

Vulkanismus und Glazialformation im Ötztal.

Von W. Hammer und O. Reithofer.

Mit 1 Fig. und 2 Diagrammen.

Topographische Karten: Karte der „Ötztaler Alpen“ i. M. 1:50.000, herausgegeben vom Deutschen und Österreichischen Alpenverein, Blatt I und II.

Geologische Karten: Geologische Spezialkarte von Österreich i. M. 1:75.000, herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt, Blatt „Ötztal“, mit Erläuterungen 1929. — Detailkärtchen in den Arbeiten von A. Penck (14), N. Lichtenecker (11) und O. Reithofer (17).

Die Talsohle des Ötztals gliedert sich bis zur Talteilung bei Zwieselstein in vier Talbecken, welche durch Talstufen von durchschnittlich je 200 *m* Gefälle von einander getrennt sind. Die unterste der Stufen hat sich beim Durchbruch der Ache durch die Granodioritmasse des Acherkogels entwickelt. Ebenso steht die Bildung der dritten Talstufe, zwischen Längenfeld und Sölden, mit dem Auftreten eines besonders widerstandsfähigen Gesteinszuges in Zusammenhang, nämlich mit der Amphibolit-Eklogitzone zwischen Längenfeld und Sölden.

Besondere Verhältnisse weist die Talstufe zwischen Umhausen und Längenfeld auf, deren Name, das Maurach, bereits eine durch große Anhäufung von Blockwerk ausgezeichnete Örtlichkeit anzeigt; sie wird durch einen Talriegel gebildet, welcher mit seiner höchsten Erhebung das Umhausener Becken um rund 680 *m* überhöht, jenes von Längenfeld um 500 *m*. Der Riegel wird von der Ache in enger Schlucht durchbrochen, die den Felskern desselben in großen Aufschlüssen zu Tage treten läßt, wogegen die kuppige Hochfläche des Riegels und seine N- und S-Abdachung größtenteils von dem groben Blockwerk eines von dem linken Berggehänge niedergegangenen Bergsturzes und von glazialen Ablagerungen bedeckt ist.

Der Felsuntergrund des Riegels wird von einer der zahlreichen Massen metamorpher granitischer Gesteine gebildet, welche in die Paragneise der vorderen Ötztaleralpen eingelagert sind. Sie stellen ihrem Chemismus nach eine Differentiationsreihe dar von quarzreichen, muskowitzführenden Granitgneisen bis zu Granodiorit- und Tonalitgneisen und breiten sich als langgestreckte Lager oder seltener als gedrungene Massen wie gerade der Maurachgranitgneis in den Schiefergneisen aus, mit Konkordanz der Schieferung des Eruptivgesteins und der sedimentogenen Hülle.

Der Maurachgranitgneis ist ein grobkörniger, zweiglimmeriger, vorwiegend muskowitzführender Granitgneis, der durch das einsprenglingsartige Hervortreten von 2 bis 3 *cm* großen Kalifeldspaten die Tracht eines Augengneises erhalten hat.

Im W reicht der Maurachgranitgneis bis zur Kammhöhe der linken Talseite (Wendekopf—Wurzberg) und baut auch noch den unteren Teil der Wände des Fundusfeiler auf. Dem W-Rand der Augengneismasse im Fundustal

folgen auch mit meridionalen Streichen die angrenzenden Schiefergneise und Amphibolitzüge und auf diesen setzt an der W-Seite des Fundusfeiler wieder eine mächtige granitische Masse von gleicher Gesteinsart wie jene im Maurach ein, welche sich über das Pitztal bis zum Rand des „Engadiner Fensters“ erstreckt. Gegen O endet der Maurachgneis am Eingang des Haierlachtsales, im N und S liegt seine Grenze nahe den Ausgängen der Maurachschlucht, das Streichen des Gneises schwankt zwischen NO—SW und NW—SO, ausnahmsweise ist auch N-S-Streichen zu messen, das Fallen ist im allgemeinen steil gegen N gerichtet.

Im Maurachgranitgneis treten einzelne kleine Gänge von stark verschiefertem Diabas auf, welche ihrer Gesteinsart nach sich den in den Öztaleralpen weit verbreiteten diabasischen Ganggesteinen anschließen, wie sie z. B. im Umkreis des Acherkogelgranodiorits und des Winnebachgranits, aber auch abseits der granitischen Massen gefunden worden sind.

Die Lagerungsform des Maurachgneises und seiner Umgebung entspricht der in den nordwestlichen Öztaleralpen herrschenden tektonischen Struktur; der meridionale Verlauf der Schichten im Fundustal geht aus der Anpassung an die Form der Gneismasse und ihre Einklemmung zwischen die zwei Gneiskörper hervor.

Die intensive Zerrüttung, welche den Maurachgneis in seinem Innern durchsetzt und das geologische Landschaftsbild der Schlucht und des Talriegels in auffälliger Weise von andern Talschluchten und Riegeln im Ötz- und Pitztal unterscheidet, findet in der regionalen Tektonik des Grundgebirges der vorderen Öztaleralpen keine Erklärung. Der ungestörte Verlauf der großen Gesteinszüge (Granodiorite, Granitgneise, Amphibolite usw.) im Streichen quer über das Öztal spricht auch gegen die Annahme einer der Talsohle folgenden großen Bruchlinie und ebenso sind keine Anzeichen einer quer dazu das Maurachgebiet durchsetzenden Störungslinie vorhanden.

Zur genaueren Erfassung der gegenseitigen Beziehungen der Struktur des Maurachriegels, des Bimssteinganges und der regionalen Tektonik, wurden von O. Reithofer 1930 und 1931 planmäßig Klufmessungen durchgeführt.

