©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

DIE VERHEERUNGEN IN DER SANDLINGGRUPPE (SALZKAMMERGUT)

durch die im Frühherbst

1920

entfesselten Naturgewalten

(ABSITZUNG, BERGSTURZ UND GESTEINSSTROM)

VON

DR. OTTO LEHMANN

MIT 2 KARTENSKIZZEN, 11 TEXTFIGUREN UND 3 TAFELN

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

DEM ANDENKEN AN MEINEN LEHRER
DER ERDKUNDE IM GYMNASIUM,
PROF. DR. WILHELM SCHMIDT
GEWIDMET

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Inhaltsübersicht.

		Seite
Vorwort		263
I.	Beschreibung des Schauplatzes und Mitteilung des Gesamtvorganges	265
II.	Art und Lagerung der Gesteine	266
III.	Die Rolle der Niederschläge bis zum Beginn der Gesteinsbewegung. (Die nassesten Zeiten des Salzkammergutes seit Einführung der systematischen Regenmessungen des Hydrographischen Zentralbureaus.)	
IV.	Der erste Teil der Zerstörungen in der Paßlandschaft nach den Berichten der Augenzeugen	280
V.	Die Veränderungen der Paßlandschaft am Morgen des 13. September 1920	281
VI.	Der Gesteinsstrom und die Veränderung der Landschaft durch ihn bis Ende Oktober 1920	284
VII.	Die Theorie des Ereignisses und seine Stellung im System der geomorphologischen Massenbewegungen	289
VIII.	Die Raumgröße der in Bewegung gekommenen Massen	298
IX.	Zusammenfassung und Schluß	299

Bemerkung zu Karten- und Planskizze.

Diese beruhen auf der alten Originalaufnahme 1 25.000 sowie auf den Karten und Plänen der staatlichen Forstverwaltungen Alt-Aussee, Goisern und Ischl (1 5000 bis 1 20.000) samt den von den Herren Forstmeistern beigestellten, gefälligen Eintragungen des ungefähren Umfanges der Zerstörung sowie auf einigen eigenen Messungen und Lichtbildern. Die Unterlagen wurden alle einheitlich im Maße 1 5000 aufgezeichnet, beziehungsweise vergrößert, zusammengestoßen und daraus die Skizze 1 25.000 reduziert. Hierbei ergaben sich unangenehme Nichtübereinstimmungen, sobald man die Stellen des Sandlinggipfels zur Deckung brachte. Eine theoretisch einwandfreie Ausgleichung hätte da trotz der aufgewandten Mühe nur formellen Wert gehabt. So wurde eine einfachere grobe Ausgleichung in der Weise vorgenommen, daß der Abstand der verschobenen und zum Teil zerstörten Hütten von ihrer ursprünglichen Stelle am besten den Angaben der Weideberechtigten entsprach. Die früheren Almhütten ebenso wie die unversehrten westlich vom Bach waren auf den Karten des Forstreviers eingezeichnet. Nach dieser groben Ausgleichung sind auf 3 *km* Entfernung, also bis zum Leislingbach, immer noch Distanzfehler von 60 *m* (1 25.000 = 2·2 *mm*) nicht auszuschließen. Immerhin hatte ich nun mit einiger Spannung den Ergebnissen der stereophotogrammetrischen Neuaufnahme entgegenzusehen. Sie wurden mir im Bundesvermessungsamt durch Herrn Oberinspektor Schober in einer Kopie der Isohypsen im eingesehenen Raum, 1 25.000, freundlich übermittelt. Daraus ergab sich, daß die Abgrenzung fast aller Zerstörungsbereiche voneinander der Einzelarbeit des Topographen und Tachymeters überlassen bleibt. Das wenige, was diese Kopie von den Veränderungen der Landschaft enthält, steht meiner Zeichnung so nahe, daß ich mit Ruhe den Ergebnissen der topographischen Einzelerhebungen entgegensehe und beschlossen habe, meine Skizzen in der vorliegenden Gestalt zu veröffentlichen, obwohl man gewisse unschädliche Abweichungen von der künftigen Karte 1 25.000 erkennen wird.[1] Ebendarum sind meine Grundrisse nur als Skizzen bezeichnet und beanspruchen nicht mehr, als Illustrationen zu sein.

Der größte Unterschied wird der Unterschied in den Isohypsen sein, da ich, die Wahl gestellt, das neue, wenn auch Teil interpolierte Kartenbild ganz oder gar nicht zu übernehmen, die Höhenlinien der alten Originalaufnahme beibehalten habe. Es zeigt sich aber auch außerhalb des Zerstörungsbereiches ein Unterschied nicht so sehr im Verlauf als in der Lage der alten und künftigen Isohypsen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Planskizze des Bergsturzgeländes und der Absturzerscheinungen bei der Vorderen Sandlingalm, 1 : 7500, nach dem Stande vom Oktober 1920.

1. (im W der Paßlandschaft): Tonzunge.

2—2. Bis zum Diebskögerl über den Bach vorgeschobener Almgrund. (Bäume, Gras, Erde, Moräne, zermürbte tonreiche Mergelblättchen. Kalkmergelbrocken des Lias.)

3—3. Ältere mitvorgeschobene Schüttung von riesigen Sturzblöcken vom Nachmittag des 12. September 1920. Der Verschub geschah erst nach Mitternacht am 13. September, wobei die Bäume, die den Fuß der alten Schutthalde umsäumten, samt ihrem morränigen Untergrund wallartig ein wenig auf den ausweichenden Almgrund hinaufgeschoben wurden, also kurze Zeit noch rascher vorrückten. Das Bachwasser bildete am Nordrand dieser Anschoppung einen kleinen Stausee.

4—4. Jüngere Schüttung von Riesenblöcken seit der Mitternacht vom 12. auf den 13. September.

5—5. Bis auf die Reste ganz im N und S verhüllter Fuß der Schutthalde vor dem Ereignis nach der Originalaufnahme 1 25.000.

Dk, nördlich 1, Diebskögerl.

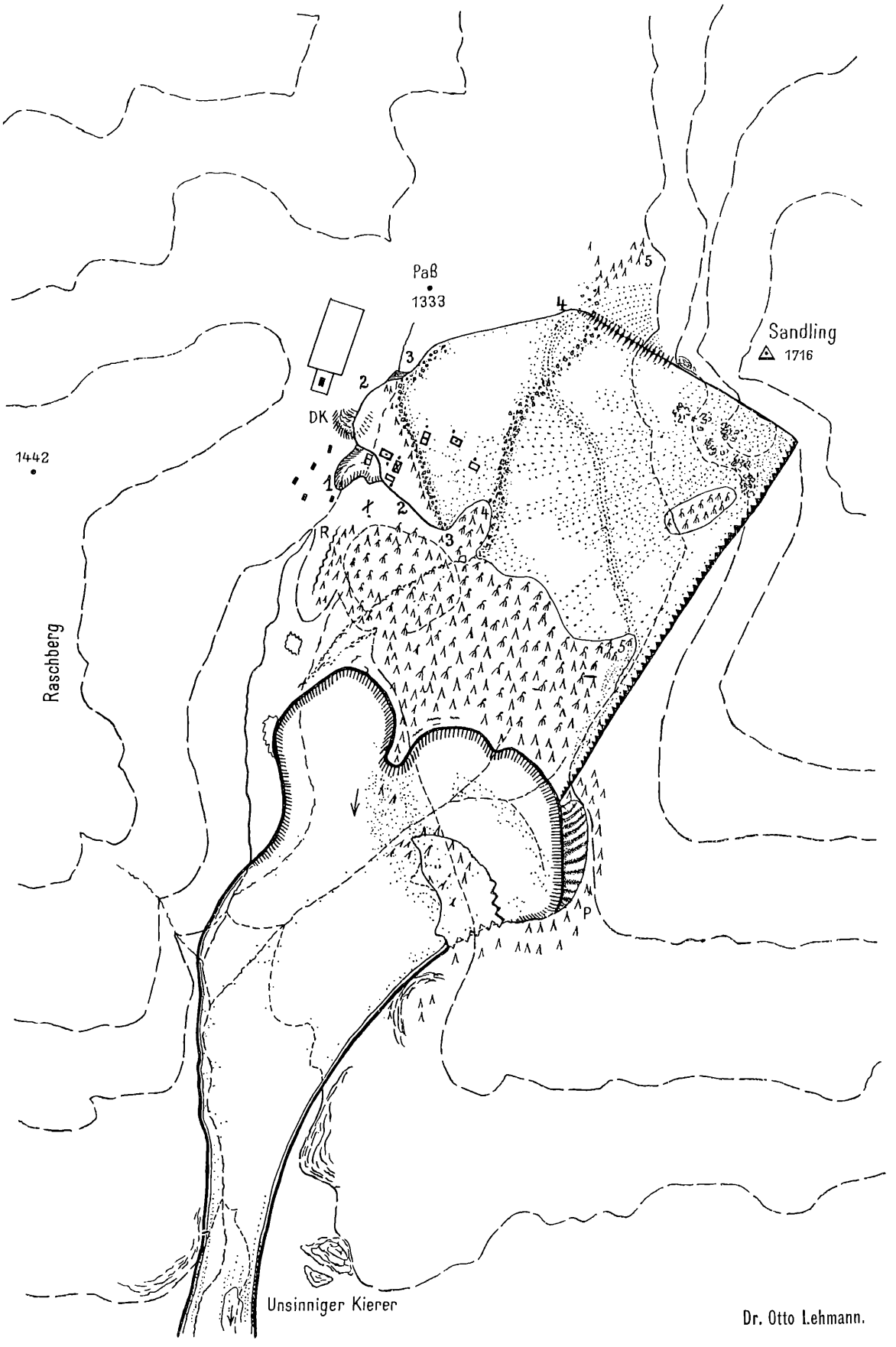
R, südlich 1, Riß und Überschiebung auf dem geborstenen Hügelrücken.

P, über der östlichen Ausrißnische: Rest einer alten Plaike mit Regenrillen.

Die unversehrt gebliebenen Almhütten und Häuser sind schwarz gezeichnet. Die verschobenen nur umrandet, aber durch Zeichen unterscheidbar. Ein Punkt über ihrem Umriß deutet die Lage vor dem Verschub an, ein solcher darunter die Lage nachher. Heute sind die beschädigten Hütten längst abgebrochen und das Holz geborgen. Die südwestlichste der früheren Hütten wurde nach S verschoben und dort überkippt und zertrümmert. Fichten- und Legföhrenwuchs ist schematisch unterschieden, Wiesen und Matten sind weiß gelassen. Die rechtwinkelig aufeinanderstehenden Trennungsflächen der Absitzung am Sandling weichen landschaftlich ein wenig voneinander ab (vgl. die Lichtbilder), was die Zeichnung zum Ausdruck zu bringen sucht. Im Bereiche der Zerstörung sind die früheren Wasserläufe und die Höhenlinien zarter gezeichnet. In der Originalaufnahme 1 25.000 fehlten die Gerinne auf der Fläche der östlichen Ausrißnische. Durch ihre Eintragung ergibt sich die dort sichtbare Unstimmigkeit zu der unverändert gelassenen Isohypse. Ein Versehen verursachte die Lücke in der südlichen Umrandung der Doline zwischen Ausriß und Almhütten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Planskizze 1:7500.



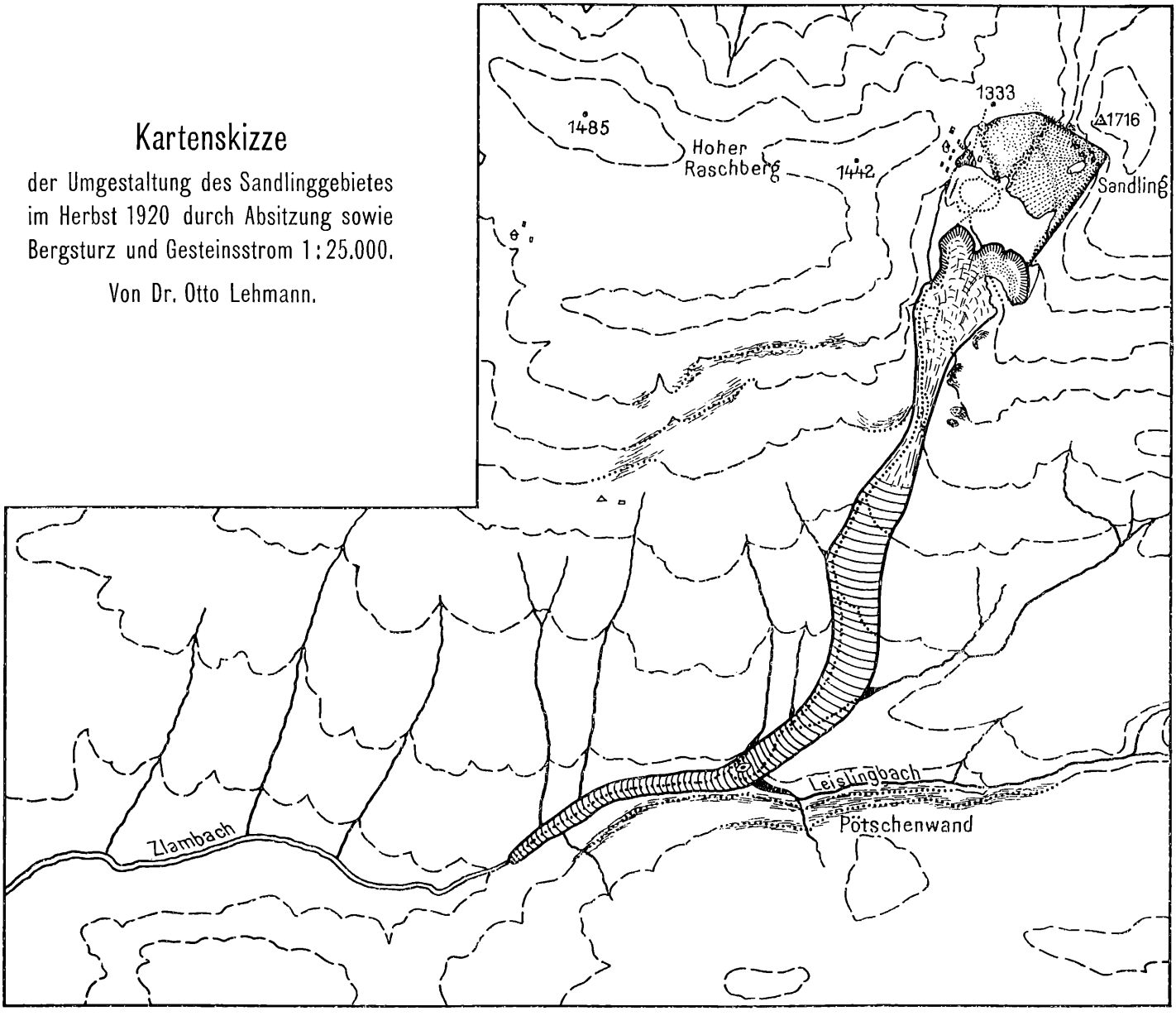
Dr. Otto Lehmann.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kartenskizze

der Umgestaltung des Sandlinggebietes im Herbst 1920 durch Absitzung sowie Bergsturz und Gesteinsstrom 1:25.000.

Von Dr. Otto Lehmann.



Kartenskizze 1:25.000.

Die Erläuterungen zur Zeichnung der Paßlandschaft sind beim Plan 1 7500 zu lesen. Die Skizze sucht das vorwiegende Erosionsgebiet des Gesteinsstromes und das Gebiet seiner Ablagerung auseinanderzuhalten. Es liegen aber zahllose Mergelblöcke auch auf dem tiefer gelegten Tongrunde bei den Ausrißnischen und ebenso wurde unter der abgelagerten Zunge auch etwas erodiert. Der Gesteinsstrom ist so weit quer schraffiert, als er bis zum Schluß zusammenhängend bewegt war und auf einmal zur Ruhe kam. Die Stauseen sind schwarz gezeichnet. Punktiert sind die früheren Isohypsen und Bäche, ferner die unveränderten Isohypsen in den schraffierten Wänden. Die Paßlandschaft zeigt die Lage der Hütten vor dem Ereignis.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

DIE VERHEERUNGEN IN DER SANDLINGGRUPPE (SALZKAMMERGUT) durch die im Frühherbst 1920 entfesselten Naturgewalten (ABSITZUNG, BERGSTURZ UND GESTEINSSTROM)

VON

DR. OTTO LEHMANN

(MIT 2 KARTENSKIZZEN, 11 TEXTFIGUREN UND 3 TAFELN)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 21. JÄNNER 1926

Vorwort.

Als im September 1920 die ersten Nachrichten über die gewaltigen Gesteinsbewegungen am Sandling in Leoben, wo ich mich damals aufhielt, bekannt wurden, stand meine und meiner Familie Rückkehr nach Wien unmittelbar bevor. Damals war tagelang der Bahnverkehr nach dem Salzkammergut durch die vorangegangenen ausgebreiteten Hochwasserschäden unterbrochen. Nur mit einem mir nicht möglichen Aufwand hätte ich gleich nach den ersten Nachrichten den Schauplatz des Naturereignisses besuchen können, das sich dann als Gesteinsstrom durch vier Wochen ruhig fortsetzte. Hiervon gelangten Berichte von Herrn Dr. Ernst Oberhummer und auch Lichtbilder nach Wien. Daraus erkannte sein Vater, Herr Hofrat E. Oberhummer, Mitglied der hist.-phil. Klasse der Akademie der Wissenschaften, die Bedeutung des Ereignisses und erwirkte beim Generalsekretär der math.-naturw. Klasse, Herrn Hofrat F. Becke, die Zustimmung zur Auszahlung einer Unterstützung von 2000 K an mich zu einer Zeit, als die Akademie der Wissenschaften ihre regelmäßige herbstliche Tätigkeit noch nicht aufgenommen hatte. Binnen 24 Stunden hatte ich jene Summe in Händen, die damals einen Aufenthalt von acht Tagen im Gebiete der Untersuchung ermöglichte. Als ich Mitte Oktober in Goisern anlangte, hörte eben die Bewegung des Gesteinsstromes auf. Dafür war sein Ausrißgebiet mit wichtigen Aufschlüssen und ein Teil seiner Bewegungsbahn schon betretbar.

Den genannten beiden Herren und der math.-naturw. Klasse der Wiener Akademie der Wissenschaften spreche ich hier meinen aufrichtigen und lebhaft empfundenen Dank aus für das freundliche und förderliche Entgegenkommen sowie für die Bewilligung jener wirksamen Unterstützung.

Vor mir weilten zwei Fachmänner, wenn auch nur kurze Zeit, am Schauplatz der fortdauernden Bewegungen, Herr Prof. Dr. F. Machatschek und Herr Privatdozent Dr. E. Spengler. Jener veröffentlichte über seine Beobachtungen eine kleine Mitteilung: »Der Bergrutsch am Sandling im Salzkammergut« in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1920, p. 303. Dieser hielt im November 1920 einen Vortrag über seine Auffassung des Ereignisses in der Geologischen Gesellschaft in Wien, der nicht gedruckt erschienen ist, und schrieb dann im Frühjahr 1921 in der »Neuen Freien Presse« ein Feuilleton

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

darüber, als kleine Trümmerfälle das übertriebene Gerücht von einem Wiederaufleben der Katastrophe in der Öffentlichkeit erzeugten.

Ich erstattete im November 1920 vor der math.-naturw. Klasse meinen vorläufigen Bericht über die Ergebnisse meiner Untersuchung, von dem ein Auszug in Nr. 23 des Akademischen Anzeigers von 1920 erschienen ist. Mit Erlaubnis der zuständigen Klasse der Akademie schrieb ich dann eine Mitteilung: »Die Zerstörung von 45 *ha* Wald im Salzkammergut durch eine Gesteinsbewegung« im »Zentralblatt für das gesamte Forstwesen«, 47 Jg., H. 9/10, 1921. Meine Ergebnisse wichen von Anfang an durch die Betonung einer Ausquetschung von denen Machatschek's und Spengler's ab, die vielmehr ein Ausgleiten der Felsmassen auf schlüpfrig gewordener Unterlage für wesentlich bei dem Vorgang hielten. Im Verlaufe der Untersuchung enthüllte sich mir diese Verschiedenheit der Deutung als so schwerwiegend, daß ich nun die Ausdrücke »gleiten« und »rutschen« ganz vermeide, die ich ursprünglich für das Weiterfließen der ausgequetschten Tone und die Bewegung einzelner Mergelblöcke auf ihnen, aber nicht für die auf ihnen liegende Felslast angewandt habe.

Zu den Ergebnissen meiner Arbeit sind auch die Plan- und Kartenskizzen zu zählen, freilich nur Skizzen, weil eine eigene photogrammetrische Aufnahme sehr viel mehr Zeit durch Aufsuchung und Einmessung von neuen Fixpunkten erfordert hätte und außerdem die Heranziehung eines Handlangers und Trägers. Ohne diese zeitraubende Verdichtung des Dreiecknetzes blieb auch die seither vorgenommene staatliche stereophotogrammetrische Aufnahme auffällig unergiebig, was die topographischen Züge der Zerstörung betrifft. (Vgl. die Bemerkungen zu meinen Skizzen auf den vorigen Seiten.)

Auch so mußten die kurzen Oktobertage voll ausgenutzt werden, um die niedergelegten Tatsachen festzustellen. Sehr wertvoll wurde mir hierfür die Bekanntschaft des Herrn Johann Reisenauer, wohnhaft im obersten Haus der Hangsiedlung Pichlern am Raschberg. Durch das freundlich gewährte Nachtquartier ersparte ich viele Stunden Auf- und Abstieges, zumal ich bei dem Versuch, solche Wegstrecken in Dämmerung und Dunkelheit zu verlegen, sowohl im zerrütteten tonigen Gelände wie auch im dichten Walde des Raschberg-Westhanges erschöpfende und zeitraubende Erfahrungen machte. Der frühere gute Weg nach Goisern war eben großenteils von einem unbetretbaren nassen Tonbrei verlegt. Herrn Reisenauer gebührt auch an dieser Stelle mein herzlichster Dank.

Über fünf Jahre sind zwischen der Begehung des Geländes und der Vorlage dieser Schrift verflossen. Die Untersuchung der Rolle der Niederschläge allein, die sich für 25 Jahre auf vier Stationen mit je 365 Beobachtungstagen stützte, konnte bei der Art der Problemstellung[1] nicht vor einem Jahr fertig werden. Seither habe ich die morphologische Erforschung der großen Eishöhle im Tennengebirge bei der Expedition der Akademie der Wissenschaften im März bis April 1921 durchgeführt und die Bearbeitung der Ergebnisse der Reise Dr. Heinrich Handel-Mazetti's durch die Provinz Guidschou abgeschlossen. Die beiden daraus hervorgegangenen Veröffentlichungen, deren möglichst rasches Erscheinen auch für andere Personen wünschenswert war, sind demgemäß der gegenwärtigen vorangegangen.

