklärung für anscheinend anstehende Granitgneissareale in der Maurachschlucht und die Entstehung der berühmten "Bimssteingänge" auf der Terrasse von Köfels.

Während ESCHER VON DER LINTH (1845) den Maurachriegel als durch den Einsturz benachbarter Berge durch und durch zertrümmerte Gneissmasse erkannte und PENCK & BRÜCKNER (1909) den großen Bergsturz zwischen Wenderkogel und Wurzburg, der mit seinen Trümmern das Ötztal und das Hairlachtal absperrt, erwähnten, wurde von späteren Bearbeitern das wahre Ausmaß des Bergsturzes

nicht mehr gesehen. Die Deutungen des Bimssteinvorkommens von Köfels als Produkt vulkanischer Förderung oder als Rest einer an der Oberfläche erstarrten Meteorschmelze gehen mit einer bedeutenden Reduzierung des angenommenen Bergsturzvolumens einher. Einige, teils wörtliche, und besonders die Massenbewegung betreffende Zitate sollen den bisweilen krummen Erkenntnisweg erläutern.

PENCK & BRÜCKNER (1909): "Die Geländeformen des linken Talgehänges machen unseres Erachtens nach einen großen Bergsturz wahrscheinlich. Zwischen Wenderkogel und Wurzburg erstreckt sich hier eine große Ausbruchsnische von der Ausdehnung des Maurachwalles. Etwa $1,5 \text{ km}^3$ Gestein dürften in die Tiefe gerutscht sein und sich wallartig im Ötztale gerade vor die Mündung des Hairlachtales gelegt haben, so daß dessen Bach zur Seite gedrängt worden ist." 1925 bezeichnete PENCK den zerrütteten Augengneis im Maurach, am Tauferberg und am Wolfseck als nicht anstehendes Trümmerfeld einer maarartigen Aussprengung, da die größere Höhe der Ostseite

des Maurach und die am Wolfseck auftretenden zusammenhängenden Felspartien gegen einen bloßen Bergsturz sprächen.

HAMMER (1923, 1929) und REITHOFER (1932) nahmen an, daß der Maurachriegel zwischen Stubenwald SW Köfels und Lehen bei Niederthai im Osten bzw. Winklen im Süden die bei einem postglazialen Magmenaufstieg in die Höhe gestossene und erschütterte bis zertrümmerte Granitgneisdecke darstellt, wobei nur eine geringe Schmelzflußmenge an die Oberfläche gelangte. HAMMER (1923): "Die fast 400 m hohen Aufschlüsse der Schlucht zeigen zunächst, daß der Kern des Talriegels zweifellos aus anstehendem Fels besteht."

REITHOFER (1932): "Ein weiterer wichtiger Beweis für die Hebung der Granitgneismasse des Maurach ist die ungeheure Größe, in der sich heute dieser Riegel am Südrande des Längenfelder Beckens erhebt."... "Als... Erklärungsmöglichkeit käme in Betracht, daß die Granitgneismasse der Maurachschlucht und des Wolfseck eine ungeheure, von W heruntergefallene Masse darstelle. Dagegen spricht aber die doch ziemlich gleichmäßige Lage der Streckachsen des Ausgangsneises und vor allem das Vorhandensein der zahlreichen Rundhöcker in der Umgebung des Wolfseck... Es wäre auch ganz unwahrscheinlich, daß die Rundhöcker derart ungestört auf der anderen Talseite hätten abgelagert werden können."

LICHTENECKER (1929) erwähnte zwar die Felsgleitfläche unter dem Köfeler Schartl - "Das kann nur eine Gleitfläche sein. Und zwar eine Fläche, über der enorme Lasten niedergegangen sind..." - aber die Köfeler Terrasse und den Tauferberg hielt er ebenso wie die Vertreter der vulkanischen Hebungstheorie für anstehenden Granitgneis und nur von unterschiedlich mächtigen Bergsturztrümmern überstreut. "Die Maurachschlucht bestand schon vor der Katastrophe... Um wurzellosen, verschobenen Fels kann es sich hier nicht handeln."

Schließlich deuteten STUTZER (1936) und SUESS (1936) den Bimsstein als Rest der durch einen Meteoreinschlag gebildeten Gesteinschmelze.

STUTZER (1936): "Die Weitung von Köfels läßt sich am einfachsten als Meteoreinschlag deuten... Die dortige Maurachschlucht war vor der Katastrophe schon vorhanden, sie wurde nur

überschüttet... Die Entstehung dieser gewaltigen Schuttanhäufung läßt sich nicht auf normale Bergstürze allein zurückführen." SUESS (1936): "Noch ist es nicht geklärt, ... ob Tauferer Berg und Wolfseck durch den Anprall der vom Westen her anstürmenden Massen zerrüttet und z.T. auch hochgestaut worden sind... Durch lange Zeit mag das Nachbrechen der zerrütteten Felsmasse angehalten haben, bis der Rand der Nische an die feste Kante des Schartls unter dem Fundustale herangerückt war. Aus dieser Nachphase stammen die Harnischflächen unter dem Schartl."