Die Klüfte wurden in der Weise eingemessen, daß auf möglichst engem Raume alle erreichbaren Klüfte ohne irgendwelche Bevorzugung oder Auswahl gemessen wurden. Die an einer Stelle gemessenen Klüfte wurden mit Hilfe der flächentreuen Azimutalprojektion dargestellt. Bei den auf diese Weise erhaltenen Diagrammen (17) handelt es sich um die Darstellungen einer unteren Halbkugel, von innen gesehen. Alle diese Diagramme wurden durch einprozentige Auszählung der Normalen-Darstellung der Klüfte gewonnen.

Klufmessungen wurden sowohl im zerrütteten Bereich als auch im ungestörten Gebiet vorgenommen, wie aus Fig. 21 ersichtlich ist.

In der Umgebung des Bimssteinganges konnten nur acht offene Spalten gemessen werden (Fig. 21). Etwas N des Bimssteinganges geht eine ÖW bis WNW—OSO streichende Verwerfung durch, die 80—90° N fällt und von zirka 1380 m im O bis gegen 1500 m im W ansteigt. An dieser Verwerfung wurden in 1380 m neun Klufflächen gemessen. Die Durchstoßpunkte der offenen und geschlossenen Klüfte wurden mit dem Sammeldiagramm aus allen Klüften des gestörten Bereiches (siehe oben!) verglichen und dabei hat sich herausgestellt, daß diese Punkte teils in Maxima, teils in prozentuell höher besetzte Teile des Sammeldiagramms zu liegen kommen. Bemerkenswert ist auch, daß der Durchstoßpunkt des Bimssteinganges selbst nahe an den Rand des prozentuell am stärksten besetzten Maximums zu liegen kommt.

Die einzelnen Diagramme wurden eingehend miteinander verglichen. Dabei hat sich gezeigt, daß sie vielfach sehr gut miteinander übereinstimmen.

Wenn man berücksichtigt, daß die gemessenen Stellen maximal bis über 4 km voneinander entfernt sind und daß es sich teils um ungestörten, teils um zerrütteten Fels handelt, so kann an der Homogenität des Kluffnetzes, wenigstens an den in Fig. 21 angegebenen Stellen, nicht gezweifelt werden. Daß die Diagramme aus dem Zerrüttungsbereich miteinander eher besser übereinstimmen als die aus dem ungestörten Gebiet kann darauf zurückgeführt werden, daß die Dia-

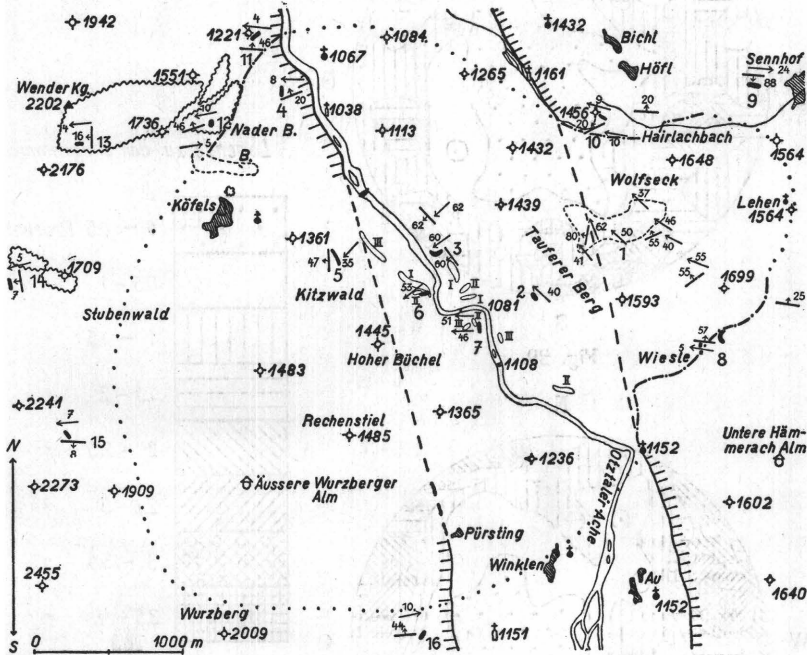


Fig. 21. Der Maurach-Talriegel und seine Umgebung. Die dick gestrichelte Linie zeigt den Talverlauf vor der Hebung des Riegels an; Striche und Punkte = Grenze zwischen gehobenem zerrütteten und ungestörtem nicht gehobenem Gebiet; Punkte = ungefähre Verlauf der Erschütterungsgrenze; Wellenlinien umgrenzen die kleineren und größeren Harnische; die fein gestrichelte Linie umgrenzt das Gebiet der in der Umgebung des Wolfseck und des Bimssteinganges gemessenen offenen Klüfte; B = Bimssteingang; schwarz = Bereiche, an denen je 200 Klüfte gemessen wurden; I—III = jüngere Terrassenreste in der Maurachschlucht (I = die unteren, II = die mittleren, III = die oberen).

gramme aus dem ungestörten Gebiet von viel weiter voneinander entfernten Stellen stammen. Die einzelnen Diagramme aus dem zerrütteten Bereich und aus dem ungestörten Gebiet wurden in je ein Sammeldiagramm (Fig. 22 und 23) übertragen. Beim Vergleich dieser beiden Diagramme zeigt sich, daß sich die Maxima der OW bis WNW—OSO streichenden und saiger stehenden Klüfte gut decken. Ebenso kommt das Maximum der NO—SW ziehenden saiger stehenden Klüfte des Zerrüttungsgebietes (Fig. 22) mit dem weit aus-

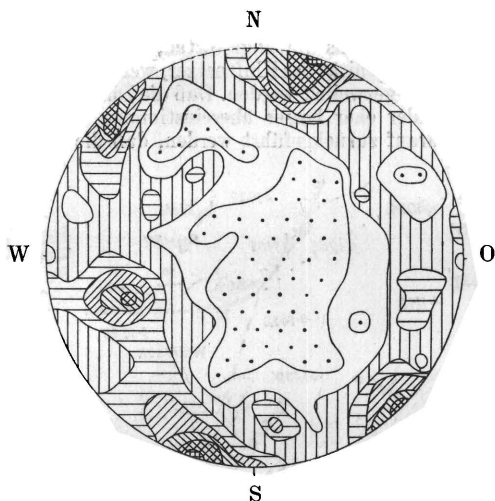


Fig. 22.