Das Jahr 1924 raubte mir durch eine schwere Erkrankung jede Möglichkeit, in den großen Ferien das Geringste an Arbeit vorwärtszubringen. In den Jahren 1921 und 1925 habe ich das Arbeitsfeld des Sandlings nicht ohne Nutzen wieder aufgesucht.

Herr Forstrat Alfred Trunck hat mir beim Einblick in die Karten des Waldreviers von Goisern das größte Entgegenkommen bewiesen und durch seine Vermittlung hat Herr Forstrat Viktor Larisch mir noch eine kartographische Skizzierung des Ostrandes der Verwüstung im Revier von Alt-Aussee freundlicherweise nachgesandt. Beide Herren vermehren die große Zahl all der bereitwilligen Helfer, denen ich schon im Text für ihre Auskünfte meinen wärmsten Dank ausspreche und die alle zusammen ein wesentliches Verdienst an der Vollendung dieser Arbeit haben.

Wien, im Jänner 1926.

Otto Lehmann.

---

[1] Vgl. die Tabellen des Abschnittes III und ihre Erläuterung.

I. Beschreibung des Schauplatzes und Mitteilung des Gesamtvorganges.

Vgl. Plan und Karte.

Die Berggruppe des Sandlings, gelegen in den nordöstlichen Kalkvoralpen und von N nach S überschritten von der Grenze zwischen Oberösterreich und Steiermark, hat, vom 12. September 1920 angefangen, bis Mitte Oktober desselben Jahres durch die verheerenden Gesteinsbewegungen eine völlige Veränderung von fast dreiviertel Quadratkilometer ihrer Oberfläche erfahren.

Das kleine Gebirge ist einfach gestaltet. Von allen Seiten steigen, 500 bis 600 *m* hoch, meist dichtbewaldete, oft auch feuchte Gehänge empor, die von Gräben oder V-förmigen Tälern gegliedert sind. Aus diesen Gehängen ragen einige massige Kalkberge hervor, und zwar der Sandling, 1716 *m*, als höchster und westlich von ihm der Raschberg, 1485 *m*, an Höhe der zweite. Der Raschberg ist dicht bewaldet mit Ausnahme der Wände und trägt auf seiner Oberseite eine schöne grasige Dolinenlandschaft. Der Sandling mit seiner besonders steilen Westwand ist weniger waldig, von Legföhren abgesehen, er ist durch Karrenbildungen verkarstet.

Zwischen beiden Bergen liegt eine Paßlandschaft, etwa 600 *m* breit, um 1300 *m* Höhe. Sie ist auch im N und S durch steilere Anstiege deutlich begrenzt und enthält die Wiesen der Vorderen Sandlingalm. Südlich und südöstlich von diesen liegt eine Waldfläche. Sie überzieht eine flache tellerförmige Doline und reichte auch auf die alten Schutthalden vor der Westwand des Sandlings empor; dies tut sie heute nur noch dort, wo die Zerstörung nicht Platz gegriffen hat.

Dicht unterhalb des tiefsten Punktes der Wasserscheide (1333 *m*) entspringt, nach S gerichtet, in einem Wiesentälchen der Michel-Hallbach (Vordere Sandlingbach) und durchmißt die Almanger der Weideberechtigten. Hierbei nähert er sich dem Fuße des Raschberges, so daß die genannte Waldfläche am östlichen Ufer bleibt. Die Doline in ihr ist nicht sicherer Entstehung. Sie liegt in festen Fleckenmergeln. Sie reicht etwa 10 *m* unter die tiefste Stelle ihrer Umrandung.

Erst südlich von ihr entsprangen linke, schwache Seitengerinne des Michel-Hallbaches in einem Gelände, wo die Neigung nach S erst langsam, bald aber rasch zunimmt. Mit dieser Stufe ist auch das Ende der Paßlandschaft und ihre Abgrenzung gegenüber dem vereinigten breiteren Tal der nun folgenden Strecke des Michel-Hallbaches gegeben. Das Tal zieht dann nicht ganz 3 *km* weiter, wo es in jenes des Leisling- oder Großen Zlambaches mündet, der die Südgrenze der Sandlinggruppe bildet. Im Bereiche der Paßlandschaft muß noch auf den langgestreckten Hügel aufmerksam gemacht werden, der, größtenteils schon im Wald gelegen, die erwähnte Doline von dem westlich benachbarten Laufstück des Baches trennt; es folgt hier schon in kräftigem Einschnitt dem Fuße des Raschberges.

In dieser Landschaft hat sich äußerlich folgendes ereignet, beziehungsweise verändert: Ein 200 *m* hoher Felsturm, das Pulverhörndl, südlich neben dem Gipfelvorsprung des Sandlings und dicht vor der Westwand dieses Berges aufragend, fiel in der Nacht vom 12. auf den 13. September in Trümmer. Unmittelbar vor dem Wandfuß erlitt der Wald- und Weidegrund eine Senkung bis zu 40 *m*; ihr entsprach in einiger Entfernung eine Auftreibung, wobei der genannte Hügelrücken zwischen Bach und Doline barst Ein riesiger Gesteinsstrom wälzte sich südlich der Paßlandschaft im Tale des Michel-Hallbaches bis zu dessen Mündung über 2·5 *km* weit und dann noch gut 1·2 *km* weit im Tale des Großen Zlambaches, wo er nach vier Wochen zum Stillstand kam. Der doppelteilige Ausriß dieses Gesteinsstromes liegt an der Südgrenze der Paßlandschaft und reicht in ihrem nordöstlichen Teil bis an den felsigen Fuß des kalkigen Sandlingstockes heran.

Schon im Sommer 1921 hat sich im Bette des inzwischen getrockneten Gesteinsstromes ein neuer Michel-Hallbach entwickelt und ihn zertalt; die Paßlandschaft wurde zugleich im Hintergrunde der Ausrißnische von zunehmenden Rissen durchsetzt, die auch schon ein geringes Nordwärtsfressen des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ausrisses zur Folge haben. Gegenstand der Untersuchung sind aber nicht mehr diese späteren und ruhigeren Vorgänge, sondern nur die in einem Zuge erfolgte Riesenzerstörung.

Ein erster Vergleich der Zustände vor- und nachher wird durch die Bilder auf Tafel I ermöglicht; dazu muß man sich auf dem Bilde 3 die verheerte Talfurche im oberen Teil seichter, im unteren tiefer, überall aber mit dichtem Walde überzogen denken, wenn man sich den früheren Zustand richtig vorstellen will. Es ist das erstemal, daß eine so große Naturumwälzung, in der selbst ein nicht unbeträchtlicher Bergsturz nur eine Nebenerscheinung war, durch Aufnahmen erläutert werden kann, die fast vor derselben Stelle vor dem Ereignis und unmittelbar danach gemacht wurden.

Der innere Zusammenhang all der Verwüstungen und Zerstörungen ist kurz gefaßt folgender: Die mächtigen Kalke und die festen Mergel, die den Sandling von oben nach unten zusammensetzen, werden unterlagert von tonigen Gesteinen. Die starken Niederschläge des Sommers 1920, besonders des Spätsommers, die ein berüchtigtes Hochwasser der Salzach, Enns und Traun bewirkten, weichten die tonigen Schichten auf, wo die festen Gesteine der Auflagerung genügend klüftig und deshalb durchlässig geworden waren. Dies galt besonders vom stark verwitterten Bereich der Westwand und ihres Fußes südlich vom Gipfel. Die durchweichten Schichten wurden am 12. September 1920 von den festen Kalkmergeln und den darauf ruhenden Kalken an der Westwand ausgequetscht. Es begannen dabei abzusinken der nach etwa 12 Stunden völlig in Trümmer stürzende Sandlingturm und seine südliche Nachbarschaft. Diese umfaßte vor allem den felsigen Kern der Schutthalden vor der ganzen Wand südlich vom Gipfel und den davor liegenden bewaldeten Geländestreifen bis etwa zur Mitte der Doline und lag größtenteils in Kalkmergeln. Die Senkung mußte, sofern sie nicht in Hohlräume hinabging, mit großen Massenverdrängungen verbunden sein. Viel bescheidener sind aber die Ausmaße der Auftreibung, die sich im Bereiche der Paßlandschaft einstellte. Hier erschwerte eine Gesteinsbettung besonderer Art das Emporquellen der ausweichenden Tonmassen. Dafür setzte die unterirdische Druckfortpflanzung einen großen Teil der Tone nach S, also fast parallel zum allgemeinen Verlauf der Westwand in Fluß, so daß sie im SW hervorzubrechen begannen. Dort hatten im Bereich der erwähnten Geländestufe der Michel-Hallbach und seine Nebengerinne die Tone angeschnitten und damit für sie einen Ausweg vorbereitet. In jener Gegend waren sie nur teilweise auch von Lagen der festen Mergel bedeckt, die nicht überall so dick waren wie weiter im N. Als nun deren tonige Unterlage ausquellend dem steilen Gefälle der kräftiger eingeschnittenen Talstrecke folgte, d. h. weiterfloß, fiel das hangende Gestein am Ausriß in Trümmer, und diese schwammen mit dem Tonbrei bis in das Tal des Leislingbaches davon.

Eine umfängliche Beweislast obliegt dieser Darstellung, denn zum Unterschied von den Äußerungen anderer wurde nichts vom alten Salzbergbau unter der Vorderen Sandlingalm gesprochen, das Wort »Rutschung« wurde vermieden und keine der üblichen Anspielungen auf »tektonische Bedingtheiten« erleichtert es, den Kern des Problems ungelöst zu lassen.

II. Die Art und Lagerung der Gesteine

wird durch das Kärtchen, Abb. 1, und die Schnitte, Abb. 2, bekanntgemacht.[1] Die Namen der Schichten sind für die Allgemeinheit zum Verständnis des Vorganges nicht nötig, stellenweise erleichtert jedoch ihr Gebrauch die Beschreibung und dem geologischen Leser den Einblick in die Tatsachen. Das Kärtchen zeigt unausgeführte Teile, wo die Lagerung sich als verwickelter herausstellte, so daß die weitere Fortsetzung beobachteter oder sehr wahrscheinlicher Gesteinsgrenzen unter Gras und Trümmer allzu fraglich wurde.

Die Gesteinsbewegung hat großartige Aufschlüsse geschaffen, an anderen Orten die Beobachtung nicht unwichtiger Einzelheiten unmöglich gemacht. Am tiefsten sind die neuen Aufschlüsse im S, wo der Gesteinsstrom die beiden großen Ausrißnischen hinterlassen hat, deren bewegliche Steilgehänge freilich an so manchen Stellen dem Begeher keinerlei Halt erlaubten. In der westlichen Nische ließ sich gleichwohl das Einfallen der Liasfleckenmergel als gegen ONO gerichtet und bis an 20° steil bestimmen. Es ist aber kein ebenes, sondern etwas welliges Einfallen, dessen örtliche Verknitterungen nicht nur dort vorkommen, wo sie sich als Folgen der neu eingetretenen Zerrüttung deuten lassen würden. Ungefähr

[1] Vgl. die geol. Spezialkarte 1 75.000 Bl. Ischl und Hallstatt m. Erl., ferner: Kittl's dem Salzkammergut gewidmeten Teil des Führers für die Exkursionen zum IX. Int. Geologenkongreß, Wien 1903, und Hahn, Mitt. Geol. Ges., Wien 1913, VI, 4.

gleich geneigt nach Richtung und Betrag war die Auflagerungsfläche der Mergel auf den nur sehr undeutlich geschichteten Tonmassen. Vor dem Ereignis ist das Einfallen mehr östlich und der Fallwinkel geringer gewesen, etwa wie heute noch im unveränderten Teil der Westseite des Sandlings. Denn man muß in Rechnung ziehen, daß das Gelände im O abgesunken, im W aufgetrieben ist und daß die Senkung im NO beim Pulverhörndl südlich des Gipfels, den größten Betrag erreichte.[1] Im westlichen Teil der großen Aufschlüsse muß der Bachgraben schon seit jeher die Tonunterlage kräftig angeschnitten haben, wenn die Isohypsen der Originalaufnahme auch nur angenähert stimmen. Doch war diese folgenschwerste Tatsache im feuchten Grunde des dichten Waldes der geologischen Beobachtung entgangen.

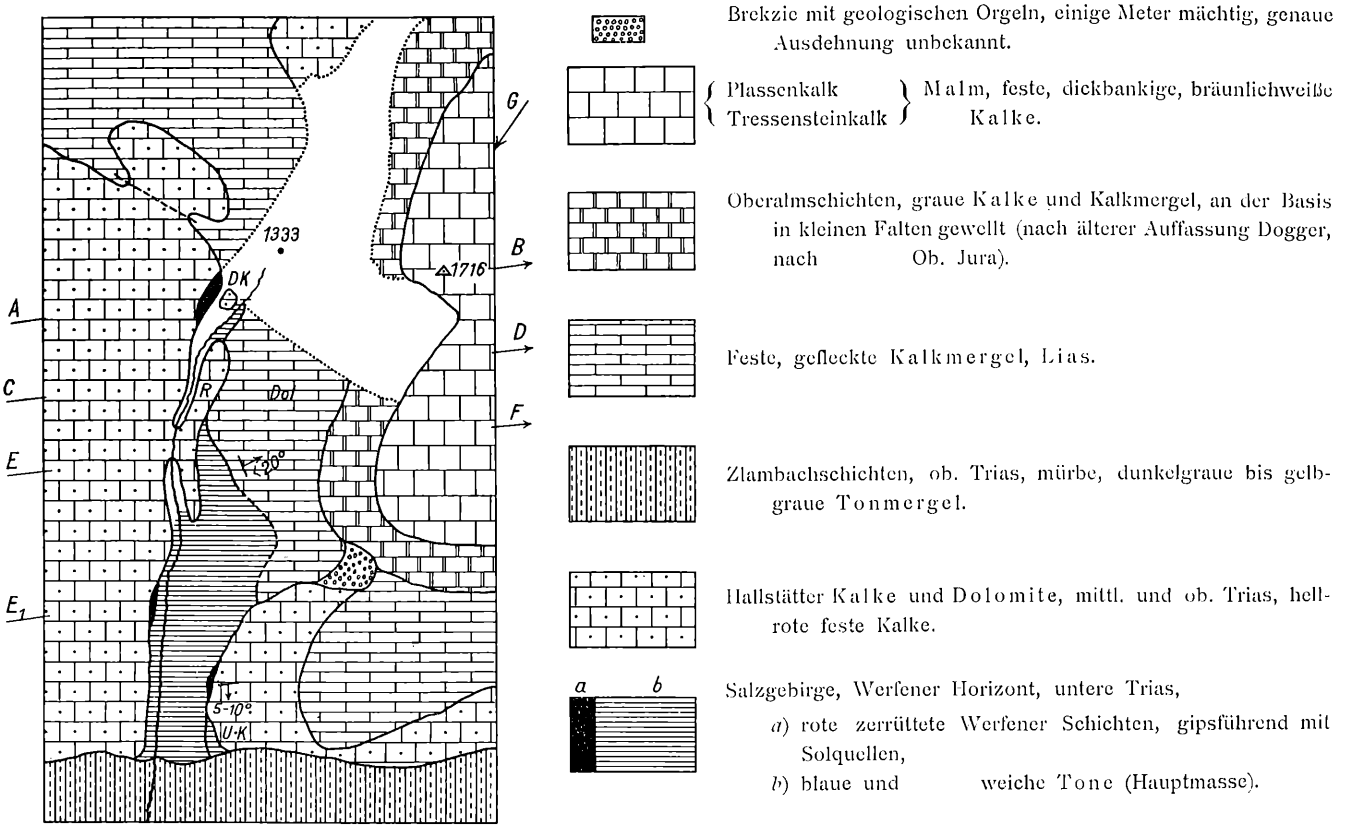


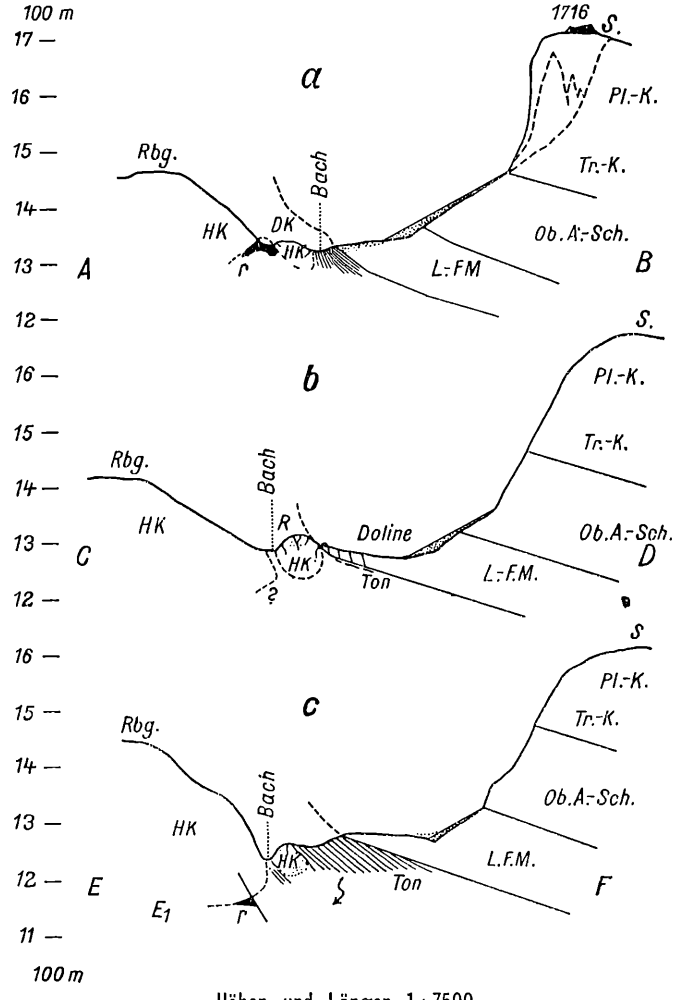
Abb. 1. Geologische Kartenskizze der durch Absitzung und Bergsturz verwüsteten Landschaft, 1 15.000. Stratigraphie nach Kittl und Mojsisovics, Tektonik und Lithologie nach eigenen Beobachtungen. Weiß gelassen sind diejenigen Flächen, auf denen vor und nach dem Ereignis das Anstehende durch Schutt oder Graswuchs verhüllt ist und wo auch indirekt kein sicherer Schluß auf den Verlauf der Gesteinsgrenzen durch die Untersuchung des Ereignisses gewonnen wurde. *AB*, *CD*, *EF*, E_1 und *G*: Richtungen der Schnitte in den Abb. 2 und 10, *DK* = Diebskögerl, *R* = Hügelrücken, geborsten, *Dol* = Doline, *UK* = Unsinniger Kierer (Felsturm). Die spärlichen Moränenreste sind abgedeckt. Das Fallzeichen bei *UK* bezieht sich auf ein Stück der 1920 sichtbar gewordenen Auflagerungsfläche der Hallstätter Kalke auf dem Salzgebirge. Die Grenze zwischen Lias-Kalkmergeln und Tonen ist auf eine Strecke durch Trümmerwerk verhüllt (südlich vom Fallzeichen 20°).

Wichtig ist der Nachweis, daß die Tone auch im N vor dem Fuße des zerstörten Felsturmes unter den Sandlingschichten, also zunächst unter den Fleckenmergeln, liegen. Diesen Nachweis lieferte uns das Ereignis an der Stelle, wo unter der verschobenen Trümmersturzmasse eine mit Grasbüscheln und Erdschollen bedeckte Zunge graublauen, plastischen Tones hervorquoll (Bild 5 und 6, Taf. II). Ob hier die Grenzfläche zwischen Tonen und den lastenden Fleckenmergeln ebenso glatt ostwärts geneigt war wie in der Ausrißnische, ist fraglich; liegt doch ein großer Altersssprung zwischen beiden Gesteinen, so daß wir uns deren Grenzfläche nicht überall einfach als Ebene vorstellen dürfen. Schon die Wellungen in den Mergeln im S sprechen eher dagegen. Zunächst erfordert die Strecke inmitten der Schnitte 2*a* und 2*c* unsere Aufmerksamkeit, wo im Bereiche des geborstenen Rückens zwischen Doline und Bach-

Da meine Schnitte erheblich von dem Profil Kittl's (Exkursionsführer des Geologenkongresses in Wien, IV/3, p. 105) abweichen, betone ich gleich jetzt, daß mein Schnitt Abb. 2*c*, der dies am auffälligsten tut, durch die neuen großen Aufschlüsse lückenlos gestützt ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

graben die Tone überhaupt nicht zutage treten (Abb. 2*b*). Dieser Rücken besteht aus denselben rötlichen Kalken wie die benachbarten Teile des Raschberges (Hallstätter Kalke), doch handelt es sich hier östlich des Baches nur um ein gewaltiges Trümmerwerk zum Teil viele Raummeter großer Blöcke, die von Harnischen durchsetzt werden, nach deren seltsam gedrehten Gleitflächen sie streckenweise zerfallen waren, als der Hügel barst. Die Kalkblöcke sind mit grusigem und tonig-mergeligem Gesteinswerk vergesellschaftet. Im S, wo der Grus überwiegt, ist die Anlagerung der Tone an diese seltsame Masse erschlossen, im SW wird sie mindestens ein Stück weit von den Tonen umfaßt. In der nördlichen Fortsetzung dieses Rückens liegt das Diebskögerl (Bild 7, Taf. II), aus denselben Kalken bestehend, das zwischen sich und dem Raschberg noch Raum läßt für einen Ausbiß roter Werfener Schichten.[1] Ich



Höhen und Längen 1 : 7500.

Abb. 2. Drei Schnitte, WSW bis ENE (vgl. Abb. 1), durch das Gebiet, welches die gewaltigsten Umgestaltungen Bodenformen erlitten hat. Die Schnitte beziehen sich auf den früheren Zustand. Stratigraphische Hinweise: *r* = rote Schichten des Werfener Horizontes, *L. F.-M.* = Lias-Fleckenmergel (feste Kalkmergel), *Ob. A.-Sch.* = Oberalmschichten, *Tr.-K.* = Tressensteinkalk, *Pl.-K.* = Plassenkalk, *H. K.* = Hallstätter Kalk und Dol. Topogr. Abkürzungen: *DK* = Diebskögerl, *Rbg* = Raschberg, *S* = Sandling, *R* = Hügelrücken westlich der Doline, seither geborsten. Im Schnitt *a* ist das neben ihm liegende Pulverhörndl mit seiner Hinterwand gestrichelt miteinbezogen. Punkte östlich vom Bach deuten den Verwitterungsboden der Paßlandschaft Im Schnitt *b* sind die Risse in den Fleckenmergeln berücksichtigt, durch die von unten blätterige Mergeltone hervorgedrungen sind, wie sie auch im verschobenen Schutt des Almgrundes nördlich davon vorkommen und geborstenen Hügelrücken ganz zerrieben vertreten sind. Als eigener anstehender Horizont sind sie in keinem Aufschluß auch nur angedeutet. Im Schnitte *c* ist die stark grusige Beschaffenheit des Hügelrückens mit den Hallstätter Kalken östlich vom Bach durch Punkte bezeichnet. Die Pfeilspitze auf geschlängelter Linie weist auf die spätere Bewegung der Tone und auf ihr Ausquellen gegen den Vordergrund hin.