"Vergleich (des Bimssteines) mit dem Suevit des Rieskessels: Beide sind Aufschmelzungsgesteine, die allein durch die Wärmezufuhr geschaffen worden sind. So wie die Geländegestalt weisen auch Form und Auftreten der Schmelzen im Ries auf eine von unten und in Köfels auf eine von oben her wirkende Kraft. Was man im Ries findet, sind die regelrechten Begleiter des explosiven Vulkanismus."

AMPFERER (1939) und STINY (1939) erkannten, daß der gesamte Maurachriegel aus Bergsturzmateriale besteht und als große Gleitmasse abgefahren ist. Als Auslöser für den Bergsturz nahmen sie eine Senkung an einem Grabenbruch an. Sie wiesen auf den engen Zusammenhang zwischen Bimsstein und Bergsturz hin, konnten sich den Bimsstein jedoch nur als vulkanisches Produkt erklären. AMPFERER (1939): "... handelt es sich hier nicht so sehr um einen Bergsturz als vielmehr um eine Gleitung, deren untere Teile in Form von gelenkig verbundenen Schollen zu Tal führen." STINY (1939): "Der Vorgang bestand mehr in einem Einsinken als Einheit; deshalb blieb die Felsmasse als solche im großen und ganzen im Lagerungsverbande und wurde nur örtlich mehr oder minder heftig zerquetscht. Ein großer Bergsturz im Sinne der Auflösung in ein Haufwerk von Blöcken ... ist bestimmt nicht erfolgt; die großen Blöcke am Hohen Stein können unmöglich aus der Nische von Köfels stammen; sie wären beim wiederholten Aufrollen zerschellt..."

ASCHER (1952) sowie STINY, in einer anschließenden Bemerkung zu dessen Aufsatz, wiesen auf das Durchziehen einer Störungszone im Vorderen Ötztal und in Zusammenhang damit stehende häufige Erdbeben hin. ASCHER hielt jedoch zur Erklärung der Ursache des Bergsturzes keinen Grabenbruch für erforderlich; es genüge die Vorzeichnung von Gleit- und Harnischflächen durch steilstehende Kluftscharen und die Bereitschaft zum Abgleiten nach dem Wegfall der Ver-

spannung der Talhänge durch die großen Gletscher.

Neuere petrologische Untersuchungen schienen zunächst die Impakthypothese zu erhärten (STORZER et al., 1971; KURAT & RICHTER, 1972). Dabei konnten eine weitgehende chemische Übereinstimmung des Bimssteines mit dem umgebenden Granitgneis festgestellt und in ersterem randlich verglaste Gneisfragmente nachgewiesen werden. Kurioserweise wurden der Bimsstein von Köfels und die (tektonisch entstandenen) Pseudotachylite der Silvretta einem Doppelimpakt desselben Meteoriten zugesprochen (TOLLMANN, 1977).

Durch die Untersuchungen von ERISMANN et al. (1977) sollte keineswegs die Bergsturztheorie LICHTENECKERS (1929) durch Experimente gestützt werden, wie TOLLMANN (1977, S. 375) behauptete, denn dieser nahm ja einen volumsmäßig wesentlich kleineren Felssturz an, der auf eine vermutete Köfelser Felsterrasse niedergebrosen sein soll und dessen Trümmer nach einer Luftfahrt über die offene Maurachschlucht hinweg auf den ins Ötztal hervorstehenden, angeblich terrassierten Taufberg geschleudert worden sein sollen. Vielmehr konnten die Arbeiten von PREUSS (1974), HEUBERGER (1975), ERISMANN et al. (1977) sowie HEUBERGER et al. (1984) und MASCH et al. (1985) nachweisen, daß die Impakthypothese im Falle von Köfels mit vielen Geländebefunden nicht in Einklang zu bringen ist, und die zur Entstehung des Bimssteines und der Gesteinsgläser notwendigen Temperaturen auch in der Reibungsschmelze eines Bergsturzes erreicht werden können.

Die bei einem Meteoriteinschlag zu erwartenden Auswurfmassen konnten nirgends gefunden werden. Die Bimssteinfundorte auf der Terrasse von Köfels liegen an Stellen, die erst nach dem Bergsturz zur Oberfläche wurden, was am besten mit einer Abkühlung der Schmelze an einer freigelegten sekundären Gleitfläche erklärt wird (instruktive Profile und Modell in den Abb. 3 und 4 von ERISMANN et al. 1977). innerhalb der unteren, an die Mündungsstufe des Horlachbaches geprallten Bergsturzmasse wurde nahe dem Talboden eine porenarme, unter hohem Druck erstarrte glasige Schmelze (MARSCH et al., 1985) gefunden - gangartig innerhalb des zertrümmerten Augengneises und möglicherweise von einer tieferen Gleitfläche abgespalten. Vor dem Bergsturz wäre diese Stelle im ehemals breiten Ötztal oberhalb des Talbodens gelegen.