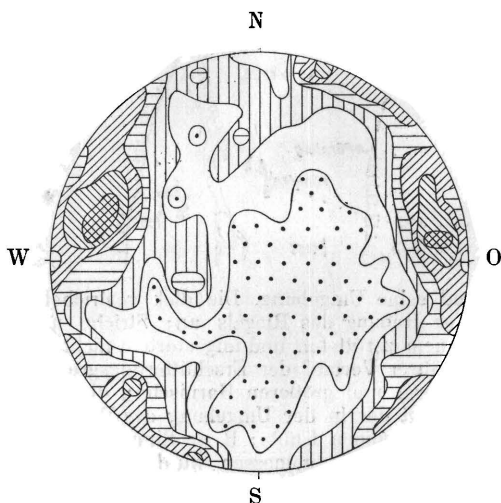
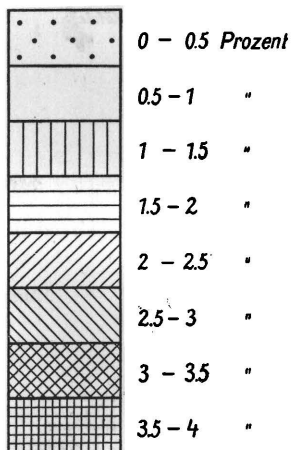


Fig. 23.

Legende zu den Diagrammen.



schweifenden Teil des vorhin erwähnten Maximums gut zur Deckung. Im ungestörten Gebiet (Fig. 23) treten noch stärker Klüfte hervor, die aus dem NO-SW-Streichen in ein NNO-SSW-Streichen einbiegen und aus der saigeren Stellung in steiles O-Fallen übergehen. Dem Maximum der NS streichenden und $50-60^\circ$ O fallenden Klüfte des gestörten Gebietes entspricht ein solches mit gleichem Streichen, dessen Fallen aber steil W gerichtet ist.

Die Ähnlichkeit der beiden Diagramme ist beträchtlich. Die vorhandenen Unterschiede sind auf ziemlich geringe Abweichungen im Streichen und Fallen zurückzuführen. Es ist dies leicht begreiflich, wenn berücksichtigt wird, daß die Kluftrmessungen im Zerrüttungsbereich auf ziemlich engem Raume durchgeführt wurden, während sie im ungestörten Gebiet z. T. viel weiter voneinander entfernt sind. Verschiedenheiten der Einzeldiagramme sind z. T. auch auf die Lage des Geländeanschnittes zu den einzelnen Klufsystemen zurückzuführen. Die Klüfte gleicher Systeme treten nicht überall gleich häufig auf, an einer Stelle ist das eine, an einer andern Stelle ein anderes Klufsystem stärker betont.

Gerade das gute Übereinstimmen einzelner Diagramme des Zerrüttungsgebietes mit solchen des ungestörten Gebietes und die große Ähnlichkeit der Sammeldiagramme lassen erkennen, daß bei der Zerrüttung der Riegelmasse kaum irgendwelche neuen Klufsysteme von größerer Bedeutung gebildet wurden.

Zu Vergleichszwecken wurden auch im Granodioritgneis bei der Auplatte 200 Klüfte gemessen, die mit denen des Riegelgebietes gut übereinstimmen, obwohl es sich hier um zwei voneinander ganz unabhängige Granitgneismassen handelt.

Nahe dem NW-Rand des Zerrüttungsbereiches liegt das Vorkommen von Bimsstein, nahe der Ortschaft Köfels, das 1923 künstlich auf eine Länge von 10 m aufgeschlossen wurde, wovon heute noch 2·5 m sichtbar sind. Der Gang besitzt eine Mächtigkeit von 20–30 cm, streicht N 55° W corr. und fällt sehr steil gegen SW ein. Er folgt in seinem Verlauf annähernd dem Streichen des umschließenden Gneises, weicht aber stellenweise in spitzem Winkel davon ab. Die Grenze beider Gesteine ist scharf, Zeichen von endo- oder exogener Kontaktmetamorphose sind an dem Aufschlusse nicht zu sehen, doch beobachtete A. Pichler an anderer Stelle eine schwärzliche, glasige Kruste auf dem Gneis, mit allmähligem Übergang in den porös-schlackigen Bimsstein. Der Granitgneis ist im Gangbereich stark verschiefert, diaphthoritisch und von kleinen Rutschflächen durchsetzt.

Der Bimsstein ist lichtgrau bis schwarz, verwittert gelbbraun und besitzt ausgezeichnet schaumige Struktur. Farbe und Struktur wechseln schlierenweise. Kennzeichnend für den Köfelser Bimsstein sind die zahllosen Einschlüsse von Bruchstücken mylonitisierten Gneises und einzelnen Körnern desselben, von mikroskopischer Größe bis zu mehreren Zentimetern Länge. Ungefähr 25–30 v. H. der Gesteinsmasse (ohne die Blasenräume) entfällt auf die Einschlüsse. Sie sind eingebettet in ein lichtbraun oder grau durchsichtiges, isotropes Glas ohne Kristallausscheidungen.

Die chemische Analyse des Bimssteins (siehe Lit. 5) ergibt eine Zusammensetzung sehr nahestehend der von Liparitbimsstein oder Obsidian.

Außer dem Vorkommen bei der Ortschaft Köfels wurde Bimsstein in losen Stücken auch mehrerenorts auf der Terrasse südlich Köfels gefunden.