[1] Dies heben schon Kittl, a. a. O., p. 43, und Mojsisovics, Erl. zur geol. Karte 1 : 75.000 Bl. Ischl und Hallstatt, 1905, p. 21, hervor. Mojsisovics erwähnt auch Gipstone mit Kochsalzausblühungen von der Sandlingalm. Sie liegt, wie Kittl sagt: »über Salzgebirge«.

zögere nicht, dieses in den Tonen zum Teil steckende, zum Teil durch tonige Schichten vom Raschberg geschiedene Zerreibsel und Riesentrümmerwerk von Kalken als Schubfetzen anzusehen, die außer Zusammenhang mit der benachbarten Hauptmasse der Hallstätter Kalke gekommen sind. In der Unterlage der benachbarten Doline stehen mit Sicherheit die gefleckten Kalkmergel des Lias an. Dies lehren die neuen Risse in dem von Legföhren überwucherten Grunde. Durch sie quollen im Jahre 1920 im SW der Doline feinblätterige mürbe Mergelstückchen aus der Tiefe empor, die man so nirgends anstehend findet,[1] außer vielleicht im Gruse, der mit den Kalktrümmern im geborstenen Hügel vergesellschaftet ist.[2] Die Oberflächenform der Doline reicht in die Hallstätter Kalke, wobei es aber offengelassen werden muß, ob nicht das Gestrüppe dort nur Blockwerk überwuchert, das vom Hügel her auf die Mergel des Dolinengehänges gelangte.

Spärliche Moränenreste und alte Sturzblöcke der sehr hellen bräunlichweißen Kalke des Sandlings im Walde, der die Doline birgt und am Hügel im W hinanzieht, haben keinen morphologischen Einfluß. Sie bewirken nur, daß man erst nach längerem Umhersteigen im Krummholz die Kenntnis der wirklichen Zusammensetzung des Untergrundes erlangt.

Jedenfalls ist nördlich von der Ausrißnische alsbald das Ausstreichen der Tone an den Tag 200 *m* weit verhindert; der Weg ihres Empordringens war durch den Streifen der tektonisch abgerissenen und zum Teil zerkneteten Hallstätter Kalke verstopft.

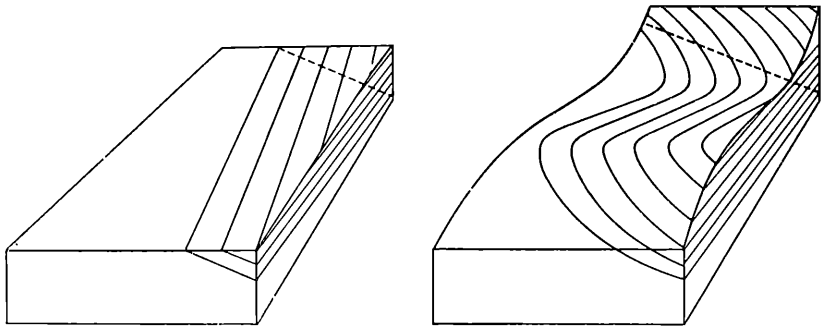


Abb. 3. Die Formen des Ausstreichens einer von SSE nach NNW streichenden Schichtenmasse auf der Oberseite eines nordsüdlich gerichteten Blockes mit rechteckigem Grundriß. Links ist die Oberseite des Blockes eben und wagrecht. Das Ausstreichen stimmt mit dem Schichtstreichen überein; rechts ist noch ein höheres, durch Außenkräfte erzeugtes Relief vorhanden. Die Schichten liegen in beiden Fällen ebenflächig aufeinander und fallen etwa 20° nach ENE. Die Verfolgung der Gesteinsgrenze an der Oberfläche erlaubt es, das Gleichbleiben, beziehungsweise die Veränderung der Lagerung auch auf solchen Flächen festzustellen, wo Aufschlüsse des Schichtfallens überhaupt fehlen.

Erst dort, wo das Wiesentälchen des Michel-Hallbaches bei den Hütten den Zug dieser Kalke mit kurzer Wendung nach SW durchbrach und das Diebskögerl im N absonderte, waren die Tone mindestens so nahe dem Tage, daß sie in der Form einer Zunge, an Lava erinnernd, hervorquellen konnten. Wahrscheinlich standen sie im Tälchen sogar an und beziehen sich darauf die erwähnten Literaturangaben. Östlich davon scheinen sehr mürbe und dünnblätterig zerfallende Mergellagen den Untergrund gebildet zu haben, die seit dem Ereignis als Unterlage der Bergsturztrümmer mit ihnen westwärts verschoben vor uns liegen.

Daß die Grenzfläche zwischen den festen Sandlinggesteinen vom Lias aufwärts und den sie tragenden weichen, tonigen Gesteinen im ganzen Bereich des Ereignisses, also auch im Schnitt Abb. 2*b*, nach ENE einfällt, könnte angesichts der bei der Alm so veränderten obersten Bodenlagen vielleicht als noch nicht genügend erhärtet erscheinen. Zwar überträgt auch der Schnitt Abb. 1*a* die Verhältnisse am großen neuen Aufschlusse 1*c* auf eine nur um 300 *m* weiter gelegene Gegend und alle Geologen haben hier nach kleineren Aufschlüssen und auf Grund des Fallens der Sandlinggesteine ein Anhalten derselben Lagerungsverhältnisse auf erheblich größere Entfernungen hin angenommen.

Doch muß das Recht, dieses Verfahren anzuwenden, für einen engeren, aber hier besonders wichtigen Abschnitt erst überprüft werden.

---

[1] Als ich im Sommer 1925 den Gesteinsstrom unter den Ausrißnischen beging, fand ich, daß gewisse Schichten in den Fleckenmergeln besonders zu blätterigem Zerfall neigen, auch wenn die Blöcke scheinbar sehr massig sind. Auch die Zermürbung durchfeuchteter Stücke hatte bei ihnen auffällige Fortschritte gemacht.

Die mergeligen Beimengungen des Gruses erlauben sonst keine Alterszuweisung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wäre die Paßlandschaft wagrecht, so müßte die oberirdische Westgrenze der Fleckenmergel gegenüber ihrer Unterlage bei einer im Streichen ungeänderten Lagerung gerade gegen NNW ziehen, wie es Abb. 3 links zeigt. Man dürfte dann ohne weiteres ein allgemeines Unterteufen der Sandling-Juramasse durch die Tone allein aus dem Verlauf der Gesteinsgrenze folgern, selbst wenn Aufschlüsse des Schichtfallens weiterhin ganz fehlen würden. Dasselbe Verfahren ist auch bei einer uneben gestalteten Oberfläche erlaubt, wenn sich der Verlauf der Gesteinsgrenze geometrisch mit einem Weiterstreichen derselben Lagerung verträgt, wie es für eine unebene Landschaft Abb. 3 rechts zeigt. Sie stellt vereinfacht und vergröbert das Auf und Ab in einem Teile der Paßlandschaft dar. Jeder Anstieg nach N projiziert den Rand gegen NNW streichender Schichten als nordwestlich ziehende Linie an die Oberfläche. Jeder Abstieg gegen N biegt diese in eine reine Nordrichtung, ja in eine nordnordöstliche um, wenn er steil genug ist. Hält man die geologische Karte daneben, so stimmt sie nur ungefähr zu diesem Bilde. Der Anstieg von S her auf die Schwelle vor der Doline biegt die Westgrenze der Fleckenmergel weniger weit nach NW, als es seiner Steilheit entspricht. Zugleich freilich hört die Westgrenze des Lias auf, die Ostgrenze der Tone zu sein, an deren Stelle oberflächlich die Hallstätter Kalke treten. Der Abstieg zur Doline ist nicht so steil, als daß er ein so starkes Zurückweichen der Liasgrenze nach O erklären könnte: Immer noch fehlen die Tone an der Oberfläche. Die stärkste Abweichung von der Abb. 3, rechts, zeigt aber der Anstieg gegen den Paß. Hier sollte die Grenze zwischen Lias und Tonen, die früher hier anstanden, gleich wieder gegen NW ziehen. Gerade beim Diebskögerl weicht sie aber zunächst erst recht nach O zurück. Nördlich der Paßhöhe ist die Lagerung so verändert, daß Tone nicht mehr zutage treten und die Voraussetzungen der Abb. 3 nicht mehr anwendbar sind. Die Auflagerung der Fleckenmergel auf die Tone, die schon im S wegen des großen Altersprungs trotz der glatten Form keine normale ist, verliert also weiter im N auch diese glatte Form infolge einer Störung, die sich besonders zwischen dem Rand der Fleckenmergel und der Hallstätter Kalke ausprägt.

Dies lehren uns alle vorgeführten Tatsachen, zugleich auch erhärtend, daß, abgesehen vom Randstreifen der Fleckenmergel von S nach N sich keine Störungen geltend machen, besonders aber, daß sich die Unterlagerung der Juraschichten durch die Tone im wesentlichen gleichbleibt.[1] Wie ich jene Störung auffasse, zeigen die Schnitte der Abb. 2. Danach sind die Juraschichten dem Salzgebirge verschieden weit aufgeschoben und zum Teil wieder abgetragen.

Es wäre denkbar, durch Annahme einer Verwerfung allein das Zurückweichen der Liasgrenze gegen O erklären. Jedoch dürfte man einem solchen Bruche südlich vom Passe nur eine sehr geringe Sprunghöhe zuschreiben. Im Schnitt Abb. 2*c* ist gemäß dem großen Aufschluß überhaupt nichts davon zu sehen. Beim Diebskögerl reicht der Werfener Horizont nicht nur im W an die Oberfläche, auch im O war er ihr mindestens sehr nahe. Kittl's Profil läßt ihn im Almbereich als Horst zwischen zwei Brüchen hervortreten.[2] Im Text spricht er von der »Furche« der Paßregion, die »einem vielleicht nicht sehr bedeutenden Bruche entspricht«.[3] Diese nicht ganz klare und etwas schwankende Auffassung ist schon deswegen nicht geeignet, dem oben Gesagten Abbruch zu tun. In ihrer Konsequenz war Kittl gezwungen, sich den Lias als auf einer mächtigen Platte von Hallstätter Kalk ruhend vorzustellen und aufzuzeichnen. Diese Vorstellung ist aber nach den neuen Aufschlüssen für den ganzen Bereich der Zerstörung in der Paßlandschaft restlos aufzugeben.[1]

Mit tektonischen Brüchen hat das Ereignis auch entfernt nichts zu tun. Wenn vom Paß nordwärts sich eine Verwerfung einstellen sollte — Spuren davon fehlen —, so könnte sie höchstens dazu dienen, zu erklären, warum die dortige Gegend ganz verschont geblieben ist, als daneben die Verheerung stattfand. Denn eine solche Verwerfung könnte ja die Tone mit der Unterseite des Lias so tief versenkt haben, daß jene nicht ausquellen konnten; dies bedeutet aber den Wegfall einer wichtigen Voraussetzung für den Eintritt des Unheils.

Im übrigen scheint nördlich vom Paß die Juramasse auf die Hallstätter Kalke noch weiter hinaufgerückt zu sein als in den Schnitten der Abb. 2. Denn Kittl fand am Nordwestfuß des Sandlings »direkt« unter den Liasmergeln norische Hallstätter Kalke.

---

[1] Auf eine Störung wird man zuerst und schon vor dem Entwurf der Abb. 3 dadurch aufmerksam, daß beim Zeichnen ungestörter Profile die Liasfleckenmergel in einem ganz unannehmbaren Maße ihre Mächtigkeit zwischen den Oberalmschichten und den Tonen wechseln, sobald man die topographischen Einzelzüge auch im geologischen Profil unverzerrt läßt.

A. a. O., p. 105, Fig. 8.

p. 93.

[1] A. a. O., p. 98. Auch Mojsisovics' geol. Kartierung stimmt dazu nicht. Vgl. die Kartierung 1 20,000 in Kittl's Führer.

Nicht unerwähnt will ich der Vollständigkeit wegen lassen, daß ich im Südende der Sandlingwestwand in den Oberalmschichten eine Kleinfaltung fand, so daß ihre Auflagerung auf die selbst etwas gewellten Liasfleckenmergel nicht dem sonstigen einfachen Bilde der höheren Sandlinggesteine entspricht.[1]

Die dargebotene Beschreibung der Gesteinslagerung hat somit an ihrem Teile die geforderten Beweise schon geliefert. Der Schnitt Abb. 2*b* läßt sich anders nicht zeichnen. Es waren wassersaugende Tone unter den lastenden Gesteinen im Almbereich bis unter den Sandling hin verbreitet, traten aber nur an wenigen Stellen zutage oder doch in unmittelbare Nähe der Oberfläche. Daher konnte die allseitig zu denkende, meist unterirdische Druckleitung in der zähflüssig gewordenen Masse nur in bestimmten Richtungen Verheerungen bewirken.

Mit der abgeschlossenen Beweisführung haben die Gesteinsverhältnisse im Tale des Michel-Hallbaches südlich der Ausrißnischen nichts mehr zu tun. Jedoch ist ihre Kenntnis für die richtige Bezeichnung des dort hinabgeflossenen Gesteinsstromes nützlich: Aus der kleinen Schlucht, mit der der Bach zwischen den unversehrten Hallstätter Kalken des Raschberges und den zerrütteten über dem anderen Ufer den stufenförmigen Südrand der Paßgegend zerschneidet, floß er zunächst in ein breites Tal und darin weiter. Es wird zur Rechten noch lang von Wänden der Raschberggesteine begleitet, die sogar steiler sind als der Ostabfall dieses Berges zur Vorderen Sandlingalm. Zur Linken aber wurden die am Fuß tonigen Gehänge noch ein Stück weit von den Schichtköpfen der ostwärts einfallenden Fleckenmergel gekrönt, bis unvermittelt die rötlichen Kalke des Raschberges auch auf der Ostseite auftreten und gleich das ganze Gehänge bilden. Das bringt eine Verengung des Tales bis zum Felsturm des Unsinnigen Kierers mit sich. Wie plötzlich diese Kalke einsetzen, zeigt Bild 8, Taf. II, wo ihre Nordwestecke dicht neben ganz zerrütteten Mergeln als dicke tonnenähnliche Aufragung zu sehen ist. Der Unsinnige Kierer bildet das abgetrennte Südwestende derselben Kalke.

Er ist verrufen durch einen Bergsturz, der im Jahre 1560 die Eingänge des damals hier betriebenen Salzbergbaues verschüttete und auch eine ganze Anzahl Bergknappen zum Opfer forderte.[2] Die Salztone, auf denen bald nördlich davon der Kalk ruht,[3] sandten nach Mitteilungen des Herrn Reisenauer eine schwache Solquelle zutage. Sie sind rot gefärbt und durch den Gesteinsstrom seit 13. September 1920 an mehreren Stellen bloßgelegt gewesen. Die nicht sehr ebene Auflagerungsfläche der Kalke auf ihnen ist mit einer südlichen Komponente geneigt, vielleicht nach Südost. Die Neigung einer geologischen Fläche mit südlichem Einschlag taucht hier für den von N Herabsteigenden zum erstenmal auf und ist noch der Ausrißnische fremd. Sie hat mit den Gesteinsbewegungen nichts zu tun, obwohl das behauptet worden ist. Die Kalke, die hier und nur hier die Gelegenheit zu einer Felsausgleitung hatten, haben sich nicht gerührt. Zwischen den Kalkwänden bleibt der Talgrund, d. h. das Bett des tonigen Gesteinsstromes, selbst andauernd in den blaugrauen Tonen, nur an der engsten Stelle in der östlichen Hälfte der Sohle neben dem Unsinnigen Kierer liegt in gerundeter Stufenform eine Kalkstrecke bloß. Ob hier ein Teil des benachbarten Kalkpakets nur tiefer in den Tonen steckt oder ob hier unter den Tonen abermals Kalk liegt und hindurchlugt, konnte nicht entschieden werden.

Unterhalb dieser Stufe wird das Tal breit und zieht auf einmal in ganz besonders mürben Mergeln, den Zlambachschichten nach S, um am Fuße der kalkigen Pötschenwand den Großen Zlambach zu erreichen; die Gehänge rechts von ihm bestehen auch im Unterlauf aus den lockeren, leicht durchfeuchteten Mergeln, die seinen Namen tragen. Die echten Zlambachschichten gelten als gleichalterig mit dem höheren Teil der Raschbergkalke, beziehungsweise -dolomite. Aber auch die Lagerung dieser von dichtem und an vielen Orten versumpftem Wald bedeckten Gesteine ist nur insofern bekannt, als auf erhebliche Strecken ein Südwärtsfallen angenommen werden darf. Hingegen weiß man nichts über die Art, wie der innere Bau auf einmal unmittelbar südlich des Unsinnigen Kierers das Auftreten der Zlambachschichten mit sich bringt, die an einer quer zur Talrichtung streichenden scharfen Linie einsetzen. Im Tale macht gegenwärtig der abgelagerte Gesteinsstrom diese Schichten unsichtbar, wo sie früher dichter Wald bedeckte, was an den sanften Gehängen beiderseits jetzt noch der Fall ist.

---

[1] Mojsisovics (a. a. O., p. 43) sagt den Oberalmschichten überhaupt eine »Neigung zu lokalen Faltungen« nach, worin ich eher den Ausdruck noch mehr verbreiteter Überschiebungen vermute.

[2] In dem Namen des Unsinnigen Kierers soll nach gefälligen Mitteilungen des Herrn Karl Zechel in Goisern die Erinnerung an den sinnverwirrten Schreckensschrei fortleben, den die Zeugen des Unglückes ausstießen. Die vorkommende Lesart »Unsinnige Kirche«, deren sich z. B. auch Mojsisovics bedient, würde demnach auf einem Mißverständnis der Mundart beruhen.

[3] Nach der Anmerkung, die Mojsisovics p. 21 macht, mußten die Einbaue des alten Bergwerks vom Tag aus zunächst Lias durchfahren. Dabei ist es also offen gelassen, ob der Lias unter die Hallstätter Kalke greift oder ihrem Fuße nur angelagert ist. Meine obenerwähnte Beobachtung spricht für das zweite.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

III. Die Rolle der Niederschläge

bis zum Beginn der Gesteinsbewegung. (Die nassesten Zeiten des Salzkammergutes seit Einführung der systematischen Regenmessungen des Hydrographischen Zentralbureaus.)

Wenn wir nun darangehen, zu überlegen, ob und in welchem Ausmaß die Witterung des Jahres 1920 vor dem Ereignis die Durchfeuchtung wassersaugender Gesteine übergewöhnlich oder gar einzigartig begünstigt hat, so stehen wir vor der Tatsache, daß die Beobachtungen rings um den Sandling höchstens 26 Jahre umfassen. In diesen Jahren waren im Traungebiet drei gewaltige Hochwässer des Hoch- und Spätsommers, die sich auch am Traunsee sehr fühlbar machten. Seinen höchsten Stand hatte er 1899, den zweithöchsten 1920. Nur wenig niedriger war der von 1897; dabei ist noch zu sagen, daß seit 1905 die alte Pfahlbrücke über den Seeausfluß bei Gmunden wegen ihrer wasserstauenden Wirkung durch eine neue, bessere ersetzt wurde. Das Verhältnis der Hochwässer des Traunsees muß nicht in allem dem der Niederschläge am Sandling entsprechen.

Jedenfalls hätte man sich auch bei einer in diesen 26 Jahren einzigartigen Nässezufuhr in den Boden zu fragen, ob dergleichen nicht schon öfter in den letzten 50, 100 usw. Jahren vielleicht in noch höherem Maße eingetreten sein kann. Erst von der Antwort auf diese Frage ließen sich mit genügender Vorsicht tragfähige Schlüsse ableiten.

Die Niederschläge am Sandling kann man nur aus denen der nächsten Beobachtungsorte erschließen und auf dieser Grundlage zwar nicht dem genauen Betrag nach kennen, wohl aber die einzelnen Werte aus verschiedenen Jahren in Vergleich stellen.

Es kommen folgende Beobachtungsorte und -zeiten in Betracht:

Alt-Aussee, < 4 *km* vom Sandlinggipfel in der Luftlinie entfernt (Salzbergwerk), 945 *m* hoch, auf der Ostseite der Gruppe ostsüdöstlich vom Gipfel gelegen. Es liegen vor für 26 Jahre Niederschlagsmessungen (1895 bis 1920), für 24 Winter Schneepegelbeobachtungen.[1]

Goisern, $< 7\ 5$ *km* entfernt, 500 *m* hoch, auf der Westseite der Gruppe westsüdwestlich vom Gipfel, für 17 volle Beobachtungsjahre (1896 bis 1898, 1900 bis 1912, 1919) Niederschlagsmessungen; die schmerzlichste Lücke betrifft Jänner und Februar 1920; für 18 aufeinanderfolgende Jahre Schneepegelbeobachtungen (1896/97 bis 1913/14).

Ischl, $< 9\ 5$ *km* entfernt, 467 *m* hoch, im NW der Gruppe; für volle 25 Jahre Niederschlagsmessungen (1895 bis 1919). Gerade ab 1. September 1920 setzen die Regenbeobachtungen des 26. Jahres aus. Schneepegel von 22 Beobachtungswintern unter 24, eine Lücke (1917/18).

In dem Dreieck, dessen Ecken diese Orte bilden, liegt der Sandling, dem südöstlichen Winkel, nämlich Alt-Aussee, am nächsten.

Hallstatt-Salzberg, < 12 *km* entfernt, 1012 *m* hoch, im SSW der Gruppe; für 26 Jahre Niederschlagsmengen (1895 bis 1920).

Lupitsch, 3 *km* vom Gipfel entfernt, 800 *m* hoch, fast im S des Sandlings; Schneepegelbeobachtungen für 18 Jahre unter 24; (Lücken: 1896/97, 1900/01, 1909/10, 1917 bis 1919, auch 1919/20 wurde nicht beobachtet).

Die heute (1925) noch unveröffentlichten Niederschlagswerte von 1919 und 1920, sowie jene, die zu Beginn der Niederschrift noch nicht herausgekommen waren, verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Ministerialrates A. E. Forster im Hydrographischen Zentralbureau.

Die Beobachtungslücken machen die folgenden Überlegungen umschweifig.

Im Gebiete der nördlichen Ostalpen sind die Niederschläge und Meereshöhen so verteilt, daß die Regenmengen eines Sommers nicht mehr für die Speisung der Bodenfeuchtigkeit im nächsten Sommer in Betracht kommen. Daher wird hier höchstens im Zeitraum von 365 Tagen von dem Sandlingereignis nach rückwärts, also bis Herbst 1919, der Niederschlag ziffernmäßig erläutert.