Im Zuge einer ausgedehnten Probenahme zur Untersuchung planarer Deformation in verschie-

denen Mineralien inner- und außerhalb der Bergsturzablagerungen konnten ergänzende feldgeologische Beobachtungen gemacht werden. Zerrüttete geschieferte Diabasgänge mit erdigen Lagen und Diabasstücken beschrieb schon REITHOFER (1932) von Aufschlüssen in der großen Runse an der Ostseite der Maurachschlucht ENE der Köfelser Brücke. Weitere geschieferte Diabase mit Gleitflächen, Diabasbreccien und zerscherte Zonen im Gneis sind südlich davon, ENE eines die Straße vor Steinschlag schützenden Dammes auf ca. 1165 m Höhe aufgeschlossen. Dabei dürfte es sich um weitere sekundäre Gleitflächen des Bergsturzes handeln.

Obwohl große Primärgleitflächen mit polierten Quarzhamischen unterhalb des Funduskammes aufgeschlossen sind (mit ca. 30 Grad gegen E fallend), macht der Grat zwischen Wenderkogel und Wurzelberg mit seinen Mehrfachgraten und zertrümmerten Felsbastionen nicht den Eindruck einer Bergsturzabrißkante. Es hat den Anschein, als wäre nicht nur ein weit höherer Funduskamm abgerissen, sondern unter Massenverlagerung auch nach W z.T. in sich zusammengebrochen. ABELE (1974) schätzte die ehemalige Kammhöhe auf 2500m, AMPFERER (1939) hielt 3000m für möglich. Der gesamte Funduskamm bis zur Hohen Seite ist durch Mehrfachgrate gegliedert. Von hier nehmen immer noch Nachbrüche nach beiden Seiten ihren Ausgang. Luftbilder zeigen vom Fundusgrat bis ins Innerberger Tal W Längenfeld durchziehende Störungen sowie Sackungsbuckel am östlichen Wurzelberggrat, sodaß zumindest das Gebiet bis zum Eisenbach ebenfalls hätte abgleiten können. Im Gebiet der Hohen Seite wurden mehrere, meterlange breite Klüfte und bis zu 2m tiefe Spalten im Schiefergneis gefunden, an denen Abschiebungen und Versetzungen von Quarzgängen zu sehen sind. Erdbeben könnten die auffälligen Spalten verursacht und die Bergsturzkatastrophe von Köfels ausgelöst haben - was schon von TRIENTL (1895) vermutet worden war.

Die Untersuchungen planarer Deformationsstrukturen an Quarzkörnern durch LYONS und OFFICER (im Druck) hat ergeben, daß die beobachteten Lamellen manchmal leicht bis mäßig gekrümmt sind sowie Verzweigungen und einen variablen Abstand aufweisen können - im Gegensatz zu den ausschließlich ebenflächigen und parallelen, dünnen Lamellen an bekannten Impaktstellen. Thetomorpher Quarz, Lechatelierit, Maskelynit und Pseudotachylit (Hyalomyonit) weisen lediglich auf sehr hohe Temperaturen von

etwa 1700 - 1800° Celsius hin, die ohne weiteres von der Reibungswärme erreicht werden, welche die vom Bergsturz hervorgerufene, enorme Energiefreisetzung begleitet.

LITERATURVERZEICHNIS

Weitere Literaturangaben zum Thema Köfels finden sich in den folgenden Veröffentlichungen jüngeren Datums sowie in den anderen Beiträgen zum gleichen Thema in diesem Band:

- SURENIAN, R. (1988): Scanning Electron Microscope Study of Shock Features in Pumice and Gneiss from Köfels (Tyrol, Austria). GPM, Innsbruck, 15, 135-143
- MASCH, L, WENK, H.R., PREUSS, E. (1985): Electron Microscopy Study of Hyalomylonites - Evidence for Frictional Melting in Landslides. Tectonophysics 115, 131-160
- HEUBERGER, H., MASCH, L., PREUSS, E. & SCHRÖCKER, A. (1984): Quaternary Landslides and Rock Fusion in Central Nepal and in the Tyrolean Alps. Mountains Research and Development 4, No.4, 345-362
- ERISMANN, T., HEUBERGER, H. & PREUSS, E. (1977): Der Bimsstein von Köfels (Tirol), ein Bergsturz - "Frik-tionit". Tschermaks Min. Petr. Mitt. 24, 67-119