Historischer Überblick.

Im Jahre 1859 erhielt A. Trientl erste Kunde von Bimssteinen bei Köfels, obwohl diese Gesteine schon länger bei den Ortsansässigen bekannt waren. A. Pichler hat 1863 die erste geologische Untersuchung und Beschreibung des Bimssteins durchgeführt. Er erkennt diese Gesteine als vulkanische Bildungen und nimmt für sie ein postglaziales Alter an und bringt sie auch auf der 1864 erschienenen Karte der „Öztalermasse“ zur Darstellung.

O. Ampferer fand 1908 neuerlich Bimssteine bei Köfels und nahm für sie ein postglaziales Alter an. Es erfolgte damals auch eine (unveröffentlichte) mikroskopische Untersuchung durch W. Hammer und B. Sander, bei der der magmatische Charakter des Gesteins bestätigt wurde.

In dem Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von A. Penck und E. Brückner wird das Maurach als Bergsturz erklärt.

Im Jahre 1922 erfolgte die erste genaue geologische Kartierung des Gebietes durch W. Hammer, wobei das Bimssteinvorkommen neuerlich aufgefunden wurde. Im nächsten Jahre wurde der Bimssteingang weitgehend bloßgelegt. Die Aufnahme führte zu folgendem Gesamtergebnis: Der Kern des Talriegels besteht aus anstehendem Granitgneis, der nach der eiszeitlichen Abschleifung stark zerrüttet worden ist. Das Zusammentreffen des Bimssteinvorkommens mit dem Zerrüttungsbereich läßt auf einen genetischen Zusammenhang beider Vorgänge schließen. Beim Empordringen des Magmas wurde das Riegelgebiet emporgestoßen und nach erfolgter Eruption sank es wieder etwas zurück. An einer der Spalten erreichte das Magma die Oberfläche, es kam aber zu keinem Ergüsse. Der das Riegelgebiet bedeckende Bergsturz wurde durch die Erschütterung, die die Eruption hervorgerufen hat, ausgelöst. Eruption und Bergsturz sind postglazial oder interstadial. Die Maurachschlucht wurde nach Ablagerung des Bergsturzes neuerlich eingetieft.

A. Penck erklärt das Gebiet als Explosionslandschaft mit Maartrichter und Sprengtrümmerfeld. In der Nische zwischen Köfels und Wurzberg sei ein halber Eruptionstrichter vorhanden, der bei der Eruption des Bimssteins entstanden ist. Auf der O-Seite ist die Wandung des Maares ganz weggesprengt worden. Der Unterschied zwischen den Maaren der Eifel und dem Sprengtrichter besteht nur in der Einseitigkeit.

H. Reck führt aus, daß Ries wie Köfels schwächste Äußerungen vulkanischer Durchbrüche auf der Oberfläche abbilden. Der Vulkan von Köfels in seiner jetzigen Gestalt ist eine Einbruchskaldera. Eine geschlossene lakkolithische Bergaufreibung als Vorgängerin ist hier so unnötig wie im Ries.

A. Burchard erkennt die vulkanische Ursache der grobblockigen Zusammensetzung des Maurach an und glaubt, daß sie keinen nachhaltigen Einfluß auf die Entstehung des Längenfelder Beckens ausgeübt habe.

W. Kranz nimmt eine zentrale, gewaltige vulkanische Explosion unter der Gegend Kitzwald und Hoher Büchl an. Die Explosion braucht aber mit der Eruption des Bimssteins nicht gleichalterig zu sein. Der Bimsstein dürfte jünger sein.

N. Lichtenecker führte die erste geographisch-morphologische Detailuntersuchung mit folgendem Ergebnis durch: Die Köfelscher Katastrophe ist postgschnitz. Das Maurach ist ein terrassierter Riegel. Die Schlucht bestand schon vor der Katastrophe. Das Alter des Bimssteins kann an die Wende vom Oligozän zum Miozän gestellt werden. Er kann, muß aber nicht jünger sein. Die Zerrüttung des Riegels und seine Blockbedeckung wurden durch einen Bergsturz verursacht, ganz unabhängig vom Auftreten des Bimssteins.

In den Jahren 1930 und 1931 wurden von O. Reithofer in der näheren und weiteren Umgebung des Maurach Klufmessungen durchgeführt und glazial-geologische und morphologische Untersuchungen angestellt.

W. Maier hat versucht, den Bimsstein als eingeschmolzenes Gneismaterial hinzustellen.

R. Klebelsberg schließt sich in seiner „Geologie von Tirol“ weitgehend an die Ergebnisse von W. Hammer und O. Reithofer an, hält aber die Möglichkeit selektiv-erosiver Entstehung des Riegels für nicht ausgeschlossen und glaubt auch, daß für den Bergsturz eine Auslösung ähnlich der vieler anderer Bergstürze nicht außer Betracht gelassen werden kann.

J. Sölech lehnt sich vielfach an die Ergebnisse von N. Lichtenecker an, geht aber nicht weiter auf die Frage des Vulkanismus und die Zerrüttung der Riegelmasse ein.

Neuestens äußerte sich F. E. Suess (19) dahin, „daß der Maurachkessel und die Zerrüttung der Gebirgsmassen durch eine von außen her einwirkende Kraft erzeugt worden ist und daß das Gebiet den bisher nur aus Wüsten besser bekannten Vorkommen von Meteorkratern als ein Beispiel zur Seite zu stellen ist, das in anderem Gelände eine andere Gestaltung angenommen hat.“ Die Schlacken von Köfels seien den Silicagläsern (Spencer) als eine besondere Abart anzuschließen.

Über Entstehung und Alter des Maurach.