Der Vorsommer, nämlich jener von 1919, war übrigens in Goisern, Alt-Aussee und Hallstatt unternormal feucht, in Ischl nur bescheiden übernormal (Juni—September: $+ 100$ *mm*). Die übrigen 5 bis

---

[1] Die Beobachtungen werden veröffentlicht in den Jahrbüchern und in den Wochenberichten über die Schneebeobachtungen, herausgegeben vom Hydrographischen Zentralbureau in Wien.

Die langjährigen Mittelwerte bringen die Beiträge zur Hydrographie Österreichs, H. X, 1918, desselben Amtes. Das Heft ist als Normalzahlenwerk grundlegend.

10 Jahre von 1919, nach rückwärts, waren in allen vier Stationen vorwiegend übernormal feucht, was wohl keinerlei Bedeutung hat, aber zur Vollständigkeit gesagt sei.

Zu erwägenswerten Vergleichen gelangen wir bereits, wenn wir die 365-Tage-Frist vor dem 12. September 1920 zum Ausgang der Betrachtung wählen und anderen niederschlagreichsten Zwölf-Monatsfristen, beziehungsweise 365 Tagen gegenüberstellen.

1. Die größten drei Niederschlagsmengen binnen 12 Kalendermonaten (beziehungsweise 365 Tagen) zwischen 1895 und 1920.

Alt-Aussee		Goisern		Ischl	
Zeit		Zeit		Zeit	
1911 bis 1912 (1. XII. bis 30. XI.)	3164	1910 (1. I. bis 31. XII.)	(2263?)	1911 bis 1912 (1. XII. bis 30. XI.)	2426
1913 bis 1914 (1. XI. bis 31. X.)	3026	1911 bis 1912 (1. X. bis 30. IX.)	(2114)	1913 bis 1914 (1. XI. bis 31. X.)	2410
1919 bis 1920 (12. IX. bis 11. IX.)	2982	**1919 bis 1920** (12. IX. bis 11. IX.)	(1783 + Jänner- und Februarbetrag 1920) Lücke der Beobachtungen	**1919 bis 1920** (1. X. bis 31. VIII. September 1920 fehlt)	> 2060
Mittel von 25 Jahren	2091	Mittel von 17 Jahren	(1503)	Mittel von 25 Jahren	1685

Die Fragezeichen für die Goiserner Werte entstammen den amtlichen Quellen.[1] Die Einklammerung bringt in Erinnerung, daß die Werte Höchstwerte aus einer kürzeren Jahresreihe sind und vielleicht von jenen übertroffen würden, die in den Jahren ohne Messungen vorgekommen sind. Dies ist aber für 2114 *mm* (Goisern) nicht zu befürchten im Hinblick auf die Werte 3164 und 2426 aus dem gleichen Zeitraum (1911 bis 1912), welche beiden Werte in Alt-Aussee und Ischl an der Spitze stehen. Ferner ergibt 1783 *mm* + Jänner- und Februarbetrag 1920 für Goisern ohne Zweifel einen Wert, der auch bei Kenntnis der Niederschläge aller 25 Jahre nicht unter den dritten Platz sinken würde. Auch in Alt-Aussee und Ischl waren die Werte der Frist 1919 bis 1920, wie die Tabelle zeigt, zweimal übertroffen worden, und zwar durch die Zwölf-Monatsfristen 1911 bis 1912 und 1913 bis 1914. Bei einer Verschiebung des Anfangs- und Enddatums der Fristen in das Innere der Kalendermonate kommen freilich überall noch etwas höhere Werte als 3164, 3026 *mm* usw. heraus. Aber bereits diese Beträge sind beweisend, zumal bei Ischl ja nur ein auf Kalendermonate bezüglicher Wert von 1919 bis 1920 zum Vergleiche vorliegt.[2] Betont sei noch, daß der Wert 2982 *mm* von Alt-Aussee innerhalb seiner beiden Fristjahre ein Maximum darstellt, d. h. daß bei einer Verschiebung der Anfangs- und Endtage unter allen Umständen sich niedrigere Werte ergeben.[3]

Aus alledem folgt mit Sicherheit, daß in allen drei Stationen in den 365 Tagen vor dem 12. September 1920 zwar bedeutend übernormale Niederschläge gefallen sind, daß diese aber in gleich langen Fristen bereits innerhalb der letzten 25 Jahre vor 1920 zweimal übertroffen

[1] Wegen der Unsicherheiten der Niederschläge zweier Wintermonate von 1910 in Goisern wurde die Station bereits von der Veröffentlichung im betreffenden Jahrbuch ausgeschlossen.

[2] Vgl. die einleitende Kennzeichnung der Stationsreihe für Ischl. Um möglicherweise sich regenden Wünschen Rechnung zu tragen, teile ich folgende Werte mit: in Alt-Aussee betrug die Niederschlagshöhe vom 4. Dezember 1911 bis 3. Dezember 1912: 3180 *mm*, in Ischl vom Dezember 1911 bis 4. Dezember 1912: 2440 *mm*. Das sind also die absoluten Maxima der 26jährigen Beobachtungsreihe für diese Stationen.

[3] Würde eine Tabelle nach Kalenderjahren aufgestellt worden sein anstatt nach 12 Monaten, beziehungsweise 365 Einzeltagen, so stünden die Niederschläge in Alt-Aussee von 1920 an zwölfter Stelle, die von 1919 noch tiefer.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wurden. Das ist auch für den Sandling gültig, der in dem Dreieck dieser drei Stationen liegt, und es hat nichts weiter zu besagen, daß auf dem entfernteren Hallstätter Salzberg die Niederschläge in derselben Frist vor dem 12. September 1920 sogar nur durchschnittliche Werte erreichten. Das Ergebnis der ersten Übersicht bringt uns keine Aufklärung über eine einzigartig tiefgehende Beeinflussung der gewaltigen Vorgänge durch die Niederschlagsverhältnisse.

Eine im größten Teile Mitteleuropas und auch im Salzkammergut nachgewiesene Tatsache ist das Vorwalten der Sommerniederschläge, die als förmliche Gruppe für sich eine große Niederschlagshöhe auf den Tagesdurchschnitt dieser Jahreszeit ergeben.

Betrachten wir daher eine Übersicht über die größten Niederschläge binnen drei Monatsfristen im Sommerhalbjahr. Hierbei kann Ischl wegen der erwähnten Lücke im Jahre 1920 nicht als Unterlage dienen. Dafür schadet bei Goisern die Lücke im Jänner und Februar 1920 nichts, und die Anzahl der Beobachtungsjahre zwischen 1895 und 1920 hebt sich, weil auch einige unvollständige Reihen für das Sommerhalbjahr brauchbar werden.

2. Die größten drei Niederschlagsmengen binnen 92 Tagen, beziehungsweise drei Sommermonaten zwischen 1895 und 1920.

Alt-Aussee		Goisern	
Zeit		Zeit	
1899 (25. VI. bis 24. IX.)	1318	**1920** (13. VI. bis 12. IX.)	851
1920 (13. VI. bis 12. IX.)	1315	1910 (1. VII. bis 30. IX.)	835
1897 (3. VI. bis 2. IX.)	1215	1897 (1. V. bis 31. VII.)	824
Mittel von Juni, Juli, August für 25 Jahre	744	Mittel von Juni, Juli, August für 25 Jahre in Ischl	656

Mit Ausnahme des Wertes 835 *mm* von Goisern sind hier alle größten Niederschläge vollkommene Maximalsummen aus dem betreffenden Jahre: durch keine Verschiebung der Anfangs- und Endtage könnte auch nur ein gleich hoher Wert gewonnen werden. Die 835 *mm* aber stammen aus einem Jahr, wo für Goisern keine Einzeltagwerte veröffentlicht worden sind, und daher könnte es sein, daß eine etwas verschobene Reihe von 92 Tagen dort einen höheren Wert ergeben würde als die Summe der Kalendermonate. Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieser vielleicht höhere Wert mehr als die 851 *mm* von 1920 betragen könnte, denn 1910 war der Sommer weder in Ischl noch in Hallstatt, zwischen denen Goisern liegt, bedeutend nässer als das langjährige Mittel. Dieses Mittel von Ischl ist wahrscheinlich höher als das von Goisern, von wo es aber nicht für 25 Jahre vorliegt.

In der zweiten Übersicht taucht das Jahr 1899 an einer ersten Stelle auf, das auch in Goisern übernormale Sommerregen brachte, die aber erst an vierter Stelle zu stehen hätten (752 *mm* in den Kalendermonaten Juli bis September). Die Niederschläge von 1899, in Fristen von 365 Tagen einbezogen, würden auch in der ersten Übersicht Werte herbeiführen, die gleich an vierter Stelle zu stehen hätten. Von Goisern fehlten für eine solche Aufstellung die Unterlagen.[1]

Erinnert man sich, daß der Sandling auf der geraden Verbindungslinie der beiden nächsten Beobachtungsstationen liegt, so folgt aus der zweiten Tabelle, daß der Sommer 1920 auf dem Berg

[1] Hätte man die zweite Tabelle auf Kalendermonaten aufgebaut statt auf 92 Einzeltagen, kämen die Niederschläge des Sommers 1920 in Goisern an dritter anstatt an erster Stelle.

wahrscheinlich der nasseste seit Beginn der Beobachtungen (1895) war. Freilich heißt das auch, daß ihm hierin ein anderer Sommer (1899 oder 1897) sehr nahekam, wenn nicht ihn erreichte.

Für die Durchfeuchtung des Untergrundes sind aber nicht nur die Sommerniederschläge wichtig, sondern unter Umständen die des vorangegangenen Winters, insofern die Schneeschmelze Niederschläge des Vorjahres zum Abfluß bringen kann und weil bei Regenfällen im Winter die Verdunstung herabgesetzt ist. Diese Verhältnisse finden in der ersten Übersicht nur einen unvollkommenen Ausdruck, da sie ganz summarisch gehalten werden mußte. Ein wenig tiefer läßt die Besprechung der folgenden Aufstellungen blicken.

3. Die Wasserwerte der niederschlagsreichsten drei aufeinanderfolgenden Kalendermonate im Winterhalbjahr zwischen 1895 und 1920.

Alt-Aussee		Goisern		Ischl		Hallstatt-Salzberg	
Winter		Winter		Winter		Winter	
1906/07 Dez. bis Febr.	857	1910/11 Dez. bis Febr.	(463?)	**1919/20** Nov. bis Jän.		1915/16 Nov. bis Jän.	814
1919/20 Nov. bis Jän.	824	**1919/20** Nov. bis Jän.	(383)+ Jänner 1920	1913/14 Nov. bis Jän.	697	1906/07 Nov. bis Jän.	718
1911/12 Dez. bis Febr.	687	1906/07 Dez. bis Febr.	(330)	1906/07 Nov. bis Jän.	494	**1919/20** Nov. bis Jän.	611
Mittel von 24 Wintern Jän. bis März	468			Mittel von 24 Wintern Jän. bis März	316	Mittel von 24 Wintern Dez. bis Febr.	384

Anmerkung: Wegen der ( ) und vgl. das zur ersten Übersicht Gesagte.

Bei Goisern könnte für den Winter 1919/20 auch stehen: Dezember bis Februar: 234 + Jänner und Februar 1920. Die Mittel stellen jene drei Wintermonate zusammen, die im Durchschnitt die feuchtesten waren. Es zeigt sich, daß der besonders frühe Einbruch winterlicher Niederschläge stets mit weit übernormalen Wasserwerten verknüpft war. Die Übersicht lehrt uns, daß der Winter 1919/20 am Sandling in den feuchtesten drei Monaten an erster oder zweiter Stelle des Niederschlagsreichtums stand[1] und nach der Charakteristik des Jahrbuches (vgl. die 1. Anm. zum Abschnitt III) auch im ganzen »bedeutend übernormale« Niederschläge mit sich brachte. Die Feuchtigkeit des Winters vor dem Ereignis am Sandling steht durchaus dem Winter 1906/07 nahe, dessen jähe und gewaltige Schneeschmelzen von Hochwassern begleitet waren, und zwar in den nördlichen Ostalpen im Frühling 1907, was so viele Wildbachverheerungen bewirkte, daß damals eine Verbauung der verderblichen Gräben im großen ins Werk gesetzt wurde.

Davon ganz verschieden hat der winterliche Niederschlag von 1919/20 sich nicht in Form mächtiger Schneemassen angehäuft, sondern für die Verhältnisse der kalten Jahreszeit ansehnliche Regengüsse unterbrachen oder begleiteten nicht selten den festen Niederschlag. Sie flossen auch nicht so jäh ab und diese Art der Benetzung des Bodens zur Zeit geringer Verdunstung muß erwähnt werden, weil sie die Durchfeuchtung auch tieferer Teile des Untergrundes befördert.

Die Verschiedenheit beider Winter in bezug auf die Summe und Anhäufung fester Niederschläge sei an folgender Übersicht dargelegt.

---

[1] Auch eine feinere, auf die feuchtesten 90 aufeinanderfolgenden Tage abgepaßte Bestimmung der Werte hätte hier kein anderes Ergebnis gehabt, wäre aber nicht für alle vier Stationen vergleichbar aufzustellen gewesen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Wichtige Schneemengen in Zentimetern von Oktober bis Mai 1906/07 und 1919/20.

(Die eingeklammerten Zahlen bedeuten den Rang der Werte in der Reihe der Beobachtungswinter.)

Winter	Alt-Aussee, 945 *m*		Lupitsch, 800 *m*		Ischl, 467 *m*	
	Höhensumme des Neuschnees	Größte Höhe der Schneedecke	Höhensumme des Neuschnees	Größte Höhe der Schneedecke	Höhensumme des Neuschnees	Größte Höhe der Schneedecke
1906/07	1218 (1.)	340 (1.)	1352? (1.)	250 (1.)	543 (1.)	92 (1.)
1919/20	777 (7.)	200 (7.)	744 (5.)	183 (4.)	216 (9.)	25? (?)
22jähriges Mittel	758	189			238?	53

Dem Sandling am meisten benachbart ist Lupitsch und dann Alt-Aussee. Obwohl im Winter 1919/20 so vieler Niederschlag nur als Regen fiel, ist der gefallene Schnee dem Betrage nach in Alt-Aussee immer noch der siebente unter 24 Werten und in Lupitsch der fünfte unter 18 Werten gewesen und in Alt-Aussee nachweislich über dem langjährigen Durchschnitt aller Winterschneemengen.

Kehren wir zu den Sommerniederschlägen zurück, die diesem so sehr wässerigen Winter folgten, so läßt sich noch zeigen, wie groß die Anhäufung großer Regenfälle auf kurze Zeiträume vor dem Ereignis geworden ist, an sich und im Vergleich zu anderen Jahren. Auf die tabellenförmige Einreihung der Ischler Werte muß aus den erwähnten Gründen wieder verzichtet werden.

5. Die größten Niederschlagsmengen binnen 61 Tagen zwischen 1895 und 1920.

Alt-Aussee		Goisern	
Zeit		Zeit	
13. VII. bis 12. IX. } 1920	1109*	13. VII. bis 12. IX. } 1920	716
8. VII. bis 7. IX. } 1920	1140*	8. VII. bis 7. IX. } 1920	739*
1. VIII. bis 30. IX. 1899	1041*	13. VII. bis 12. IX. 1897	682
13. VII. bis 12. IX. 1897	994	20. VI. bis 19. VIII. 1903	632
Mittel der Monate Juli und August von 25 Jahren	511	Mittel der Monate Juli und August von 25 Jahren in Ischl	456

Gilt auch für 60 Tage, da der erste oder der letzte Tag der Reihe regenfrei waren. Der Unterschied dürfte überall sehr gering sein.

Der Sommer 1899 in Goisern käme unter diesen Summen an vierter Stelle, der in Ischl mindestens an zweiter. Doch fehlen bei Goisern für 1899 die Einzeltage, so daß ein den übrigen Werten der Übersicht gleichwertiges Maximum nicht aufgestellt werden kann. Es läge das in Goisern wohl höher als 548 *mm* (1. August bis 30. September 1899).[1] An diese Übersicht schließe sich gleich Tab. 6.

In den Tabellen 5 und 6 werden für 1920 zwei Werte dann gebracht, wenn die dem 12. September unmittelbar vorangegangene Frist nicht das vollkommene Maximum ist. Dieses ist dann beigefügt. In der nächsten Übersicht sind aber 781 *mm* in Alt-Aussee zugleich auch das vollkommene Maximum. Hingegen stellen die 444 *mm* von Goisern im Jahre 1899 wieder wegen Mangels der Einzeltagswerte nur einen niederschlagreichsten Kalendermonat dar. Das absolute Höchstausmaß dürfte größer gewesen sein.[2]

[1] Wäre die Tabelle für Kalendermonate aufgestellt statt für 61 Einzeltage, so kämen die Niederschläge von 1920 in Goisern und Aussee erst an dritter statt an erster Stelle.

[2] Wäre eine Tabelle der nassesten Kalendermonate aufgestellt worden, so käme das Jahr 1920 in Alt-Aussee erst an sechster Stelle statt an zweiter.

6. Die größten Niederschlagsmengen im Sommer binnen 31 Tagen zwischen 1895 und 1920.

Alt-Aussee		Goisern	
Zeit		Zeit	
26. VIII. bis 25. IX. 1899*	806	16. VII. bis 15. VIII. 1897	551
13. VIII. bis 12. IX. **1920***	781	13. VIII. bis 12. IX. } **1920** 8. VIII. bis 7. IX. } **1920**	491* 499*
16. VII. bis 15. VIII. 1897	771	1. bis 30. IX. 1899	444**
Mittel von 25 Jahren für den Monat Juli	263	Mittel von 25 Jahren für den Monat Juli in Ischl	234

Gilt auch für 30 Tage, da der erste oder der letzte Tag der Reihe regenfrei waren. Der Unterschied dürfte überall sehr gering sein.

** Es fehlen die Einzeltage für 1899, so daß nur für diese 30 Tage der Wert bekannt ist.

Alle drei Zusammenstellungen sommerlicher Niederschläge (2, 5 und 6) ergeben, daß im Sandlinggebiet eine Anhäufung sehr beträchtlicher Regengüsse besonders in den Sommern 1920 und 1899 und 1897 stattgefunden hat. Diese Einreihung der Sommerregen von 1899 ist keine Überschätzung, da auch in Ischl, dem dritten Eckpunkt des Dreiecks mit dem Sandling, die Niederschläge jener Zeit die höchsten Maxima von 25 Jahren darstellen, mit Ausnahme der unvollständig beobachteten Regenmengen von 1920. Es regnete dort nämlich vom 24. Juni bis 23. September 1899: 1000 *mm*, vom 25. Juli bis 24. September desselben Jahres: 788 *mm* und vom 25. August bis 24. September: 645 *mm*. Alle diese Werte sind größer als die höchsten Maxima von Goisern in den Tabellen 2, 5 und 6 für gleich lange Fristen.

Die Untersuchung der Verdichtung großer Regenmengen auf eine kürzere Reihe von Tagen soll hier nicht unter einen Monat herabgetrieben werden. Schon die Einmonatswerte sind von ausnehmenden Güssen eines einzigen Tages bis über die Hälfte des Betrages gespeist. Aber dafür sind noch die Ausschreitungen der eintägigen Regenmengen an sich wichtig. Sie, die sämtlich berüchtigte Hochwässer nach sich gezogen haben, kommen zwar nicht unbegrenzt für die Durchtränkung eines undurchlässigen Bodens in Betracht wegen des jähen Abflusses an der Oberfläche. Dafür liefern sie in den Klüften kalkiger Gesteine besonders große Druckhöhen, so daß das Wasser tiefer in die Kapillaren toniger Unterlagen gepreßt werden kann.

7. Die größten eintägigen Regenmengen 1895 bis 1920 in vier Hauptstationen des Salzkammergutes.

(Die Tabelle enthält alle Beträge von 100 *mm* aufwärts.)

	Alt-Aussee	Goisern	Ischl	Hallstatt-Salzberg
12. IX. 1899	243		217	225
1920	180 6. IX.	160 6. IX.		(30. VIII. 55)
	154 1. I. 1917 Schnee	100 9. VII. 1903	141 8. VII. 1914	125 3. II. 1909: Schnee

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der in ( ) gesetzte Betrag von 55 *mm* in Hallstatt stellt keinen äußerst hohen Wert dar, sondern ist nur wegen der Vollständigkeit der Angaben für 1920 hinzugesetzt. Im Jahre 1897 gab es keinen Tag mit über 100 *mm* Niederschlag. Daß 1899 auch in Goisern ein Tag gewaltigster Regenfluten im September vorkam, geht schon aus dem gleichen Gang der damaligen Niederschläge in Ischl und Hallstatt hervor, zwischen welchen Orten Goisern liegt. Dieser gleiche Gang kann der Abb. 4 mit allen Einzelheiten entnommen werden.

Ein solcher Fall ist übrigens eine Seltenheit, denn meist geht die Niederschlagsverteilung in Hallstatt eigene, vom Sandlinggebiet auffällig abweichende Wege. Dies zeigt schon das Verhalten von 1920 (Abb. 4). Da aber am 6. September dieses Jahres in Goisern 160 *mm* sichere Beobachtung sind, ist es wahrscheinlich, daß die unvollständige Reihe jener Beobachtungstage von Ischl nicht nach dem Vorgang von Hallstatt, sondern eher nach jenem von Alt-Aussee und Goisern zu ergänzen ist. Die alle Vergleichswerte überschreitenden Regenfälle einzelner Tage von 1899 und 1920 gehören somit einer Reihe flächenhaft ausgebreiteter Riesengüsse an und müssen darum auch für den Sandling angenommen werden.

Wir stehen am Ende der Bemühung, in den Niederschlägen der Beobachtungsjahre vor dem 12. September 1920 die allergrößten Nässewerte hervorzusuchen und herauszuordnen. Je kürzere Fristen hierbei betrachtet wurden, desto mehr drängten sich neben und selbst vor den Regenreichtum von 1920 die Werte von 1899, weniger jene von 1897. Nur war beide Male nicht ein derartig wässeriger Winter vorausgegangen. Dafür steht im Hinblick auf einen Zeitraum von 365 Tagen weder die Jahresfrist von 1898 bis 1899 noch die von 1919 bis 1920 im Vordergrunde der allernassesten. Gewiß bietet der Vergleich der Sommerwerte von 1899 und 1920 nach Abb. 4 manchen fesselnden und anregenden Unterschied, der trotz seiner Feinheit vielleicht für den Gang der Bodenfeuchtigkeit wichtiger ist, als man glaubt, weil man heute noch so wenig über das Verhältnis von Regenhäufigkeit und Bodendurchtränkung weiß.

Das Endergebnis des ganzen Abschnittes kann dadurch aber nicht verändert werden; es lautet:

Am Sandling muß die Wasseraufnahme des Untergrundes infolge großer Niederschläge in den 26 Beobachtungsjahren vor 1920 mindestens einmal ungefähr ebenso stark gewesen sein als vor dem Eintritt der Gesteinsbewegung, und mehrmals konnte der Boden in einem Ausmaße durchfeuchtet werden, das nicht sehr hinter den höchsten Werten zurückgestanden haben kann. Um so weniger darf man es ausschließen, daß schon in den letzten Jahrhunderten einige gleich tiefe oder noch tiefere Durchnässungen der tonigen Gesteine bei der Alm vorgekommen sind. Trotzdem hat sich bis zum September 1920 in historischer Zeit kein derartiges Ereignis am Sandling vollzogen.