Für das Köfeler Problem ist die Struktur der großen Augengneismasse des Maurach (siehe Blatt Ötztal!) von besonderer Bedeutung. Es ist sehr eigentümlich, daß gerade dieser Gneis, eines der widerstandsfähigsten Gesteine der Ötztalermasse, besonders in den mittleren Teilen seines Vorkommens ganz zertrümmert ist, während seine randlichen Teile größtenteils verschont geblieben sind.

Die in der Umgebung des Bimssteinganges auftretenden Harnischflächen lassen die Möglichkeit zu, daß der Gang vielleicht durch Abtragungsvorgänge (durch den Bergsturz) aufgeschlossen wurde. Ein tertiäres Alter ist für den Bimsstein ganz unwahrscheinlich. Ein guter Beweis für seine Gleichalterigkeit mit der Maurach-Katastrophe ist die Tatsache, daß der ganze Bimsstein mit feinem bis allerfeinstem Augengneismaterial erfüllt ist, das erst bei der Zerrüttung des Riegels entstanden ist. Es ist ganz unwahrscheinlich, daß es zu einer zweimaligen Zerrüttung mit teilweise grobkataklastischer Zertrümmerung des Augengneises und zu einer zweimaligen Bildung offener Klüfte gekommen ist, wie sie bei einem tertiären Alter des Bimssteins angenommen werden müßte. Die Spalte entspricht auch keiner älteren Verwerfungskluft. Sie gleicht mit der unebenen Oberfläche ihrer SW-Wand ganz den in ihrer Nähe liegenden offenen Klüften, die durch Zerreißung entstanden sind.

Etwas N der Kirche von Köfels tritt unter dem Rasen ein kleiner Harnisch zu Tage. O unter dem Schartel ist zwischen 1670 und 1820 *m* Höhe eine große Rutschfläche. W darüber weist auch der steile Teil N des Schartels größtenteils Harnischflächen auf. Ganz kolossale Rutschflächen treten auf der O-Wand des Wenderkogels auf (Fig. 21).

O von der Brücke — P. 1037 — reicht das Bergsturzblockwerk fast bis auf den Talboden herab. Wahrscheinlich war das Tal hier schon vor dem Bergsturz so weit hinab eingetieft, während es bei den Felsspornen N und S P. 1081 höchstens bis auf 1140 *m* herab eingeschnitten war. Die heutige Schlucht ist erst nach dem Bergsturz eingetieft worden. Dabei kann man mit einer 300 *m* tiefen Erosion das Auslangen finden. Größtenteils wurde nur Bergsturzmaterial ausgeräumt und nur auf einer kurzen Strecke hat sich die Ötztaler Ache etwa 50–60 *m* in den stark zerrütteten Augengneis eingeschnitten.

Am Wolfsegg und seiner Umgebung finden sich verschiedentlich mehr inselartige Vorkommen von ziemlich wenig gestörtem Augengneis, dessen Oberfläche stark eisüberschliffen ist. Nach den Rändern zu wird die Lagerung dieser Blöcke, die meist Rundhöcker zusammensetzen, allmählich immer unregelmäßiger und geht langsam in eine vollkommen regellose über. Nur wo dieser Übergang verfolgt werden kann, ist eine Trennung vom Bergsturzmaterial durchführbar. Die Oberfläche solcher Rundhöcker differiert oft schon bei geringer horizontaler Entfernung so stark, daß mit verschieden großen Beträgen der ursprünglichen Hebung oder der darauffolgenden Senkung gerechnet werden muß. Dafür sprechen auch die tiefen Löcher zwischen den Riesenablecken. Die besonders N und NW von Wiesle häufig vorkommenden riesigen Blöcke sind stehengebliebene Reste der vorher ungestörten Augengneismasse.

Die Grenze zwischen Zerrüttungsbereich und ungestörtem Gebiet (Fig. 21) ist am S-Fuß des Narrenkogels, am NW- und W-Fuß des Hämmerachkogels und O unter dem Wenderkogel ganz scharf. S der Äußeren Wurzberger Alm kann nur ein allmähliches Abnehmen der Zerrüttung gegen S, bzw. W wahrgenommen werden.

Die Intensität der Zerrüttung des Maurachgneises nimmt gegen die Tiefe zu. Bei den offenen Klüften am Tauferer Berg zeigen Richtungen mit viel Klüften eine große Gesamtbreite der Klüfte und solche mit wenig Klüften eine entsprechend geringe. Auch diese Tatsache läßt darauf schließen, daß die Kraft, die den Maurachgneis zerrüttet hat, nur von unten nach oben gewirkt haben kann. Im Zerrüttungsbereich und außerhalb desselben herrschen größtenteils die gleichen Kluftsysteme. Bei der Zertrümmerung der Riegelmasse wurden hauptsächlich schon vorhandene Klüfte benützt, längs denen die Verschiebungen von Blöcken oder größerer Gesteinspartien erfolgten. In den oberflächennahen Lagen wurden die größtenteils schon vorhandenen Klüfte vielfach geöffnet.

Die vorhandenen Kluftsysteme stimmen nicht mit denen eines Explosionstrichters überein. Nur die magmatische Hebung ist in stände, die hier angebotenen Verhältnisse zu erklären. Das Maurach ist ein Fremdkörper, der nicht in die Landschaft des Öztals hineinpaßt. Die beiderseitigen Talhänge unterhalb und oberhalb des Riegels passen ausgezeichnet zusammen, sobald man sich den Riegel entfernt denkt. Das heutige Becken von Umhausen war früher wohl mit dem von Längenfeld zu einem großen Becken vereinigt und erst nachträglich sind durch die Emporhebung des Maurachgneises zwei getrennte Becken entstanden. Bei der bedeutenden Breite des Längenfelder Beckens ist mit einer Tiefe der Zuschüttung von wenigstens 200 m zu rechnen. Wenn man annimmt, daß das Maurach schon vor seiner Hebung einen allerdings viel kleineren, unter der heutigen Talsohle liegenden Riegel gebildet hat, muß immer noch mit einer Hebung des Riegels von mindestens 500 m gerechnet werden. Ein weiterer Beweis für die Hebung ist die ungeheure Größe des Riegels, dessen Höhe wenigstens 600 m beträgt. Riegel von dieser ungeheuren Größe sind wohl nirgends in den Alpen zu finden.

An der Zusammengehörigkeit des Bimssteinauftretens und der bei der Hebung erfolgten Zerrüttung des Augengneises und des Losbrechens des Bergsturzes kann kaum gezweifelt werden. Durch die gewaltige Erschütterung bei der Köfelser Katastrophe wurden wohl auch die andern Bergstürze im Öztal und am Tschirgant ausgelöst.

Das Köfelser Schartel ist durch den zwischen Wenderkogel und Wurzberg niedergegangenen Bergsturz auf $\frac{1}{2}$ km an den Fundusbach herangerückt. Beim Schartel fehlt heute ein etwa 500 m breites Kammstück. Die Hang-

partien machen hier stellenweise den Eindruck, daß die östlichen Teile durch Absturz entfernt wurden. Für den südlichen Teil der Nische kommt das Entstehen eines Bergsturzes ohne vorherige Erschütterung wohl nicht in Betracht. Die Trümmer des Lärchbüchels NNW Umhausen, die den am weitesten nach N reichenden Teil des Bergsturzes darstellen, können auch aus der NW Arzwinkel liegenden Nische stammen. Nimmt man für den ehemaligen Kamm beim Schartel eine Höhe von 2300 bis 2400 *m* an, so ist es durchaus möglich, daß die Bergsturzmasse nach Zuschüttung der alten Schlucht auf der gegenüberliegenden Talseite 250—300 *m* emporgebrandet ist. Die Bergsturzmassen bedecken ein Gebiet von zirka 8.9 *km*². Der Böschungswinkel beträgt bei einer ehemaligen Kammhöhe von 2400 *m* etwa 8°.

Das Maurach ist ein terrasierter Riegel. Sichere Terrassenreste sind aber nur in der Schlucht selbst vorhanden (Fig. 21), allerdings ist ihre Ausdehnung sehr gering. Gletscherschiffe wurden in der Schlucht nirgends gefunden. Auf der N-Seite des Tauferer Berges und N ober Winklen finden sich z. T. ziemlich undeutliche Verebnungen. Ihre schlechte Ausbildung und besonders die Tatsache, daß nur eine einzige (und diese nur zu einem kleinen Teile) im Anstehenden liegt, erschweren ihre Deutung sehr. Es handelt sich entweder um Felsterrassen, die vor der Emporhebung des Riegels unter der heutigen Talsohle lagen und beim Bergsturz mit Schutt überkleidet wurden, oder um bei der Emporhebung ungleich gehobene Teile der Riegelmasse.

Am Forststraße am Tauferer Berg liegt eine typische hellgraue Grundmoräne, wohl der Würmeiszeit angehörend. Diese Moräne überlagert im unteren Teil einwandfrei Bergsturzmaterial. Da aber der Würmgletscher nicht mehr über den Bergsturz hinweggegangen ist, muß angenommen werden, daß die Moräne nachträglich etwas abgerutscht ist, was bei dem 38° geneigten Hang leicht möglich ist.

Im Fundustal liegen bei der Vorderen Fundus Alm Wallstücke, die einem Gschnitz-I-Stadium zugehörig sind. Ein Teil des damaligen Gletschers wäre sicher über das Schartel nach O abgeflossen, wenn zu dieser Zeit der Talhang beim Schartel nicht weiter nach O hinaufgereicht hätte. W unter dem Schartel liegen Gschnitz-II-Moränenwälle. Die Tatsache, daß das Bergsturzblockwerk beim Schartel und W darunter vom Gletscher unversehrt geblieben ist, hat N. Lichtenecker zur Datierung des Bergsturzes verwendet, der demnach sicher nach dem Gschnitz-I-Stadium und vielleicht noch vor dem Gschnitz-II-Stadium niedergegangen ist. WSW ober der Äußeren Wurzberger Alm liegt noch eine kleine Gschnitz-II-Moräne, die wegen ihrer Lage in der Bergsturzniche jünger als der Bergsturz sein muß.

O von Sennhof liegt ein Teil eines großen Schlernstirnwalles, an den sich die Stauseesedimente von Niederthei anlehnen. Durch den Bergsturz wurde bei Niederthei ein See aufgestaut, der später bis zu einer Höhe von zirka 1564 *m* zugeschüttet wurde. Aus der ebenen Oberfläche dieser Sande und Schotter, die in jüngerer Zeit wieder zerschnitten wurde, ragen einige kleinere Tomahaufen heraus.

Am Wolfseck und am Tauferer Berg liegen zahlreiche, sehr gut gerollte Gerölle verschiedener kristalliner Gesteine umher. Solche teils kleine, teils größere Gerölle finden sich stellenweise auch auf der linken Seite des Maurach. NO von Winklen sind in einer Schottergrube zwischen Bergsturzschutt liegende Sande und Schotter aufgeschlossen. Diese Schotterreste gehören wohl einer interglazialen Ablagerung an, die von den Bergsturzmassen mitgerissen wurde. Die im Riegelgebiete verstreuten Gerölle gleichen ganz denen dieser Schotter und haben sicher nichts mit Moränen zu tun. Andererseits liegen in diesem Gebiet nicht selten auch sichere erratische Geschiebe umher.

Exkursionsbeschreibung.