Daher können so große Niederschläge, wie sie 1920 fielen, nicht für sich allein als hinreichender Grund dafür angesehen werden, nur das Ausmaß der beispiellosen Vorgänge von 1920 könnte mit der Stärke dieser Niederschläge in Zusammenhang gebracht werden. Es ist daher der Schluß nicht zu umgehen, daß eine verhältnismäßig geringe Veränderung im Zustande der Westseite des Sandlings eingetreten war und eine Labilität vorbereitete, die auch nach geringeren Niederschlägen gleichartige, wenn auch minder gewaltige Vorgänge gezeitigt hätte.

Die Ausquetschungstheorie kann auch angeben, welche geringe Veränderung eine gewaltsame Umlagerung von Gesteinsmassen herbeiführen mußte. Solange der Felsturm mit der Wand noch fest genug zusammenhing, etwa wie ein Erker mit der Hauswand, belastete er die Tone, so oft sie plastisch wurden, nur wenig oder gar nicht. In welchen Fällen eine geringe Belastung eintrat, ergibt sich aus den Ausführungen am Schluß des VII. Abschnittes. Erst als die Klüfte zwischen ihm und der Hauptmasse des Sandlings durchgriffen, war er in der Lage, als abgesonderte ungeheure Last auf die Tone zu drücken. Der Druck eines solchen Gewichtes wäre dann auch bei geringerer Durchfeuchtung nicht ohne deutliche Folgen geblieben. Die Ergebnisse der meteorologischen Untersuchung können also zwanglos in Einklang mit der eingangs ausgesprochenen Deutung des Ereignisses gebracht werden, welche dadurch auch von dieser Seite eine Stütze erhält. Es ist bemerkenswert, daß die Gesteinsbewegung erst einige Tage nach dem Ende der starken Regen eintrat. In Alt-Aussee war der 8., 9., 11. und 12. September ganz regenlos,[1] in Goisern regnete es am 7., 8., 10. und 12. September gar nicht. Es trat also der labile Zustand der später bewegten Felsmassen, beziehungsweise die fast völlige Abtrennung des Pulverhörndls

[1] Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Leo Rosenberg regnete es auf dem Wege von Alt-Aussee zum Sandling am 12. September gegen $^1/_2$5 Uhr morgens etwa 3 Viertelstunden. Sonst war der Tag schön.

vom Berge erst nach Vollendung der Durchfeuchtung ein. Keineswegs war der Zusammenhang der abgesessenen Massen schon vorher durch die Verwitterung so weit gelockert.

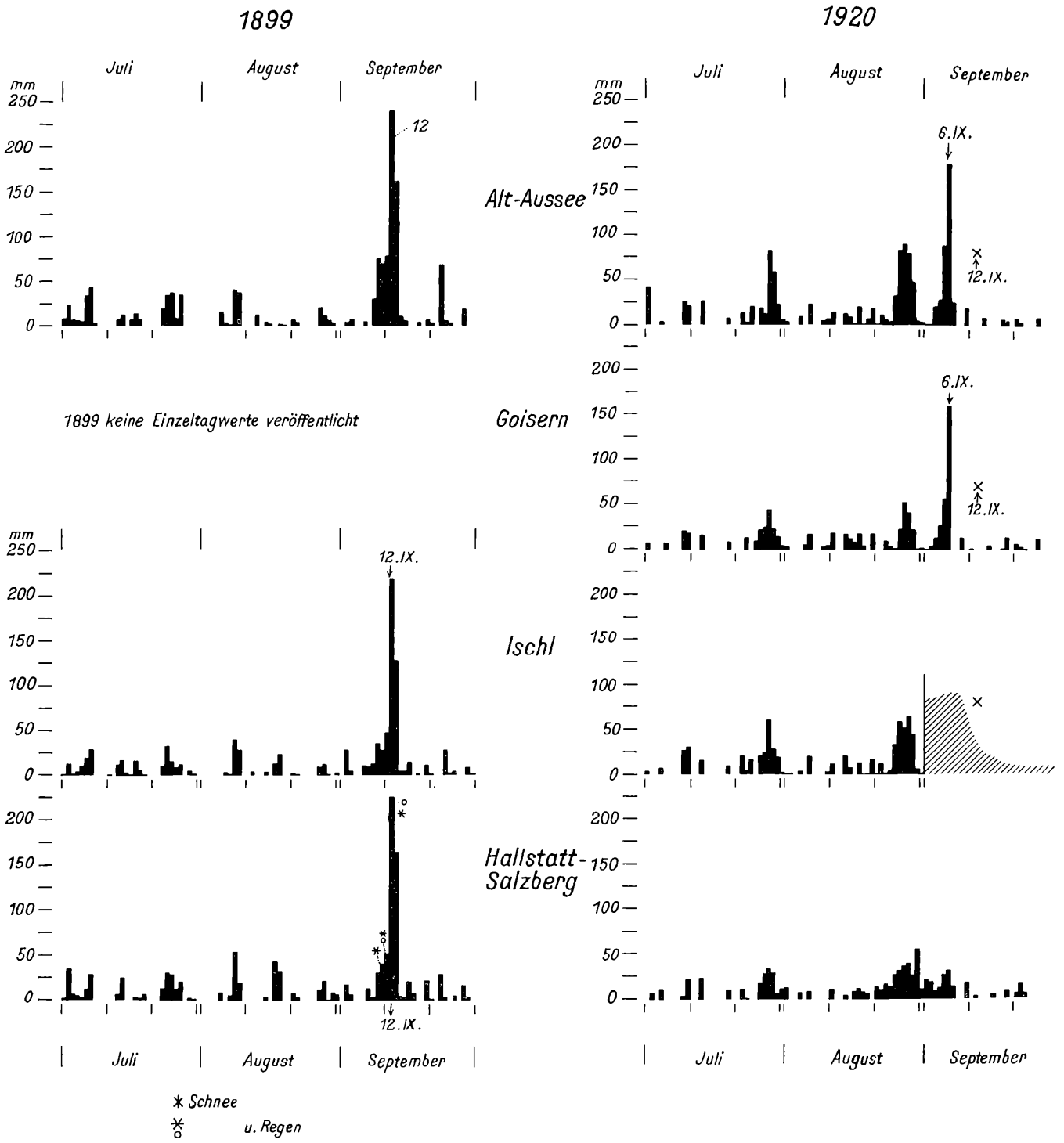


Abb. 4. Die täglichen Niederschläge in vier bedeutsam um den Sandling gelegenen Ombrometerstationen des Salzkammergutes, in den Sommern 1899 und 1920. Von ihnen war 1920 in Goisern, 1899 in Alt-Aussee der nasseste Sommer der 26jährigen Beobachtungsreihe. Beide Sommer brachten auch die höchsten Einzeltagwerte. Das × in der rechten Reihe bezeichnet die Mitternacht vom 12. auf den 13. September 1920, um welche Zeit die Verheerungen bei der Sandlingalpe im vollen Umfange losbrachen. Das Aufhören der Beobachtungen in Ischl infolge des Hochwassers seit 1. September 1920 ist durch Schraffur deutlich gemacht. Unter den Niederschlagswerten sind die Dekaden der Kalendermonate und die verbleibenden Resttage durch Striche vermerkt.

Deswegen kann es verschmerzt werden, daß für eine meteorologische Untersuchung über die Häufigkeit des Temperaturwechsels um den Gefrierpunkt am Sandling die Beobachtungsunterlagen nicht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ausreichten. Denn wenn selbst eine Zeit besonders beschleunigter Verwitterung vorausgegangen sein sollte, könnte das gar nichts zur Erklärung des Ereignisses beitragen. Der Einklang zwischen dem geologischen und meteorologischen Befund ist wertvoll bei Beurteilung der Berichte, die wir den Augenzeugen verdanken, und bei der Verknüpfung dieser Berichte mit den Beobachtungen, die der Verfasser an der umgeformten Landschaft gesammelt hat.

IV. Der Beginn der Zerstörung in der Paßlandschaft nach den Berichten der Augenzeugen.

Am Sonntag, den 12. September, bei gutem Wetter befanden sich im Bereiche der Vorderen Sandlingalm etwa 20 Menschen, die Bewohner der Almhütten und ihre Besucher zusammengenommen. Sie alle sind glücklicherweise, wenn auch zum Teil erst in zwölfter Stunde, schwerster Gefahr entronnen. Mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgte Herr Johann Reisenauer aus Pichlern die Vorgänge, der mit seiner Frau und zwei kleinen Kindern seine Hütte bezogen hatte. Ihm verdanke ich den ausführlichsten Bericht, und zwar an Ort und Stelle. Die Angaben der an verschiedenen Orten befragten Augenzeugen erwiesen sich als frei von Widersprüchen, in den Zeitangaben kamen geringe Unterschiede vor, die ohne Belang sind.

Der Hergang war danach folgender: Am Vormittag des 12. September fiel in der Westwand des Sandlings, wie schon wiederholt, vermehrter Steinschlag auf, der sich zeitweise zu ununterbrochenem Lärm steigerte. Herr stud. med. Hermann Sternberg, der sich von Aussee her etwa um 1 Uhr dem Gipfel näherte, glaubte das Geräusch ferner Eisenbahnzüge zu hören, was ihn verwunderte, da ihm die Einstellung des Eisenbahnverkehrs wegen der damaligen Hochwasserzerstörungen bekannt war.[1] Als er sich dann über den Wandabsturz vorschob, um hinabzublicken, hatte er, sobald auf Sekunden die wogenden Staubwolken sich lichteten, den Eindruck, als schreite die von den Steinschlagbahnen um das Pulverhörndl gespeiste Schutthalde gegen die Alm vor. Um diese Stunde war das wohl noch ganz dem raschen Wachstum der Halde zuzuschreiben. Ein gutes Lichtbild des Sandlings, das Herr Leo Rosenberg zur selben Zeit in einer Pause zwischen den Steinschlägen bei der Alm aufgenommen hat, ist das letzte vor der Katastrophe; es läßt noch keinen Unterschied im Vergleich zu älteren Aufnahmen des Pulverhörndls und seiner Nachbarschaft erkennen, obwohl nach der Schätzung desselben Herrn schon damals in dem sehr groben Steinschlag 2 bis 3 m^3 große Blöcke herunterkamen. Etwa um $^1/_2$5 Uhr nachmittags erfolgten noch gewaltigere Blockstürze, bemerkenswerterweise von den großen Felspfeilern und -spitzen, die zwischen dem Pulverhörndl und der Wand des Berges aufragten. Man sieht sie auf dem Bild 1 der Tafel I. Herr Reisenauer schloß daraus — wie sich dann gezeigt hat mit Recht —, daß der große Felsturm vom Berge abrücke und deshalb alle hinter ihm eingekeilten oder von ihm gestützten Blöcke und Felsspitzen den Halt verlieren und herauspoltern mußten. Sobald die Aufmerksamkeit sich von der Staubwolke des Berges trennte, aus der lautes Getöse drang und Riesentrümmer hervorsprangen, konnte man auch schon rechts davon im südlichen Teile der Wand einen schmalen hellen Streifen bemerken, der sich vergrößerte, wobei er einer 70 bis 80° steilen Verwerfung von wachsender Sprunghöhe glich. An diesem Streifen sank der davorliegende Wald langsam zur Tiefe. Das sah Herr Reisenauer erheblich vor 5 Uhr.

Die späteste Wahrnehmung dieses Vorganges durch eine Sennerin ist für $^1/_2$6 Uhr belegt, wobei ihr aber schon ein deutliches Band in der Wand auffiel. Gleichzeitig mit dem ersten Sichtbarwerden der Trennungsfläche in der Wand barst nach der Beobachtung des Herrn Reisenauer die Grasnarbe auf dem Rücken links vom Bach. Nicht so rasch sah man, daß sich auch der südliche Teil der alten Schutthalde, vom Fuß des Turmes angefangen, gegenüber dem nördlichen senkte. Es griff somit die Fläche des Absitzens fast rechtwinkelig hinter dem Felsturm herum (vgl. Bild 2 und 10 und den Plan) und durchsetzte die Schutthalde samt ihrem Felskerne. Die Senkung des südlichen Teiles der alten Schutthalde konnte sich zu Anfang leicht der Aufmerksamkeit entziehen, solange fortwährend frisches Blockwerk und heftiger Steinschlag gerade den sinkenden Abschnitt überstreute und ihn erhöhte. Da

[1] Herr Rosenberg hat 2 Stunden früher auf dem Gipfel nichts dergleichen gehört, wohl aber fiel ihm starker Steinschlag bei seiner Ankunft auf der Alm auf. Dort hörte er, daß solche Steinfälle schon dagewesen seien, weshalb sich niemand beunruhige. Herr Rosenberg hatte auch die Freundlichkeit, nach meinem Uraniavortrag über das Ereignis mir seine wertvollen Auskünfte zu geben und mir das gleich zu nennende wichtige Lichtbild zu schenken, wofür ich ihm eigens danken möchte.

sich das Absitzen des Vordergrundes der Wand an einer nicht ganz 90° steilen Trennungsfläche vollzog, mußte der Felsturm zugleich von der Wand abrücken.[1] Gegen Abend beruhigte sich der Berg einigermaßen, nachdem die Felsen zwischen dem Pulverhörndl und der Wand größtenteils herausgeräumt waren. Nur starker Steinschlag ward immer wieder lebendig. Auf die Rückseite des drohend freistehenden Felsturmes drückten nun keine Gesteinsmassen mehr, sein Vordergrund hatte dafür durch die Trümmer eine wachsende Neubelastung erfahren, wobei auch die Wucht ihres Auftreffens vielleicht in Betracht kommt. Unheimlich für die Almbewohner ragte der 200 *m* hohe Turm etwas verschoben und abgesondert vor dem Berg in die Höhe, unheimlich besonders auch, weil die Sprunghöhe der Trennungsfläche in der Wand ebenso wie bei den Hütten das Bersten des Grasbodens bis zum Einbruch der Dunkelheit deutlich zunahm. Diese Eindrücke führten aber noch niemanden zum Entschluß, die Alm zu räumen, höchstens unterließ man es, sich dem Schlafe hinzugeben. Etwa um 11 Uhr nachts erhob sich neuerliches furchtbares Getöse und wirkte um so mehr besorgniserregend, da Neumond war und dichter Staub auch die Alm völlig einhüllte, so daß man kaum den Weg vor den Füßen mit Laternen verfolgen konnte. Man beschloß daher, das Vieh wegzutreiben und die Almen zu verlassen, auch meinten manche schon, eine allgemeine Unruhe des Bodens zu verspüren. Der gewöhnliche Almweg führte nach S im Tal des Michel-Hall-Baches. Als man ihn ableuchtete, fand man — schon außerhalb der Staubwolken — die Bäume in einem angesichts der Windstille bedenklichen Schwanken vor. Es geschah dies in der Gegend, wo am Morgen die westliche Ausrißnische des Gesteinsstromes vorlag. Nun, da bereits der Boden unter den Füßen im Umkreise der Alm nicht mehr sicher war, rüstete man in Eile zum Aufbruch und benützte lieber die unbequemeren Wege nach W über den Raschberg und nach NW zur Hütteneckalpe. Herr Reisenauer vergrub noch den wertvollsten Teil der Einrichtung seiner wohnlichen Hütte jenseits (westlich) des Baches am Abhang des Diebskögerls (Bild 5 und 7, Taf. II). Noch vor Mitternacht verließen das letzte Vieh und seine Hüter die in steigenden Aufruhr geratene Almgegend.

V. Die Veränderungen der Paßlandschaft am Morgen des 13. September.

Die Erlebnisse der Augenzeugen besagen eindeutig, daß von Anfang an ein Absitzen lastender Felsen und daher auch ein Ausweichen anderer, belasteter Gesteine im Gange war. Noch war gegen Mitternacht der Rücken westlich der Doline, von den Rissen der Grasnarbe abgesehen, als Ganzes unzerborsten, während schon jenes Schwanken der Bäume am Abstieg von der Paßgegend verriet, daß die Tone im S ihrer Ausquetschung und ihrem Abfluß entgegendrängten. Zwischen der Beobachtung dieser Anzeichen höchster Gefahr und dem Ausbruch der Verheerung im Michel-Hallbachtale lagen möglicherweise nur Minuten. Denn am nächsten Tag hat man weiter südlich gesehen, daß nach dem ersten Schwanken der Bäume der Untergrund in kürzester Frist ganze Waldstrecken mit sich riß. Es war daher ein Glück, daß man nach so langem Ausharren nicht allzu hastig die Almen räumte, weil sonst auf dem üblichen Wege des Abtriebes Mensch und Vieh in die Vernichtung der Waldlandschaft südlich von der Paßgegend einbezogen worden wären, denn dahin wären ja die Leute in diesem Falle noch vor Eintritt der abschreckenden Baumbewegung gelangt.

Vor dem heftigen Getöse am Sandling, das um 11 Uhr nachts die Menschen aufscheuchte, hatten sich also in der Gegend der Ausrißnische des späteren Gesteinsstromes so gut wie keine Veränderungen vollzogen. Beobachtet wurden überhaupt keine. Die Trümmerstürze gegen Mitternacht müssen schon auf Kosten des Pulverhörndls erfolgt sein, weil hinter ihm am Abend soviel Felswerk nicht mehr eingekeilt war. Tatsächlich ist auch der Turm nicht gleich als Ganzes eingestürzt. Deutlich zeigt die Trümmerhalde, die er hinterlassen (Bild 10, Taf. III), zwei Reihen hausgroßer Blöcke, die eine stammt von den Trümmerfällen des Nachmittags, wurde dann mit dem Untergrund nach vorn verschoben. Darum blieb sie auch von der in ähnlicher Form erfolgten Ablagerung der nächtlichen Trümmerschütt trennbar. Manche Riesenblöcke flogen weit über die Halde hinaus, besonders nach NW, und man darf darum nicht zweifeln, daß beim Einsturz des Turmes selbst eine Anzahl Trümmer bis in die Reihe der um 6 bis 8 Stunden älteren Blöcke gelangte. Es entstanden nicht jene einzeln umherliegenden angehäuften Trümmerhügel, wie sie

[1] Unter welchen hier nicht gegebenen Umständen solche. Abrücken absitzender Massen auch aus anderen Gründen eintreten muß, wird Abschnitt VII gesagt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

unter dem Namen »toma«-Landschaft bekannt sind und als Ablagerungsform plötzliche Niederstürze großer Felsmassen kennzeichnen. Vielmehr blieben die Trümmer der Einstürze in Haldenform liegen, wie der viele Jahre alte Steinschlagschutt, wobei sie sich ihrer Größe nach am jeweiligen Haldenfuß anreicherten. Die Bildertafeln zeigen bis in Einzelheiten den Zustand, der am Morgen des 13. September eingetreten war und in der Paßlandschaft seither noch wenig verändert ist. Alles beherrscht der kegelförmig ausgebreitete Mantel der Trümmerhalde unter den Felsstummeln, den Resten des Turmes. Ihre wilden Zacken lieferten kleine Nachstürze, so im Sommer 1921, deren Lärm in gewaltig übertreibenden Zeitungsnachrichten von einem neuerlichen Aufleben der Sandlingkatastrophe sozusagen widerhallte.

Ohne sich der Vorstellung besonderer Gemächlichkeit des Vorganges zu überlassen, muß man schließen, daß auch das Pulverhörndl im Dunkel der Nacht vielmehr in sich zusammenfiel als nach vorne umkippte und daß der Vorgang längere Zeit dauerte. Erst mit dieser Zerstörung des Sandlingturmes, die von einer neuerlichen Umlagerung des Schwerpunktes der lastenden Massen begleitet war, ist also der gewaltsame Ausbruch der Tone im S unmittelbar eingeleitet worden.

Übrigens hat der ganze Sandling eine Erschütterung erfahren; die ganze Westwand, auch nördlich vom Passe, war hell gesprenkelt durch kleinste Gesteinsverluste. Ebenso meldeten Touristen alsbald, daß die Sicherungen und Griffe des Steiges, der nördlich vom Paß in der Westwand emporführte, in einen auffällig gelockerten und schlechten Zustand geraten seien, im Vergleich zur Zeit unmittelbar vorher.

Es ist das ein schönes Beispiel für die Lehre vom durchschnittlich parallelen Zurückwittern der Wände, daß diese Wand, aus welcher in kurzer Frist alles genügend Gelockerte als besonders lebhafter Steinschlag herausfallen mußte, so gleichmäßig mit den frischen Abwitterungsstellen überstreut erschien. Das Absinken des 14 bis 15 *ha* großen Waldgrundes, der Masse nach die großartigste Veränderung der Paßlandschaft, läßt sich an der scheinbaren Verwerfung ermessen, jener streifenförmigen hellen Absitzfläche, die 70 bis 80° steil den unteren Rand der Wand südlich der Trümmer bildet. Ihre Sprunghöhe von 30 bis 40 *m* stellt den Betrag dar, bis zu dem sich binnen wenigen Stunden ein so ansehnliches Stück der Landschaft senkte. Bild 9, Taf. III, zeigt, wie dieser fast erschreckende, gegen das Südende des Kalkklotzes absteigende Wandstreifen dort, rechts von den paar einzelnen Bäumen im Schatten, ziemlich rasch, spitz zulaufend, aufhört. Am Südrand der Paßlandschaft ist hier also der Betrag der Senkung gleich Null gewesen, während hart daneben die östliche Ausrißnische mit ihren größten Tiefen zwischen 50 und 100 *m* liegt (vgl. Bild 11, Taf. III). Von ihr wird später berichtet. Die kleine ostwärts zurückgebogene Stufe am Südfuß des Sandlings, die man auf beiden Bildern sieht, hat nichts mit dem Absitzer zu tun. Sie ist wohl eine ungleichmäßig zurückgewitterte Härtestufe der festen Oberalmkalke über den Fleckenmergeln.