1. Talfahrt von Haiming bis zur Abzweigung des Fahrweges nach Köfels.

Bei Haiming verlassen wir die nach Imst führende Bundesstraße. Die Straße ins Ötztal führt zunächst ein kleines Stück über den Haiminger Bergsturz, dann über die Inn-Aufschüttungen. Etwa $\frac{3}{4}$ km O der Station Ötztal beginnen grobe postglaziale Sande mit Gneisblöcken, die W der Station vom Tschirgantbergsturz überlagert werden. Bei der Straßengabelung WNW unter dem Amberg taucht etwas Grundmoräne des Inntalgletschers unter dem Bergsturz hervor. Etwas S davon reichen wieder die postglazialen Sande von O an die Straße heran. Rückblickend gegen N erkennt man in der S-Wand des langen Tschirganrückens die großen, ziemlich scharf abgegrenzten Bergsturznischen. Bei Brunnau und Ambach führt die Straße wieder durch die kalkalpinen Bergsturmassen. Besonders von Ebne aus sieht man das fast wallartige S-Ende des Tschirgantbergsturzes sehr deutlich. Bei Sautens reichen gewaltige Schuttkegel nach O bis zur Ötztaler Ache heran. N von Habichen überschreiten wir Bergsturzblockwerk aus Granodioritgneis, das mit dem auf der N-Seite der Harmelewand zusammenhängt. Dieses staut den in einem glazialen Felsbecken liegenden Figurger See gegen SO auf. S von Habichen steigt die Straße über den von der Harmelewand losgebrochenen Bergsturz an, dessen Blöcke den Talriegel N Tumpen bilden. Beachtenswert sind die ungeheuren steilen Wände des Granodioritgneises der Harmelewand und der Eichplatte und der S-Tumpen aufsteigenden Engewand. Der kleine Bergsturz S-Tumpen stammt von der W-Seite. Am Ausgange der Farstrinne und des Muhrbaches liegen Reste von aus diesen Seitentälern nach W herabreichenden Schlernstadien.

SSO von Östen hebt sich aus den Schuttkegeln sehr deutlich der Lärchbühel als der am weitesten nach N reichende Tomahaufen des Köfeler Bergsturzes heraus. S von Umhausen erhebt sich quer über das Tal die gewaltige Masse des Tauferer Berges. Von dem über den Schuttkegel der Ötztaler Ache führenden Weg aus erblickt man die riesigen Harnische auf der O- und SO-Seite des Wenderkogels und das steile Einfallen seiner Augengneise gegen N und ebenso die deutliche Grenze zwischen Bergsturmzone und ungestörtem Gebiet S des Stuibenfalles. S von P. 1067 zeigt sich, daß die Ötztaler Ache sich schon über 70 m in den bei der Ausräumung der Bergsturmzone aus der Maurachschlucht entstandenen großen Schuttkegel eingeschnitten hat.

2. Der Maurachriegel.

Etwas N der Brücke — P. 1037 — verlassen wir das Auto. Unser Weg führt von hier auf der Fahrstraße nach Köfels und zum Bimssteingang (1—1¼ Stunden Gehzeit), zurück nach Köfels und am Steig W Hoher Büchel vorbei über Pürsting nach Winklen (Bimssteingang—Winklen 1¼—1½ Stunden), von dort zur Kapelle N Au und über den Forstweg auf den Tauferer Berg und Wolfseck nach Niederthei (Winklen—Niederthei 2—2¼ Stunden) und beim Stuibenfall vorbei nach Umhausen (Niederthei—Umhausen 1 bis 1¼ Stunden).

Vom Fahrweg nach Köfels aus sieht man oberhalb der ersten Kehre in zirka 1070 *m* sehr gut die Diabasvorkommen auf der rechten Talseite O ober P. 1037. Darüber tritt dann am Weg bald Biotitschiefer zu Tage, der bis auf 1190 *m* hinaufreicht und ziemlich flach liegt. Darüber führt der Weg größtenteils über die Bergsturzmasse. Von zirka 1110 *m* an sind gute Ausblicke auf den zerrütteten Augengneis auf der rechten Talseite und den oberen Teil des großen Schuttkegels, ebenso auch von der zweiten Kehre aus. Darüber geht der Weg von 1245 bis 1255 *m* durch den zerrütteten Augengneis. Beim Rückblick von hier nach SO fällt die große Schutthalde O Hoher Büchel auf und auch die riesigen Blöcke am Tauferer Berg sind sehr beachtenswert. Weiter oben finden sich am Weg in 1340 und 1350 *m* zwei frischere Aufschlüsse in der hier wenig groben Bergsturzmasse. Von der kleinen Kapelle aus nahe dem Waldrand unter Köfels erhält man einen schönen Überblick auf die ganze Bergsturzniche vom Wurzberg bis zum Wenderkogel mit seinen großen Harnischflächen. Etwas NNO der Köfelser Kirche kommt man an einem kleineren Harnisch im Augengneis vorbei. Der Bimssteingang ist durch die zahlreichen Besucher stark abgetragen worden, trotzdem er unter Naturdenkmalschutz steht.

Von Köfels an führt der schmale Steig nach Pürsting ständig über das fast ausschließlich aus Augengneis bestehende Bergsturzblockwerk. Nur bei Pürsting selbst herrscht Schiefergneis- und Amphibolitmaterial vor und dementsprechend ist das Bergsturzblockwerk hier feiner als weiter östlich.

Vom Steig aus S Hoher Büchel bekommt man einen guten Überblick über das Längenfelder Becken und die tieferen Teile der Bergsturzlandschaft. Tiefer unten von zirka 1250 *m* aus zeigt sich die S-Grenze der Bergsturzmasse WNW Pürsting sehr deutlich. Zwischen Pürsting und Winklen endet diese Masse gegen S ausgesprochen wallförmig. Von hier aus ist auch die alte Abflußrinne (W P. 1236) eines ehemaligen Hochstandes eines Sees im Längenfelder Becken

gut zu erkennen. WNW von Winklen beobachtet man nahe dem Bergsturz mehrfach größere Schlucklöcher. Der Aufschluß in der Schottergrube NO von Winklen ist durch den weiteren Abbau seit 1931 stark verändert worden. Immerhin waren noch im Herbst 1935 deutliche Schotterreste innerhalb der Bergsturzmasse erkennbar. Von der Brücke N davon hat man einen guten Ausblick auf die Grenze zwischen Bergsturzmasse und ungestörtem Augengneis S Wiese.