Betrachten wir nun das Verhalten der Gesteinsunterlage des Waldes der Paßlandschaft, wie es sich am Morgen des 13. September verriet. Der Waldwuchs überzog nicht nur den bis zu 40 *m* abgesunkenen Teil des Geländes vor der Wand, sondern auch die Doline und den Hügelrücken westlich von ihr am Bache. Dieser Rücken ist in der Nacht aufgeborsten (Bild 6, Taf. II), wobei der westliche Teil vom östlichen ein wenig überschoben oder doch überstaucht wurde, so daß dieser bis zu 3 *m* höher aufragte.[1] Nahe dem südlichen, verbreiterten Ende des Rückens gab es nur noch bedeutende Herauspressungen einzelner Bodenschollen (Bild 9, Taf. III, links) neben einigen Setzungsrissen in der Nähe der Ausrißnische. Der Boden der Doline und ihre Nachbarschaft waren im Oktober 1920 nur von wenigen sichtbaren Rissen durchzogen, unter denen im westlichen Teil ebenfalls die Zeichen der Aufpressung vorherrschten. Eine solche wenig auffällige Zerreissung ging von einem großen Sturzblock am Haldenfuß aus (vgl. den Plan). Rundliche Blöcke, welche über der Ausrißnische auf Bild 9 und auf Bild 11 sichtbar sind, kommen auch im Bereich der Berstung des Rückens vor. Es sind wahrscheinlich Moränenreste, die aber nur eine meist ganz unbedeutende Auflagerung vorstellen. An dem Hang, den Hügel und Doline gemeinsam haben, zwischen den auf Bild 16 nach links geneigten hohen Fichten, war der Grasboden in westwärts überkippte Falten gelegt, die ähnlich Brandungswogen emporzulaufen schienen. Auch hierin zeigt sich, daß neben dem Auftrieb ein Drang zu horizontaler Verschiebung am Werke gewesen ist. Das waldbedeckte Gelände im ganzen hat eine Schaukelbewegung mitgemacht und die Doline wird von

---

1 1925 diese Überschiebungsstufe schon wieder sich zusammengesunken und verwischt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ihrer Drehungsachse gequert. Alles was östlich von ihr liegt, hat sich gesenkt, natürlich um so mehr, je weiter es davon entfernt ist, was westlich davon liegt, stieg empor, allerdings nur um so geringe Beträge, wie 3 *m* auf dem Hügelscheitel. Die Drehungsachse selbst, deren Verlauf nicht näher bestimmbar ist und nicht sehr einfach zu denken ist (vgl. Abb. 7), änderte die Meereshöhe nicht; sie sank nicht ebenfalls zur Tiefe; am Raschbergfuß fehlt jede Spur einer Scherfläche, beziehungsweise Absitzung. Zwischen der Verdrängung einer bis 40 *m* dicken Gesteinsschicht in dem gesunkenen Ostteil der Paßlandschaft und den Aufpressungen, seitlichen Verschüben und Anhäufungen von Massen im Westteile, die nur Erhöhungen des Geländes von 10 bis unter 3 *m* herab mit sich brachten, besteht ein arges Mißverhältnis. Dafür ist aber eine, den großen Ausmaßen der Senkung ohne jeden Zweifel entsprechende Menge von Tonen südwärts entwichen. Dies geschah dort, wo in der Gegend der westlichen Nische des Ausrisses (auf Bild 9 und 11 im Vordergrund) die Tone zwischen den festen Fleckenmergeln und den Gesteinen des Hügelrückens in einem seichten Muldentälchen anstanden. Heute bilden sie nur noch im unmittelbaren Anschluß an diese Ausrißnische den Untergrund der bewachsenen Paßlandschaft (auf Bild 9 im Bereich der dreieckigen Wiese in der Mitte). Die Bewegung der Tone, der sich ungezählte Trümmer der ihnen auflagernden Kalkmergel des Lias angeschlossen hatten, hinterließ eine große Wunde in der Landschaft, in der Form eines Paares von Ausrißnischen, 400 *m* breit bis an 100 *m* tief. Diese Zerstörung der früheren Landschaft wirkte am Morgen des 13. September kaum minder furchtbar als der Bergsturz und das zerrüttete Almgelände. Den abfließenden Tonen folgten geräuschvoll die Fleckenmergel, nicht nur wo sie mit ihrem dünnen Westrande die Tone überlagerten, sondern auch östlich davon, wo sie auf ihnen gut 40 *m* dick ruhten, wie im Anschluß an das Südende der Sandlingwand.

Im Westflügel des Ausrisses wurden die nachbrechenden Kalkmergel des Lias einfach durch den Entzug der tonigen Unterlage zerfällt und gleich mitgerissen, im Ostflügel hingegen stand die Richtung, in der das Hangendgestein in Bewegung geriet, nahezu senkrecht auf der Fließrichtung des Gesteinsbreies, der den Fuß dieses Gehänges unterschnitt, auch war sie dem Einfallen der Schichten entgegengesetzt. Mehr als das bloße Nachbrechen der Fleckenmergel zerstörte hier eine eigene Absitzung. Sie betraf mindestens jene Kalkmergel, die den auf Bild 8, Taf. II, sichtbaren Gehängeteil zusammensetzten, der nach kurzer Wanderung gänzlich zerrüttet liegen blieb als ein Hügel, den Baumleichen bedeckten[1] (vgl. auch Bild 11, Taf. III, rechts).

Im übrigen zehrte hier die Nischenbildung eine alte, seichte Plaike größtenteils auf; man erkennt sie an ihren Regenrillen auf Bild 11, Taf. III, und auf Bild 9, ganz rechts rückwärts (vgl. auch den Plan). Dadurch geriet diese Verheerung in unmittelbare Nachbarschaft des Südendes der Sandlingwand und der dort deutlich erhaltene Nullpunkt der Senkung liegt genau am oberen Rande des Ausrisses in der Form des spitz zulaufenden Südendes der Absitzfläche. Diese Tatsache ist wichtig. Aus ihr ergibt sich folgendes: Nichts wäre verfehlter, als die Senkung im Waldgelände der Paßlandschaft für die Folge des Ausfließens der Tone nach S zu halten, dem die tiefe westliche Nische direkt und die östliche indirekt zuzuschreiben ist; denn dann dürfte jene Senkung sich nicht mit der Annäherung an den Ausriß auf Null reduzieren, sondern sie müßte in dieser Richtung zunehmen. Erst seit 1921 beginnt der Waldgrund zum Ausriß hin in kleinen Staffeln abzusinken. Dieser Vorgang nimmt nach S hin zu und nicht ab und erfaßt auch Flächen anfänglicher Aufpressung. Schon im Oktober 1920 hatten sich über dem oberen Rand des Ausrisses bis in die Doline hinein tückische Setzungsrisse als erste Anzeichen des späteren Weitergreifens der Zerstörungsnischen gebildet. In diese Erdspalten brach ich beim Vordringen mit kleinen Legföhren und Erdschollen zusammen mehrmals unversehens tief, einmal bis an die Schultern ein.

Wenn auch das Abfließen der Tone nicht die Ursache der Senkung des Waldgebietes war, so hängt es doch damit zusammen, und zwar sind beides gleichzeitige Folgen des eingetretenen Unvermögens der Tone, die mit dem Durchgreifen der Trennungsklüfte wachsende Felslast länger zu tragen.

Im Sinne dieser Theorie war also nicht nur der Sandlingturm und seine Trümmer, sondern waren auch die festen Fleckenmergel, auf denen er stand, zum großen Teil für die weithin durchfeuchtete Tonunterlage eine ausquetschende Last.

Bei alledem bleibt es auffällig, daß der Nullbetrag der Senkung des Waldgebietes dicht neben der stärksten Abnahme der Meereshöhen liegt, die durch die Ausräumung der Gesteine in den am meisten

---

1925 war er durch kleine Nachsetzungen zu einer bloßen Vorstufe des Gehänges verflacht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ausgehöhlten Teilen der Nischen vielleicht 70 *m* erreicht hat. Nur eine solche Theorie darf den Anspruch erheben, die richtige Erklärung des Ganzen gefunden zu haben, die diese Tatsache auffällig findet, als Problem herausarbeitet und zwanglos aufklärt. Die nun schon mehrfach erprobte Gesamtauffassung des Ereignisses hat diesen Ansprüchen bereits größtenteils genügt. Da aber die allgemeine Darstellung der Absitzvorgänge nach der Literatur nicht ausreicht, um die erforderliche Lösung des Problems gleich restlos zu bieten, muß sie dem Abschnitt VII vorbehalten werden, der einen dem Ereignis angepaßten Ausbau der Theorie bringt.

VI. Der Gesteinsstrom und die Veränderungen der Landschaft durch ihn bis Ende Oktober 1920.

(Bild 3, Taf. I und Kartenskizze.)

Die Hauptmenge der in der Paßlandschaft verdrängten Tone fand den Abfluß im Tale des Michel-Hallbaches. Der Entstehungsort der westlichen Ausrißnische liegt dort, wo wegen der Größe des Gefälles ($\gtrless 20°$) die ausgequetschten Tone sich rascher fortbewegten als sie nachdrängten. Mit dem von der Bewegung fortgerissenen Teil der Fleckenmergel ging auch ein dichter Hochwaldbestand auf die Reise und der Vernichtung entgegen. Nirgends gab es im Ursprungsgebiet des Gesteinsstromes südwärts geneigte Schichten und jede Erklärung der Bewegung als Abgleiten von Gesteinslagen auf dahin absteigender schlüpfriger Fläche ist irrig. Graublauer Ton floß auf graublauem Ton ab, jener durchnäßt und mit Mergelblöcken durchsetzt, dieser trocken und seither durch Schrammen gestriemt, die Gletscherschliffen ähneln.[1] Die Tiefe der Durchfeuchtung war also unmittelbar nur für den Umfang der Verheerung und die Dicke der bewegten Massen ausschlaggebend. Dies wurde ja schon aus dem Verhalten der Niederschläge gefolgert. Der Eintritt dieser Vorgänge war aber auch bei geringeren Regenmengen unvermeidlich geworden. Der Tonbrei folgte wochenlang allein dem Zuge der Schwerkraft, indem er entlang dem Talweg von 1200 *m* auf 700 *m* herniederstieg.

Die Absitzbewegung in der Paßlandschaft war schon am 13. September morgens zu Ende und so wurden keine neuen Tonmassen durch Auspressen mehr nachgeliefert. Die lange Dauer jener Bewegung nach Abschluß der Vorgänge im Paßgebiet dürfte auch den Irrtum von einer selbständigen Ursache des Gesteinsstromes erzeugt haben. An sich bietet diese lange Dauer allerdings eine gewisse Schwierigkeit. Sie ist aber anderer Art; denn es leuchtet zunächst nicht ein, daß der dichte Hochwald der flacheren Talstrecken, unterhalb des Unsinnigen Kierers,[2] nicht ein so starkes Reibungshindernis war, eine zwar bedeutende, aber doch begrenzte Gesteinsmasse aufzuhalten. Seine Baumriesen gehörten zu den berühmtesten Beständen des Landes. Tatsächlich hat auch nicht die ursprünglich ausgeflossene und blockdurchsetzte Tonmenge allein diesen Wald kilometerweit einfach niedergewälzt, sondern es schlossen sich seitliche Waldstreifen samt ihrem Untergrund der Bewegung an. So durchfeuchtet war überall das Gestein: Tone und Zlambachschichten.

Die also gewaltig vergrößerte Masse wurde überdies von den einmündenden Seitenbächen des Tales in einem breiigen Zustand erhalten, so daß sie schließlich überhaupt die Wasseraufnahme einstellte. Dadurch bildeten sich gegen Ende der Bewegung einige Stauseen an der Mündung der Nebentäler (vgl. Bild 12 auf Taf. III). Nunmehr ist die hohe und lange währende Beweglichkeit und die große Fläche der Verheerung nicht mehr so verwunderlich. Auch manche Einzelheiten im Ablauf des Gesteinsstromes kann man näher verfolgen, die ein Licht auf die allgemeine Bedeutung des Vorganges werfen. So viele Zeugen diese Bewegung hatte, die ich leider schon beim Erlöschen vorfand, nur wenige der gesammelten Aussagen gingen über die Schilderung des Krachens und Knackens von Fels- und Baumtrümmern und über die Erwähnung kollernder Blöcke hinaus, wobei der schauerliche, unaufhaltsame Untergang eines herrlichen Waldreviers tief empfunden und beklagt wurde.

---

[1] Die Veränderungen im Ausrißgebiet bis Sommer 1925 erwiesen sich immerhin als so groß, daß es sehr fraglich ist, ob es noch lange möglich sein wird, solche Schrammen wiederzufinden.

Vom Südrand der Paßlandschaft bis zu der Stufe neben diesem Felsturm war das Gefälle kaum irgendwo geringer als 10°, was für ein Tal außergewöhnlich viel ist.

Der mit großen Steinblöcken vollgerüttelte und von Baumleichen durchspießte Tonbrei war am Nachmittag des 13. September schon 800 *m* weit geflossen, bis in die Enge oberhalb des Felsturmes beim Unsinnigen Kierer. Daraus ergibt sich eine Stundengeschwindigkeit der Stirne von 40 *m* im Durchschnitt; sicherlich waren es mehr ganz am Anfang, etwas weniger am Schluß dieses Tages.[1] Noch wurde am 13. und 14. September der Gesteinsstrom durch Abfuhr von Tonen und Mergeln der übersteilen Hinterwand des Ausrisses einigermaßen ernährt, aber nicht mehr aus der östlichen Nische. Diese war schon am 13. September nach einem Lichtbild des Herrn W. Fettinger in Goisern außer Beziehung zur Bewegung geraten; der schon erwähnte, von der Strömung untergrabene Hügel aus festen Liasmergeln im südlichen Teil dieser Nische war wohl ein Stück weit der Bewegung nachgerückt, ist aber dann in ganz zerrüttetem Zustand zurückgeblieben (vgl. Bild 8, Taf. II). Für den 14. September nachmittags besitzen wir glücklicherweise die überaus wertvollen Angaben des Herrn Forstingenieurs Paul Elsenwenger in Goisern. Zu dieser Zeit war am Fuß der Kalkwände des Raschberges, also am rechten Ufer des Gesteinsstromes, oberhalb des Unsinnigen Kierers noch ein etwa 20 *m* breiter Waldstreifen erhalten. Von dort aus beobachtete H. Elsenwenger eine Zerlegung des Stromes, in dem der dunkelblaugraue Ton in der Mitte schneller als die blockreichen Randstreifen »wie ein Fluß im Flusse« dahinzog. Die Stirne war schon erheblich über den Unsinnigen Kierer hinausgelangt. Auf einmal bemerkte H. Elsenwenger ein Schwanken der Bäume in seiner Nähe und nahm alsbald ein besonderes Geräusch wahr, anzuhören wie das Knirschen sich reibender Steine unter dem Boden und das Abreißen der Wurzeln. Nur mit genauer Not erreichte der Zeuge die felsige Talwand, in der er emporkletterte, während der ganze Waldstreifen sich der Bewegung anschloß. Fast hätte eine umsinkende große Fichte den kaum in Sicherheit gelangten Beobachter von der Wand gefegt. Es war wohl vor allem der Zug der Reibung, der den noch ruhenden Walduntergrund an die entlangfließende Masse anschloß; der Wald wuchs auf dem Kalkschutt des Gehängefußes und auf den Tonen. Gemäß diesem Vorgang ist mindestens noch am 14. September nachmittags das rückwärtige Ende der bewegten Masse in der Enge oberhalb des Unsinnigen Kierers unterwegs gewesen. Genauere Angaben, wann es diese verließ, konnte ich nicht erlangen. Ein durch das Mitgehen des Waldstreifens bloßgelegter, begrenzter Aufschluß roter Tone unter den Raschbergkalken und die Färbung der liegengebliebenen Teile des Trümmerflusses zeigen, daß Teile dieses aufgeschlossenen Gesteines nur 40 bis 50 *m* weit verschleppt und dann zurückgelassen wurden. Dieser Aufschluß liegt schon ziemlich nahe der Weitung des Nischenausrisses. Es scheint also wenigstens am Ufer das obere Ende des mitgegangenen Waldstreifens nahe jenem der einheitlich weiterwandernden Masse gewesen zu sein.[2] Von Kalkwand zu Kalkwand reichend, war der Strom an der engsten Stelle immer noch 90 *m* breit, dort floß er über das am Schluß des Abschnittes II erwähnte Stück südwärts geneigter Kalkoberfläche ab. Der Kalk wurde dabei an der Sohle ebenso wie an den Wandvorsprüngen glatt geschliffen und gestriemt hinterlassen. Die bewegte Masse vergrößerte sich also auch durch Erosion. Sodann wälzte sich das Unheil in das breite Tal des unteren Michel-Hallbaches, das beiderseits in den mürben tonigen Zlambachmergeln liegt, die ebenfalls sehr durchfeuchtet waren. Hier schloß sich nun auch am linken Ufer ein ausgedehnter Jungwald auf sanfter Lehne der Bewegung an. Dies geschah zwischen dem 16. und 19. September. Die Waldfläche begleitete hier die Bewegung nur bis zur Mündung in das Leislingtal, dem sich die Stirne der bewegten Masse schon am 21. September mit nur mehr 10 bis 5 *m* Stundengeschwindigkeit näherte. Dort stauten sich die mitgewanderten Waldteile und Baumstrünke und schoben sich zusammen. Viele Bäume blieben in mehr oder weniger schiefer Haltung stehen. Der Anschluß des zweiten Waldgebietes bewirkte, daß der Ostsaum des Gesteinsstromes vom Unsinnigen Kierer an ziemlich genau nach S verläuft, während der alte Bachlauf zunächst nach SSW geführt hat. Auf diese Weise erlangte die Verwüstung unterhalb der größten Enge von 90 *m* bald 250 *m* größte Breite. Die Bewegung bietet bis zum Schluß manches Auffällige und nicht ganz Aufgeklärte. Ihr

---

[1] Die Spitze des Sekundenzeigers Uhr umkreist in einer Minute etwa 17 *mm*, also einen Meter in der Stunde. Die raschesten Geschwindigkeiten des Stromes dürften hinter einem Meter in der Minute kaum viel zurückgestanden haben, von der viel rascheren Bewegung nachbrechender Mergelblöcke abgesehen.

Es besteht ein Lichtbild, am 25. September, also 14 Tage vor dem Stillstand des Zungenendes aufgenommen, vom Fuß der Ausrißnischen talabwärts. Danach war dort der Boden schon betretbar und daher schon einige Zeit in Ruhe. Der Ruhezustand erstreckte sich bis zum Unsinnigen Kierer talabwärts, denn die damals abgebildeten Überbleibsel der Bewegung noch in dem Mitte Oktober angetroffenen Haufwerk wieder zu erkennen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erlahmen am rückwärtigen Ende erfolgte im Michel-Hallbachtale vom Rande gegen die Mitte. Der vorwiegend tonige »Fluß im Flusse« bewegte sich nicht nur rascher, sondern nachweislich an einigen Stellen auch länger; er ließ an den Seiten vorwiegend aus Felsblöcken von Mergel und Kalk aufgetürmte moränenähnliche Uferwälle zurück, sowohl in der engsten als auch in der anschließenden zu größter Breite anwachsenden Strecke.

Eine Art niedrigen Mittelwalles sah man schon zwischen der westlichen und östlichen Ausrißnische südwärts streichen. Außerdem blieben ansehnliche einzelne Haufen festeren Gesteines zurück. Die Uferwälle sind am höchsten in der engen Strecke beim Unsinnigen Kierer. Der rechte maß Mitte Oktober 1920 8 bis 15 *m* Höhe. Links bestand eine Mehrheit von kurzen Wällen, in jedem Querschnitt etwa zwei, der äußere, höher gelegene auf dem emportauchenden Kalk ruhend, noch 1921 etwa 4 bis 5 *m* hoch, der innere 6 bis 7 *m*; sein Kamm lag etwa so hoch wie die Unterseite des Randwalles. Im weiten Teil des Bettes der Bewegung blieben die beiderseitigen Uferwälle von Haus aus unter 5 *m*. Die hohen Wälle waren schon im Oktober 1920 kleinen Absitzungen ausgesetzt und jener rechte Uferwall von 8 bis 15 *m* Höhe hatte im Sommer 1921 an seinem Innenfuß einen kleinen, meist aus Tonen bestehenden Parallelwall neben sich, wie es scheint von ihm hervorgequetscht.

Die Breite des Querschnittes zwischen den inneren Wällen beträgt auf der engsten Strecke 35 *m*. Ihre Höhe gibt uns eine Vorstellung von der Mächtigkeit der bewegten Massen, und zwar öfter eine untere Grenze, weil anfangs ihre Masse samt der Unterlage mitfloß. Die seitliche Aussonderung der Blöcke, besonders auf der rechten Talseite, wo es hangende Mergel im Anstehenden nicht gab, die dort auch nicht nachbrechen, beziehungsweise teilweise zurückbleiben konnten, muß mit der von Herrn Elsenwenger beobachteten, eigentümlichen Art des Fließens zusammenhängen.

Tatsächlich ist »Fließen« der richtige Ausdruck. Eine Rutschung hat bei diesem Ereignis nur der linksseitige Wald mitgemacht, dessen Bäume dabei zum Teil aufrecht in dem »Strome« stecken blieben. Aber auch diese Rutschung kann nicht als Ausgleiten fester Felsen auf schlüpfriger Unterlage gedeutet werden. Es rutschte nur der Waldgrund, d. h. der verwitterte Teil der Zlambachmergel. Gerutscht sind ferner vielleicht noch eine Anzahl von Blöcken der Fleckenmergel des Lias in der westlichen Ausrißnische, welche auf den in der Tiefe hervorquellenden Tonen schneller als diese der obersten steilsten Gefällsstrecke folgten. Abwärts vom Ausriß ist alles ein Zähfluß gewesen mit Überwälzungen der meist auf den Grund gekommenen Baumleichen durch die anfangs noch nachgequollenen Tone, auf denen große Blöcke schwammen. Noch im Augenblicke der Erstarrung bildete der Ton durch ein streifiges Gefüge deutlich Bewegungen ab, die sich nur der Bildung von Wirbeln und Wasserwalzen in Flüssen an die Seite stellen lassen. Da ist es nicht verwunderlich, daß auf der Oberfläche des Stromes recht selten Bäume zu sehen waren, die ja der Bewegung den größten Reibungswiderstand leisteten.

Dicht vor der Mündung in den Großen Zlambach hat die Landschaft durch den Gesteinsstrom sogar eine Reliefumkehr erfahren. Ich stelle diese Vorgänge nach den sehr wertvollen Beobachtungen und freundlichen Mitteilungen des Herrn Försters Hans Lupert in St. Agatha dar, der auch durch gesetzte Marken alle jene Geschwindigkeiten gemessen hat, die ich mit seiner dankenswerten Erlaubnis allgemein bekanntmachen kann: Den unteren Michel-Hallbach erreichte nach seiner Biegung gegen SW das »Verlorene Wasser«, als rechter Nebenbach aus einem Waldgraben kommend. Dieser floß auf seiner untersten Strecke parallel zum Michel-Hallbach. Dazwischen ragte 10 bis 20 *m* hoch ein Rücken auf, mit einer Einsattelung dort, wo das Parallelfließen einsetzte. Über sie entsandte der Gesteinsstrom einen Arm in das Neben- und Nachbartälchen. Indem er dabei von der anschließenden Erhebung des Zwischenrückens geteilt wurde, flossen Haupt- und Nebenarm getrennt, bis sie sich an der früheren Mündung des Verlorenen Wassers wieder vereinigten. Der trennende Hügelrücken war nun zur Insel geworden. Dies geschah am 26. September. Der schmälere Arm nördlich der Insel war 30 *m* breit. Auf ihr stand der ansehnliche und geräumige Bau der Leisling-Holzstube. Ihr Standort überragte früher den benachbarten Hauptbach um 15 *m*.[1] Beide Arme des Zähflusses überhöhten nun mit gewölbter Oberfläche den freigebliebenen Waldboden im Umkreis des Hauses, der Hauptarm um etwa 5 bis 8 *m*. Wo einst eine Wasserscheide verlief, findet man seither eine etwas unebene Vertiefung. An dieser Stelle überschritt die Mächtigkeit des Hauptarmes also bestimmt 20 *m*. Die Einrichtung und das Holz des bedrohten

[1] Diesen Höhenunterschied entnehme ich den voneinander unabhängigen freundlichen Mitteilungen der Herren Förster Edelsbacher in Alt-Aussee und H. Lupert. Die Kopie der Originalaufnahme 1 25.000 war in dieser Gegend recht unklar.

Gebäudes wurden in tagelanger Arbeit geborgen. Der Verkehr ging über Bretter, die man auf den schmäleren Arm des Gesteinsbreies warf. Wegen der Bewegung mußte man die Bretter täglich talaufwärts zurückverlegen. Ihre glattbleibenden Abdrücke boten ein seltsames Maß der Geschwindigkeiten. Es kam aber nicht mehr zur Überflutung dieses Eilandes; die vereinigte Masse schob sich noch 1·2 *km* im Zlambachtale weiter und stand dann still.

Betrachten wir nun im Zusammenhang, was über die Geschwindigkeiten der Bewegung bekanntgeworden ist, wobei die Messungen des Herrn Försters Lupert um so mehr Aufschluß geben können, je näher die Bewegung ihrem Ende kam und je geringer daher die fortwährende Umlagerung und Zerstörung aller Gegenstände an der Oberfläche dieses Stromes war. Ihn zu betreten war ohne besondere Vorrichtungen auch nach dem Stillstand nicht sofort und dann auch nur an wenigen Stellen auf kurze Zeit möglich. Dies muß bei den Angaben ebenso im Auge behalten werden wie die Beschaffenheit der Karten: Die Originalaufnahme und die Karten der Forstverwaltungen in noch größeren Maßstäben stimmen schlecht zusammen. Daher war es unmöglich, die Stelle einer gesetzten Marke genau einzutragen und ganz besonders schwer, ihre Entfernung vom Ausriß und vom Ende des Gesteinsstromes mit noch erträglicher Unsicherheit zu bestimmen, da diese Grenzpunkte selbst nicht genau, z. B. in bezug auf den Trigonometer des Sandlings feststehen. Unsicherheiten von 20 bis 30 *m* sind da gewiß nicht zu hoch gegriffen und der gegenseitige Abstand mancher Punkte wird dadurch um das Doppelte fraglich.

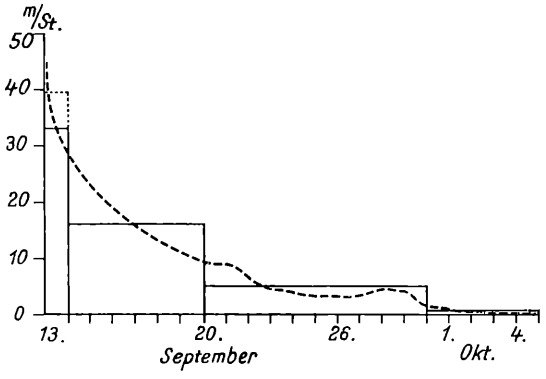


Abb. 5. Die gestrichelte Linie ist die Kurve der Geschwindigkeiten in Stundenmetern für die Stirne des Gesteinsstromes während der angegebenen Folge von Tagen seit Beginn der Verheerung. Die Geschwindigkeit in den allerersten Stunden nach Ausbruch der Bewegung kann nicht extrapoliert werden und ist daher weggelassen. Vgl. den Text. Die Geschwindigkeiten nach dem 5. Oktober sind als zu klein nur in Tabellenform mitgeteilt.

Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten an der Stirne zeigt Abb. 5 in den Ordinaten der Rechtecke, die Zeit ist die Abszisse, das Datum ist dazu geschrieben. Die obere Wagrechte der Vierecke gibt zugleich an, auf welchen Zeitabschnitt sich der Durchschnittswert bezieht. Wenn man die Mittelpunkte dieser oberen Rechteckseiten durch einen Kurvenzug verbindet und vom 21. bis 26. September, wo die Insel eingeschlossen wurde, eine kleine Verlangsamung einschaltet, ferner am 19. September gegen Abend höchstens 10 *m* Stundengeschwindigkeit einsetzt, so bekommt man ein ungefähres Bild des wirklichen Ganges der Stundengeschwindigkeiten und sieht deutlich, wie jene erst rasch, dann langsamer abnahmen. Der Durchschnittswert von 15 bis 16 Stundenmetern vom 13. bis zum 19. September ist reichlich berechnet. Es liegt ihm die Annahme des Herrn Försters Lupert zugrunde, daß die Messungsstelle, welche die Masse am 19. September erreichte, 2600 *m* von dem Ort des Ausbruches entfernt sei. Meine Karte läßt nicht einmal 2300 *m* als zurückgelegten Weg annehmen, freilich ohne die Krümmungen des alten Talverlaufes und bei einiger Unsicherheit in der Lage des Ausrisses.[1]

Die Zeichnung der Abb. 5 beruht auf folgenden Werten:

Zeit			Weg	Geschwindigkeit, Stundenmeter
13. September,	0^h	bis 24^h	> 800 *m*	50 — < 40 *m*
13.	0^h	19. September 24^h	2600	> 15 *m*
20.	0^h	29. 24^h	1200	5
30.	0^h	4. Oktober 24^h	50	10 Meter im Tag:
				= 45 *cm* in der Stunde.

[1] Nur wenn man den Ursprung der Bewegung unter dem Pulverhörndl ansetzt, verschwindet dieser Unterschied größtenteils.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Da um Mitternacht nicht gemessen wurde, sind für die Zeiten von Sonnenuntergang bis Mitternacht die Weglängen interpoliert.

Aber noch 10 bis 11 Tage dauerte die Bewegung an, bevor der Stillstand eintrat. Gerade diese Messungen sind von Bedeutung. Die Übersicht gibt die zurückgelegten Meter in 24 Stunden an.

Oktober	Stirn der Bewegung	Unterhalb der Insel (100 bis 200 *m*)		Oberhalb der Insel (100 bis 200 *m*)	An der breitesten Stelle des Stromes
		näher dem rechten Ufer	näher dem linken Ufer		
4. bis 5.			—		—
6.	12·0	1			
6.	3	3	—		—
8.	3	7	3·5	3	
8. 9.			3·5	1	4·8
9. 10.	0·3	3·2	2·6	1·8	
10. 11.	0·2	1·8	2·5	0·4	3·9
11. 12.	0·1	0·7	1·4	0·75	0·6
12. 13.	0·1	0·3	0·7	0·6	0·9
13. 14.	0·1	0·1	0·6	0·5	0·6
14. 15.	Stillstand	Stillstand	0·2	Stillstand	1·0
			Stillstand		Stillstand

Die Tagesgeschwindigkeiten in Metern.

Nachdem die Stirne vom 5. auf den 6. Oktober noch einen Ruck von 12 *m* gemacht hatte, blieb ihre Vorrückung stets langsamer als die Bewegung weiter oberhalb, sogleich nach der Vereinigung der beiden Arme. Der Stillstand der Stirne trat gleichzeitig mit jenem in der rechten Hälfte und einen Tag vor jenem in der linken Hälfte des wiedervereinigten Stromes ein. Am 7. Oktober maß H. Lupert den Bachabfluß von der Stirn des Gesteinsbreies zu 8·8 Sekundenliter, am 10. Oktober zu 11 Sekundenliter. Unterhalb der Vereinigung der beiden Arme war die Bewegung näher dem rechten Ufer vom 7. bis 10. Oktober rascher, vom 10. bis 15. Oktober jedoch langsamer als links der Mitte, wo sie auch um einen Tag länger dauerte. Nahe oberhalb der Insel wurde die Bewegung vom 7. bis 11. Oktober langsamer gefunden als jene an den beiden Beobachtungsstellen unterhalb der Insel. Beim Erlöschen, d. h. vom 11. Oktober an, übertraf die Geschwindigkeit oberhalb der Insel etwas jene unterhalb rechts und hörte am selben Tag auf.

Sehr bemerkenswert ist, daß noch oberhalb der Mitte des breiten Michel-Hallbachtales, in den Zlambachschichten, die gemessene Bewegung vom 8. bis 15. Oktober rascher war als irgendwo unterhalb, mit einer unbedeutenden Ausnahme vom 11. auf den 12. Oktober. Im allgemeinen nahm überall die Bewegung von Tag zu Tag ständig ab. Der letzte kräftige Ruck zeigte sich am deutlichsten an der Stirne vom 5. bis 6. Oktober, unterhalb der Insel, aber nur auf der rechten Seite vom 7. auf den 8. Oktober und an der obersten Messungsstelle allerdings nur schwach vom 10. bis 11. Oktober. Ein innerer Zusammenhang der Rucke kann nicht begründet werden. Aber ein wichtiges Ergebnis steht fest: im Augenblick des Stillstandes lag das obere Ende der noch bis dahin als Ganzes mitbewegten Masse weiter talaufwärts als die breiteste Stelle des Stromes, vielleicht in der Mitte zwischen ihr und dem Unsinnigen Kierer, dort, wo die untersten Uferwälle abgesondert wurden.

Das Ablagerungsgebiet der in Bewegung geratenen Massen beginnt, wie wir sahen, schon am Ausgang der Ausrißnischen. Dort lagen noch 1921 die Reste der bewegt gewesenen Masse schütter, so daß man den gestriemten Untergrund sehen konnte.[1] Der zusammenhängend bis zum Schluß bewegte

[1] Seither bis 1925 ist viel nachgebrochen und neue Tonzunge schob sich dem Westflügel des Ausrisses heraus.

Gesteinsbrei aber nimmt in seiner Ruhelage immer noch mehr als die Hälfte der von ihm verwüsteten Fläche, das sind etwa 20 *ha* ein. Für die Dicke der ruhenden Masse bei der Insel, also in eingeengten Querschnitten wird fast 20 *m* als mindester Betrag angenommen. Ich verdanke diese untere Grenzangabe Herrn Förster Ignaz Edelsbacher. Im breitesten Querschnitt sind auf Grund seiner genauen Kenntnis des ihm dort unterstellten Reviers nur 1 bis 2 *m* Dicke der Ablagerung anzunehmen. Das gewölbte Ende, etwas über 700 *m* hoch gelegen, ist nach meiner Messung mindestens 10 *m* dick und 40 *m* breit gewesen.

Mit dem Stillstande der Gesteinsmasse hatten aber die Veränderungen der Landschaft durch das Ereignis noch kein Ende. Die Wasseranstauungen an der Mündung der Seitenbäche erreichten jetzt erst ihre größte Zahl, Ausdehnung und Tiefe. Es wurden überall, wo nur gelegentliche ansehnliche Wasserlachen dem Gesteinsstrom sozusagen das Schmiermittel geliefert hatten, binnen 6 Tagen ansehnliche kleine Seen aufgestaut, besonders rechts der untersten Laufstrecke des Michel-Hallbaches (vgl. die Karte und Bild 12), im ganzen etwa 12; der größte liegt aber auf der anderen Seite unter der Pötschenwand, vom Leislingbach genährt und erreichte 120 bis vielleicht 150 *m* Länge. Binnen wenigen Tagen flossen die Stauseen über und traten durch ihre Abflüsse miteinander in Verbindung, die untersten 2 *km* des Gesteinsstromes waren alsbald von lebhaft fließenden Bächen begleitet, so daß ihm seitdem das »Schmiermittel« gänzlich entzogen blieb. Die Stauseen, das angesammelte Bodenwasser in ihrer Nachbarschaft und diese Bäche, solange sie noch nicht einschnitten, durchfeuchteten die mergeligen Gehänge so sehr, daß im seitlichen Wald zahlreiche Bäume auf ihrer Stelle umsanken, zum Teil sich ganz niederlegten. So begleitete ein im Wasser liegender 10 bis 20 *m* breiter Verhau umgefallener Fichten ansehnliche Uferstrecken der bis zum Schluß bewegt gewesenen Gesteinsmassen, was die Zerstörung des Waldes auf rund 45 *ha* ausdehnte. Zusammen mit den Staubecken ergab dieser Verhau seltsame Landschaftsbilder, wie eines im Lichtbild 12 festgehalten ist. Danach kann man sich auch vorstellen, was für zeitraubende Hindernisse manchmal das Herankommen an den Gegenstand der Untersuchung aufhielten.

In den Wochen der Gesteinsbewegung herrschte schönes und warmes Herbstwetter. Der Bach von der Alm her floß ganz schwach. Aber der Waldboden im Michel-Hallbachtale war am Anfang noch von den Niederschlägen sehr durchfeuchtet und wie sehr eine starke Durchnässung der Zlambachschichten die Standfestigkeit der Bäume herabsetzte, lehrte uns soeben die Nachbarschaft der Stauseen. Diese Tatsachen wirken mit den zu Beginn dieses Abschnittes erwähnten zusammen, um uns die Niederwerfung einer fast 4 *km* langen und auf den unteren 2·5 *km* nur mäßig geneigten Hochwaldstrecke verständlich zu machen.

Die Abflußverhältnisse der Oberfläche des ruhig gewordenen Gesteinsbreies können nur mit einem Blicke gestreift werden, obwohl sie wahrscheinlich eine eigene tagelange Untersuchung verdient hätten, als sie sich entwickelten. Der Almbach bildete auf dem Gesteinsstrom Lachen, winzige Seen mit und ohne sichtbaren Abfluß. Wo die Deltabildung diese bald ausgefüllt hatte, zog der Bach in verwildertem Lauf über seine tonigen Anschwemmungen. Gabelungen waren häufig, deren Arme da und dort zwischen den Blöcken versiegten. Dafür brachen aus dem Ton- und Mergelbrei Quellen hervor und verstärkten die noch nicht verschwundenen Wasseradern, was nicht hinderte, daß auch von diesen etliche nach kurzen Laufstrecken von der Oberfläche verschwanden. Von Tag zu Tag änderte sich das Bild dieses äußerst jugendlichen Entwässerungsnetzes. Manche Quellen brachen am seitlichen gewölbten Rande des Gesteinsstromes hervor, begleiteten ihn ein Stück weit und dann verschwand ihr Wasser wieder darunter. Derartige Quellen ergossen sich später auch in die Stauseen und da sie trübe mit gelblichem Farbton flossen, veränderte sich das Aussehen des ursprünglich grünlich klaren Wassers dieser Seen. Der Große Zlambach vom Zungenende an floß graugelblich ab, wohl vom Verwitterungsstaub der festen Mergel so gefärbt. Ein Jahr danach fand ich seine Farbe tief blaugrau vom Ton, in dem sich streckenweise metertiefe Ausnagungsfurchen gebildet hatten. Im Jahre 1925 war unterhalb des Ausrisses der Ton so stark ausgewaschen, daß das Wasser dort viel verzweigt und größtenteils unter dem zurückgebliebenen Blockwerk floß.

VII. Die Theorie des Ereignisses

und seine Stellung im System der geomorphologischen Massenbewegungen.

Die Bergstürze, überhaupt alle Massenbewegungen des Gesteines sind Wirkungen der Schwerkraft und unterscheiden sich voneinander nur durch die Bedingungen, unter denen sie angreift, und durch die Voraussetzungen, von denen das Ausmaß der bewegten Massen abhängt. Je nachdem wird das Bild der Bewegung und werden die vorkommenden Formänderungen im Felsverband verschieden.

Die Entwicklung des Gesteinsstromes, der nach den Vorgängen im Paßbereich so früh seine eigenen Wege ging, brachte nichts mit sich, was irgendwie der Auffassung der ersten Ereignisse als eines riesenhaften Absitzens widersprechen würde; damit verliert ein etwa noch denkbar gewesener

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zweifel an den eindeutigen Berichten der Augenzeugen jeden Vorbehalt, überhaupt jede sachliche Bedeutung. Wenn also am Schluß des V. Abschnittes vom Fehlen einer Erklärung gesprochen wurde, das einen noch hindern könnte, die unmittelbare Nachbarschaft des riesigen Ausrisses und des Nullbetrages der Höhenänderung ganz zu begreifen, so kann es sich nicht mehr um einen Zweifel an der vorgebrachten Gesamtauffassung handeln, sondern nur mehr um einen Mangel, d. h. einen unausgeführten Teil der Theorie der Absitzer selbst. Wird diese dementsprechend vervollkommnet, so fördert dies auch die richtige Einordnung des Gesteinsstromes in das System der Massenbewegungen.

Die Felsbewegungen bei toniger Unterlage verlaufen verschieden je nach der Lagerung. Ist die tonige Unterlage in derselben Richtung geneigt wie das Gehänge und von ihm geschnitten, so kommt es zu einer Felsausgleitung oder, wie Heim sagt, zu einem »Felsschlipf«;[1] ein solcher hat am Sandling mangels der entsprechenden Voraussetzungen nicht stattgefunden.

Wenn jedoch die Auflagerungsfläche des Felsgesteines auf dem plastischen Gestein wagrecht liegt oder gar wie am Sandling bergeinwärts geneigt ist, ist der Vorgang ein ganz anderer. Schon Bischof[2] schloß solche Fälle von den Gleitbewegungen mit Recht aus und beschrieb sie zutreffend als Senkung + Herausquetschen.

A. Heim[3] rechnete derartige Ereignisse zu den »besonderen« Bergstürzen, als deren auffälligstes Merkmal ein »Quetschschlammstrom« auftrete. Überdies geschah am Sandling eine zusammengesetzte Massenbewegung von einer Mannigfaltigkeit, an die Heim nicht gedacht hat, als er die »zusammengesetzten« und »besonderen« Bergstürze als verschiedene Gruppen aufstellte. Ohne daß er Bischof nennt, vertritt also auch der Schweizer Forscher die richtige Unterscheidung der Felsausgleitungen von den Herausquetschungen und ihren Begleiterscheinungen.

Es ist daher nicht recht verständlich, daß dann in A. Pencks Morphologie alle Felsbewegungen bei toniger Unterlage noch als »Bergschlipfe« behandelt werden. Sagt er doch sogar bei Besprechung der »Felsausgleitungen«, »selbst bei horizontaler Schichtstellung kann es zu solchen kommen«[4] und verweist auf die Beispiele von Absitzern der quartären Nagelfluh über dem schlierigen Flinz in Talstrecken des deutschen Alpenvorlandes. Auch den Ausdruck »Felsrutsch« finden wir in Pencks Morphologie analog und in mechanischer Beziehung synonym mit Absitzung verwendet. Mit Unrecht beruft sich Penck in diesem Abschnitt seiner Morphologie auf Bischof. Später hat Penck in seinen Vorlesungen nur noch das einwandfreie Wort »Absitzung« für diese Art der Massenbewegungen angewandt. Es ist weniger schleppend als die Bezeichnungen derselben Sache bei Bischof und Heim, darum gebraucht es auch diese Abhandlung. Weil die Vorstellung einer Felsausgleitung für das Ereignis am Sandling nicht zutrifft und bei allen genannten deutschen Forschern das Wort »Schlipf« als damit gleichbedeutend auftritt, so muß es hier vermieden werden. Nach meinem Sprachgefühl wäre es zwar nicht nur für eine Gleitbewegung, sondern auch für ein zähflüssiges Hervordringen verwendbar, fast so wie in dem englischen »landslip«, doch muß hier der Sprachgebrauch von Bischof und Heim ausschlaggebend bleiben, dem auch jener von Penck ungeachtet des sachlichen Mangels entspricht.

Setzen wir den theoretischen Beweisgang wieder fort.

Durch die Schwerkraft wurden die Kalke und die plastischen Gesteine deformiert. Jene wurden schließlich zerrissen, diese durch Umlagerung sehr kleiner Teilchen zusammengedrückt und breitgequetscht. Die entsprechenden Bewegungsbilder sind bei jenen ein Sinken und auch ein Zerfallen, bei diesen zur selben Zeit ein Ausweichen nach einer Seite und — wo sich dieses staut — Auftreibung und selbst weitreichende Geländeerhöhung. Eine Oberflächenneigung fördert das Ausweichen und vermindert die Erhöhungen.

Eine einfache Absitzung erläutert Abb. 6. Sie stellt eine Auftreibung und Geländeerhöhung dar, die dem Rauminhalt der Senkung entspricht, also keinen Verlust durch Abströmen erleidet. Ein solches Bild ist schon in Pencks Morphologie, I, 224, veröffentlicht worden. Die ausweichende Unterlage zieht die absitzende Last gewöhnlich ein Stück nach vorne, so daß jene vor dem Fuß der stehengebliebenen Wand in der entstandenen Spalte entblößt wird. Am Sandling ist das nicht geschehen. Die 80° Neigung

---

[1] Über Bergstürze, Zürich 1882.

Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, II. Aufl., 1866, III, p. 549 und Suppl. p. 376 ff.

[3] Ebenda p. 20 f.

[4] I, p. 224 f.

der Absitzfläche ließ an sich schon die Last nicht genau senkrecht sinken, sondern etwas nach vorne; das rief eben die beschriebenen Erscheinungen der Pressung im Bereich der Hallstätter Kalke westlich der Doline hervor (vgl. Abschnitt IV und V). Entsprechend kräftiger war die Vorwärtsbewegung der absitzenden Gesteinsmasse vor der östlichen Ausrißnische, weil dort die Scherfläche noch etwas weniger steil war.[1] Gleichwohl sind die Tone der Unterlage hinter dieser kleineren abgespaltenen, aber mehr zerrütteten Gesteinsmasse auch nicht entblößt worden. Dort liegen an der Oberfläche nur dicke Schutt- und Blockmassen vom höheren Gehänge, zeitweilige Tümpel auf dem Grunde dieser Nische verraten aber, daß eine undurchlässige Unterlage nicht allzu tief vorhanden ist.