Auch auf der rechten Talseite führt der Weg zunächst größtenteils über Augengneisblockwerk. Zwischen 1370 und 1380 *m* liegen über der Forststraße zahlreiche, z. T. ganz gewaltige Augengneisblöcke. Am gleichen Weg treffen wir in 1400 *m* die Grundmoräne an, die kleine Ansätze zur Bildung von Erdpyramiden zeigt. Von hier aus guter Ausblick auf die Anrisse auf der linken Talseite. In 1460 *m* liegen am Weg Biotitschieferstücke umher. Darunter finden sich die aus Bergsturzschutt bestehenden Pyramiden. Bei der Besichtigung der zerrütteten Rundhöcker am Wolfseck ist wegen der tiefen Spalten Vorsicht geboten. Beim Abstieg von der auch gegen O wallförmig endenden Bergsturzmasse auf die Terrasse von Niederthei erhält man einen schönen Überblick über die aus der ebenen Fläche der Stausande emporragenden kleinen Tomahaufen, die jungen Erosionsformen in den Stauseeablagerungen und den Rest des Schlernstirnwalles O Sennhof. N P. 1564 reicht der Bergsturzschutt auch auf die rechte Seite des Hairlachbaches hinüber. S der Brücke N Mühlboden beobachtet man mehrere kleine Rundhöcker aus ungestörtem Augengneis. SO P. 1456 liegt auf der ziemlich ebenen eisüberschliffenen Oberfläche des Augengneises ein länglicher wallförmiger Bergsturzhaufen. Bei der Abzweigung des Steiges zum Stuibenfall vom Fahrweg nach Umhausen beginnt sich der Hairlachbach in den Augengneis einzusägen und ist schon nach wenigen Metern einige Meter tief schluchtartig in das hier feste Gestein eingeschnitten. Beim Abstieg auf der S-Seite des Stuibenfalles kann man die starke Klüftung des ungestörten Augengneises beobachten. Auch der Hairlachbach hat sich in seinem untersten Teil nicht unbeträchtlich in seinen Schuttkegel eingeschnitten.

Literatur.

1. Ampferer O., Studien über die Inntalterrassen. Jahrb. d. k. k. G. R. A. 1904.
2. Ampferer O., Die Bergstürze am Eingang des Ötztales usw. Verhandl. d. k. k. G. R. A. 1904.
3. Ampferer O. Beiträge zur Glazialgeologie des Oberinntals. Jahrb. d. k. k. G. R. A. 1915.
4. Burchard A., Formenkundliche Untersuchungen in den nordwestlichen Ötztaleralpen. Forschungen z. deutschen Volks- u. Länderkunde, Stuttgart 1927, 25. Bd., Heft 2.

5. Hammer W., Über das Vorkommen jungvulkanischer Gesteine im Ötztal und ihr Alter. Sitzungsab. d. Ak. d. Wiss. i. Wien, mathem.-naturw. Kl., 132. Bd., 1923.
6. Hammer W., Ein Vorkommen jungvulkanischen Gesteins in den Tiroler Zentralalpen, Zeitschr. f. Vulkanologie, 8. Bd., Berlin 1924.
7. Hammer W., Zur Deutung des Bimssteinvorkommens bei Köfels im Ötztal, Verhandl. d. G. B. A. 1930.
8. Hanke H. und R. v. Sarnthein, Quartärgeologische Untersuchungen im inneren Ötztal, Jahrb. d. G. B. A. 1935, Heft 1/2.
9. Klebelsberg R. v., Geologie von Tirol, Berlin 1935.
10. Kranz W., Vulkanexplosionen, Sprengtechnik, praktische Geologie und Ballistik, Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges., Berlin 1928, Bd. 80.
11. Lichtenecker N., Bergsturz und Bimssteingang von Köfels im Ötztal. Geograph. Jahresbericht aus Österreich, Bd. 14 u. 15, Leipzig u. Wien 1929.
12. Lichtenecker N., Zur Deutung des Bimssteinvorkommens von Köfels im Ötztal. Verhandl. d. G. B. A. 1930.
13. Penck A. und Brückner E., Die Alpen im Eiszeitalter. I. Bd., Leipzig 1909.
14. Penck A., der postglaziale Vulkan von Köfels im Ötztale. Sitzungsab. d. preußischen Ak. d. Wiss., phys.-math. Kl., 12. Bd., Berlin 1925.
15. Pichler A., Zur Geognosie Tirols, II. Die vulkanischen Reste von Köfels. Jahrb. d. k. k. G. R. A. 1863.
16. Pichler A., Vulkanische Gesteine in den Zentralalpen. Verhandl. d. k. k. G. R. A. 1863.
17. Reithofer O., Neue Untersuchungen über das Gebiet von Köfels im Ötztal. Jahrb. d. G. B. A. 1932.
18. Sölch J., Fluß- und Eiswerk in den Alpen zwischen Ötztal und St. Gothard. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 219 u. 220, Gotha 1935.
19. Suess F. E., Zur Deutung des „Bimssteinvorkommens“ von Köfels im Ötztale. Anzeiger d. Ak. d. Wiss. i. Wien, 1936, Nr. 10.
20. Trientl A., Die Bimssteine von Köfels. Tiroler Landzeitung, Imst 1895, Nr. 50.
21. Wahnschaffe F., Die eiszeitliche Endmoräne am Eingang des Ötztals. Naturw. Wochenschrift, Jena 1902, N. F., Bd. 1.