Kehren wir zur Abb. 6 zurück. Neu sind in ihr nur die Zeichen +, 0 und — hinzugefügt. Bei jeder Absitzung scheidet sich nämlich ein Gebiet verminderter Meereshöhen von einem Streifen vermehrter im Vergleich zur Ausgangsform *m n* (in Abb. 6).[2] Dazwischen bleibt die Höhe unverändert: Nullbetrag der Senkung = keine Höhenzunahme. Was in Abb. 6 rechts als Punkt 0 erscheint, ist nichts anderes, als die Schnittstelle der Bildebene mit der in Abschnitt V erwähnten Drehungsachse für die Schaukelbewegung der Höhenverhältnisse der Erdoberfläche. Die Massenteile des Untergrundes waren dabei nirgends in Ruhe. Ihre Bewegung war zudem kein Schaukeln, sie sind bei und unter der Nullinie der Höhenänderung seitlich (in der Abb. 6 nach links) entwichen. Es ist also das alles grundverschieden von einer Schaukelbewegung im Bau der Erdrinde. Rechts vom Nullwert wurden mehr Tone verdrängt als nachgeschoben und ein Teil der verdrängten wurde durch das sinkende Lastgestein ersetzt. Nur wenn dieses die kühne Gestalt des Sandlingturmes hat, was eine seltene Ausnahme ist, gibt es dabei zum

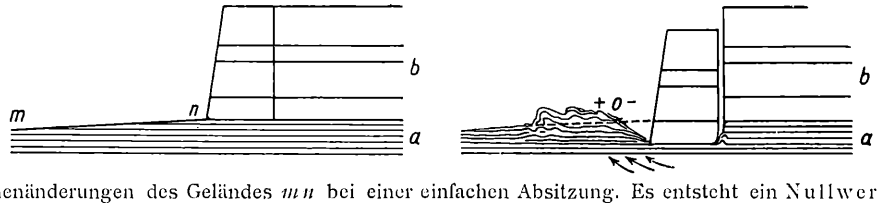


Abb. 6. (Schnitt) Höhenänderungen des Geländes *m n* bei einer einfachen Absitzung. Es entsteht ein Nullwert der Höhenänderung zwischen den + und — Werten. *a* das weiche Liegendgestein, *b* das feste, aber klüftige Hangendgestein.

Unterschied von Abb. 6 einen Bergsturz. Links vom Nullwert drängte umgekehrt mehr Ton hinzu als abgeführt wurde; im Falle der Abb. 6 wird überhaupt nichts abgeführt. Unter der Stelle des Nullwertes stehen Massenzufuhr und -abfuhr im Gleichgewicht. In der Natur ließe sich nur durch den Vergleich sehr genauer Isohypsenpläne aus den Zeiten vor und nach der Absitzung die Linie unveränderter Höhen auffinden. Dergleichen Hilfsmittel gab es in unserem Falle nicht. Wie die Erhebung + in Abb. 6 zustande kommt, ob durch Aufpressung mit Zusammenschub, durch Über- oder Unterschiebung, ist für die soeben vorgebrachten rein quantitativen Überlegungen belanglos. Am »Diebskögerl« wurde der Schutt des Almgrundes unterschoben und überdies eine Strecke weit nach vorwärts getragen. Gleich südlich davon konnten die einfach aufgepreßten Tone ohne Bedeckung vorwärtsquellen und als kurze Zunge weiterfließen, beim daran sich reihenden Hügelrücken verrät seine Berstung, daß vorwiegend eine Aufpressung im Gange war. Die Zeichen des wagrechten Vorschubes ließen ihn als gering erkennen; es war zum Teil Überschiebung, zum Teil auch Unterschiebung der Hallstätter Kalke im Gange.

In der Sandlinggruppe trat die Absitzung zwischen langen Schenkeln eines nahezu rechten Winkels ein (vgl. Plan und Karte), so daß eigentlich zwei Schnitte nach Abb. 6 anwendbar sind, jeder parallel zu einer der beiden Trennungsflächen. An der längeren Trennungsfläche bildete sich der Nullwert der Höhenänderung am Südende ab, wie Bild 9 (Taf. III) zeigt, an der kürzeren Trennungsfläche bildete er sich an der Scherfläche innerhalb der Trümmerhalde ab, dort, wo sich jene gegen NW, knapp über dem Haldenfuß wieder unter den vorgeschobenen Schuttmassen im erhöhten Gelände verliert (Bild 10). Diese Beteiligung von Bergsturzfolgen ist in die Abb. 6 nicht aufgenommen worden. Damit haben wir

[1] Ein solcher Fall läßt es begreiflich erscheinen, daß Pencks Morphologie derartigen Absitzvorgang als »Felsrutsch« hinstellt. Vgl. Bild 8, Taf. II.

[2] An der englischen Südküste weichen die sandigen Tone der »Sandgateschichten« und die Wäldertone ins Meer aus, während darüber die festen kalkreichen Sandsteine der »Folkestone Schichten« und die kalkigen »Hytheschichten« absitzen. Jene schieben dabei den Strand sogar bis etwa 100 *m* hinaus. Gleichwohl kommt es zu Anschoppungen (encoumbed ground). Nach W. Topley, the Sandgate Landslips (Geogr. Journ., 1893, I, 339).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wenigstens die beiden Endpunkte der Linie unveränderter Meereshöhen gefunden. Wäre nun die stärkste Senkung etwa auf einen Punkt im Innersten des Winkels unter der Basis des Sandlingturmes beschränkt gewesen und hätte nach allen Seiten regelmäßig abgenommen, so brauchte man jene beiden Punkte nur geradlinig zu verbinden, um die Drehungsachse der Höhenänderungen an der Oberfläche zu finden. So einfach aber ging es hier natürlich nicht zu. Denn die stärkste Senkung erlitt die zunehmend große Fläche, auf der die Trümmerhalde um den früheren Turm her ihr Riesengewicht langsam ausbreitete. Daher muß die Nullinie der Höhenänderungen nach W erheblich ausgebaucht sein, wie es Abb. 7 ungefähr zeige. Der Verlauf dieser Linie hat sicherlich noch Wellungen in Abhängigkeit von Unregelmäßigkeiten des Senkungsvorganges und Ungleichheiten der Vorwärtsbewegung. Denn man muß auch an örtlich wechselnde Stärke der Durchfeuchtung und wenn auch geringfügige verquollene Spuren der alten Bergwerksstollen im Bereiche der Alm denken. Leider fehlen, wie gesagt, die Voraussetzungen, um diese Wellungen festzustellen.

Werden jedoch nasse, plastisch gewordene Tone bei einer Absitzung auf eine genügend steile Böschung hinausgedrängt (vgl. Abb. 8), so fließen sie auf ihr ab, bis zu einem flacheren Grunde. Dieser Vorgang wirkt der Entstehung bezw. Fortdauer einer Erhöhung am Orte des Hervorquellens der Tone entgegen und erzeugt erst dort eine Zunahme der Meereshöhen, wo die bewegten Massen schließlich liegen bleiben. Auf der Bahn dieses Abflusses müssen sich Erosionswirkungen zeigen, die in Verbindung

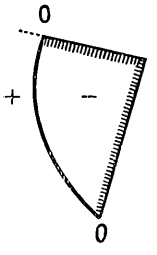


Abb. 7. (Grundriß.) Die gebogene Linie zeigt mit Weglassung aller hypothetischen, aber wahrscheinlichen Wellungen den geometrischen Ort aller Punkte, an denen sich die Meereshöhe im Vorgelände einer Absitzung nicht ändert, welche in dem einspringenden Winkel mit Druckmaximum auf einer größeren Fläche vor sich geht. Die Verhältnisse der Abbildungen sind denen am Sandling nachgeahmt, von der Linie der Nullwerte sind in der Natur meist nur die Endpunkte sicher feststellbar. So ist es auch am Sandling. +, —: Zunahme, Abnahme der Meereshöhen.

mit vorkommenden Rücklässen der abgeflossenen Tone ein unruhiges Gelände erzeugen, das mindestens im oberen Teil tiefer liegt als die vorher vorhanden gewesene Steilböschung. Bei diesem Vorgange ist auf jeden Fall die Stirne der hervordrängenden Tone steiler als die Böschung. Diese selbst kann verschieden steil sein, was ganz verschiedene Folgen nach sich zieht. Ist sie flach genug, dann wird sich die Menge des Abflusses auf die Verlängerung und Verflachung der hervorbrechenden Tonzunge, besonders ihrer Stirne beschränken, selbst wenn die Böschung selbst naß ist. Entschieden größere Mengen kommen zum Abfluß, wenn die Böschung von Anfang an zu steil war, ganz durchweichten Tonen irgendwie einen Halt zu bieten. Dann fließt alles zähflüssig hervorgedrungene Gestein über die ganze Böschung hinunter. Dieser Fall setzt voraus, daß die ursprüngliche steile Böschung erheblich weniger »flüssig« war als das, was an ihrem oberen Ende hervorquoll; denn sonst wäre sie schon vor der Absitzung für sich allein in Bewegung geraten.

Am Sandling gingen jedoch der Absitzung keinerlei selbständige Bewegungen steiler Tonböschungen voraus. Übrigens ist es ja schon ganz allgemein wahrscheinlich, daß nach Regen Tone längs einer steileren Oberfläche bald minder feucht und früher trocken werden als in flacher Lage unter klüftigem Gestein. Wenn im Falle der Abb. 8 die Ausquetschung zu Ende ist, hört deswegen das Nachquellen des Zähflusses noch nicht gleich auf. Denn der obere Teil der Steilböschung, der vorher von ziemlich trockenen Tonen gebildet wurde, setzt sich dann aus ganz durchweichten zusammen, die an die Stelle jener aus der Tiefe hervortraten. Die nassen sind aber bei dem angenommenen Neigungswinkel nicht bestandfest und schließen sich dem Abfluß an. Treffen die dargelegten Bedingungen zusammen, so erreicht die abfließende Menge das höchste denkbare Ausmaß. Umgekehrt gilt, daß dort, wo ein Gesteinsstrom dieser Art eine noch nie dagewesene Größe erreicht hat und die wesentlichen der gemachten Voraussetzungen in der Natur nachweisbar sind, auch deren Zusammenspiel nur so stattgefunden haben

kann, wie es hier dargelegt wurde. Wo die hinabbewegte Gesteinsmasse am größten war, wird es auch die von ihr geleistete Beanspruchung des Untergrundes, d. h. der Betrag der ausgeübten Erosion. Eine Zunahme der Meereshöhen nahe dem Fuß der abgesessenen Felsenlast ist dann nicht nur ausgeschlossen, sondern diese Stelle und ihr ganzer Umkreis sind unter ihre frühere Höhe gebracht. Denn es ist von oben mehr weggekommen als nachrückte. Demgemäß wurde Abb. 8 gezeichnet.[1] Der Beginn der kräftigen Erosion in die trockene Tonunterlage der Böschung muß eine Konkavität hinterlassen. Wir werden ihr unter anderen Umständen als Nischenform begegnen.

Kehren wir zur Annahme sanfter Böschungen in den Tonen zurück, nehmen wir aber dazu an, daß auf ihnen eine klüftige sich ausdünnende Felsmasse liegt (vgl. Abb. 9). Findet unter diesen Umständen eine Absitzung statt, so wird das dünne Ende des Hangendgesteins mit emporgepreßt. Der Nullwert der Höhenänderung hat seinen Ort im festen Gestein, das im Bereich der Auftreibung durch Risse die

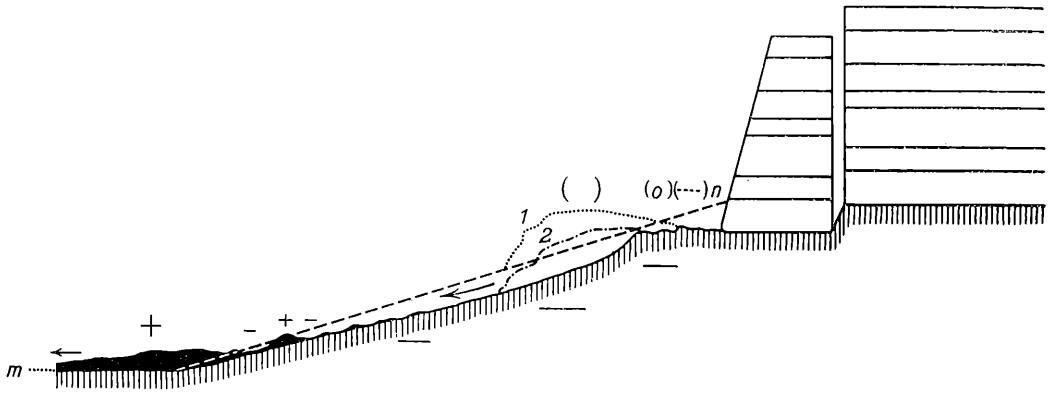


Abb. 8. Die Folgen einer Absitzung dicker klüftiger Felsen bei genügend stark geneigtem Vorgelände, dessen nach der Tiefe zu abnehmende Feuchtigkeit nirgends so groß ist, daß es von sich allein in Bewegung käme. Die hervorgequetschten nassen Tone können nicht die theoretischen Geländeerhöhungen 1 oder 2 bilden, sondern müssen in der durch die Pfeile bezeichneten Richtung abfließen. Erst auf flacherem Grunde bleiben sie als zusammenhängende Erhöhung (schwarz gezeichnet) liegen. Dabei wird der steile Teil der ursprünglichen Fläche *m n* (gestrichelt) völlig zerstört, und zwar: erstens oben durch Niederpressung der im Vergleich zum hervorquellenden Brei etwas festeren Oberfläche (besonders bei Unterschiebung), zweitens durch die Erosion der abfließenden Massen, drittens durch kleinere zurückbleibende Ablagerungen auf erodiertem Grunde. In Abb. 8 wurde eine wahrscheinlich sehr übertriebene Erosionsleistung der Tone zur Verdeutlichung des Bildes angenommen. Da hier in den Tonbrei keine eckigen Felstrümmer geraten, ist ihm nur eine bescheidene Abnützung des Untergrundes zuzuschreiben. Die Zeichen + und — sind, soweit sie die wirklichen Höhenänderungen betreffen, stark gezeichnet, insofern sie nur den hier unterdrückten theoretischen Verhältnissen der Abb. 6 entsprechen, sind sie nur gestrichelt und eingeklammert. Der Beginn der konkaven Strecke des Schnittes wurde an die unterste, noch einigermaßen wahrscheinliche Stelle gezeichnet, wo sich die zuletzt an den Tag vorgeschobenen Tone der Tiefe loslösen konnten und mußten, weil für sie der vorgefundene Neigungswinkel zu groß war (vgl. den Text). Diese Tone schufen dabei das obere Ende der bis zum trockeneren Untergrunde des Schräghanges *m n* hinabgreifenden Erosion. Die Zeichnung trägt schließlich auch der Tatsache Rechnung, daß Auftreibungen auch im Bereich verminderter Meereshöhen möglich sind. (Vor dem Wandfuß.)

Beanspruchung verrät. Dabei kommt es also vor, daß Felslagen emporgehoben werden, die für sich allein schon ein, wenn auch geringfügiges Ausweichen einer zähflüssig gewordenen Unterlage bewirken müßten. Das aufliegende Gestein zeigt hier nicht nur in den Höhenverhältnissen der Oberfläche eine Art Schaukelbewegung, sondern es hat sie auch als Masse mitgemacht, wie dies, aus anderen Ursachen, bei der Gebirgsbildung vorkommt. Dabei ist eine gewisse Gefahr vorhanden, daß das dünne Ende des Hangendgesteines durch die tonige Unterlage beim Hervorquellen abgerissen wird. Denn dem allgemein bei jeder Absitzung auf die lastenden Felsen ausgeübten Zug, von dem schon im Text zu Abb. 6 die Rede war, kommt hier der Umstand entgegen, daß der schwache Endkeil des Hangendgesteines wegen der Klüftigkeit nicht sehr fest mit der Hauptmasse zusammenhängt. Daß dieser Zug auf das Ende des Gesteinskeiles den Nullpunkten der Höhenänderung im Felsen in bedrohliche Nähe kommen kann, ist klar. Die nassen Tone werden gemäß Abb. 9 vom Anfang bis zum Ende im Längsschnitt wie aus einer Tube

[1] Alle solchen Abbildungen enthalten bezüglich der Maße und Verhältnisse gewisse wahrscheinliche Willkürlichkeiten. Denn weder sind die verschiedenen Grade noch die Tiefe der Durchfeuchtung der Unterlage hinterher in ihrer Größe bestimmbar noch die kritischen Böschungen sicher bekannt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

herausgedrückt: ihre untere Wand bilden die trockenen Tone, ihre obere der Hangendfels, der aber als Wandung betrachtet an der Mündung mehr oder weniger der Beanspruchung erliegt.

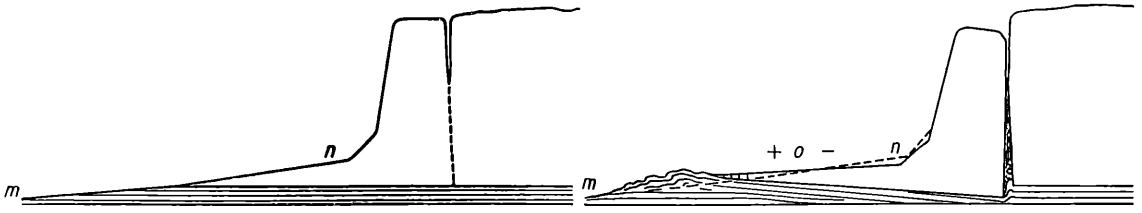


Abb. 9. Die Höhenänderungen bei einer Absitzung, wenn das feste klüftige Hangendgestein über der plastisch werdenden Unterlage morphologisch auskeilt. Der Nullpunkt der Höhenänderung in diesem Schnitte liegt im festen Gestein, das eine Schaukelbewegung erleidet. Sein dünnes Ende ist an den Rissen durch den Zug und Druck der entweichenden Unterlage bedroht, damit ist auch die Erhaltung der +- und 0-Werte der Höhenänderung gefährdet.

Steigern wir theoretisch die Verwicklungen weiter, so können sie bereits wieder durch einen der Natur entnommenen Schnitt illustriert werden (vgl. Abb. 10). Hier dünnt sich der Hangendfels über solchen Tonen aus, die zugleich durch eine schräge Steilböschung angeschnitten sind. Auch in diesem Falle wirkt das Abfließen der hervorquellenden Tone der Entstehung oder Erhaltung einer Höhenzunahme entgegen. Wohl wird hinter der Ausbruchstelle der Hangendfels in die Höhe gehoben, sowie es Abb. 9 zeigte. Aber im Falle der Abb. 10 wird sein Endkeil unbedingt vernichtet. Denn leicht kann das Abfließen der hervorquellenden Tone rascher erfolgen als deren Nachdrängen. Dann wird der feste Fels nicht nur nach vorwärts abgerissen, sondern es muß eine Konkavität entstehen, in die er noch während der Ausquetschung der Tone hinabbricht, so daß seine Trümmer auf und in dem Zähfluß davonschwimmen. Was vom Hangendgestein zurückbleibt, krönt dann die Konkavität in eindrucksvoller Weise. Eine großartige Ausrißnische muß auf jeden Fall entstehen, spätestens nach Erlahmen der Ausquetschung, wenn der nasse Ton, der schließlich an der Steilböschung ansteht, unter seinem eigenen Gewicht ausfließt, ohne daß noch welcher nachrückt.

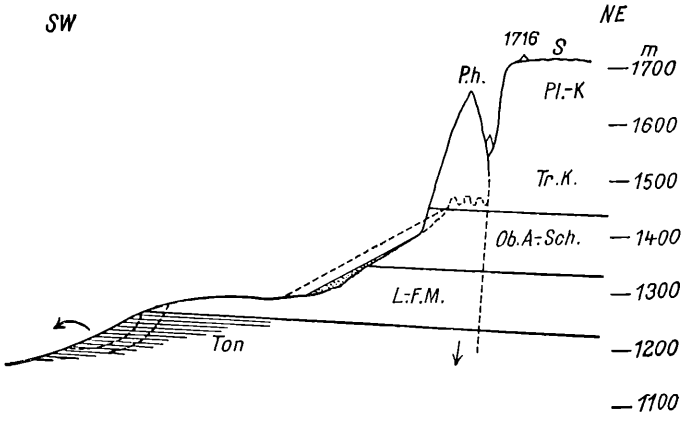


Abb. 10. Schnitt nahezu NE bis SW entsprechend der Pfeilrichtung »G« in Abb. 1. Wie dort auch die Bezeichnung der Gesteine. Gestrichelt: die wichtigsten Oberflächenzüge nach dem Ereignis. *P. h.* = Pulverhörndl. Das Ganze ist die Verwirklichung des theoretisch wichtigen Falles, daß das feste Hangendgestein sich über den plastischen Tonen ausdünnt, wo diese durch eine Steilböschung angeschnitten sind. Der krumme Pfeilstrich deutet den Bewegungssinn der im Bereich der späteren Ausrißnische hervorquellenden Tone an. Da die Senkung nicht berücksichtigt ist, um die Tone in ihrer Ausgangslage zu zeigen, liegt hier die Trümmerhalde unter den Resten des Felsturmes höher als die alte Schutthalde, anstatt tiefer.

Wenn es so zugeht, wird die Erhaltung des festen Felsens gerade auch in dem Bereich aufs äußerste gefährdet, wo jener den Nullwert der Höhenänderung trägt. Denn die Voraussetzung dieses Nullwertes ist ja, daß in der Tiefe genau so viel Tone hinzukommen als wegfließen, während im Bereich der wachsenden Ausrißnische mehr wegfließt. Durch einen günstigen Zufall oder durch entsprechende Variation des in Abb. 10 festgehaltenen bleibt vielleicht der Ort des Nullwertes gerade noch über der Ausrißnische erhalten. Leider ist die Stelle, wo dies am Sandling sichtbarlich zutrifft, genau über der östlichen Ausrißnische gelegen, von der man nicht sagen kann, daß sie sich in der eben abgeleiteten,

immer noch verhältnismäßig einfachen Weise entwickelt habe. Dafür erklärt diese Ableitung restlos die westliche Ausrißnische, deren Verhältnisse ja, in Abb. 10 dargestellt, zum Ausgang der Überlegungen gedient haben — aber hier sieht man wieder nicht so deutlich, wie es mit der Erhaltung des Nullwertes der Höhenänderung oberhalb der Nische steht.

Wenn jedoch Abb. 7 die Linie, auf der alle diese Nullpunkte liegen, auch nur einigermaßen richtig darstellt, so ist infolge ihrer Umbiegung nach N der Strich ungeänderter Meereshöhen auch über der westlichen Ausrißnische auf einer Strecke unversehrt geblieben. Die Beobachtung weist uns hier auf den dreieckigen, nach N gerichteten Zwickel grasbewachsener Tone mit recht wenig zerrütteter Oberfläche hin, welcher, scheinbar kaum beansprucht, die abgerundete Südwestecke der ausquetschenden Kalkmergel dort einfaßt, wo Bild 9 unmittelbar über dem Nischenrand einen kleinen Wiesenplan zeigt. Großartiger ist der Absturz der die Tone krönenden Kalkmergel in jenem Teil dieser Nische, der auf Bild 9 dem Beschauer gerade gegenüberliegt. Hier ist sehr wahrscheinlich eine Strecke, auf welcher der Nullwert der Höhenänderung einer Tieferlegung durch den Ausriß zum Opfer fiel.

Die vorgetragene Theorie hat also im allgemeinen die Probe bestanden, die ihr auferlegt war, nämlich eine unmittelbare Nachbarschaft unveränderter Meereshöhen und tiefer Aushöhlungen des Geländes auf der einen Seite sowie einer Senkung auf der anderen zu erklären. Der Hinzutritt weiterer Verwicklungen in der östlichen Nische kann davon nichts wegnehmen. Wir sehen also auf Bild 9, Taf. III, links, wie ein Gelände aussieht, unter welchem plastische Massen auswichen, weil eine aufliegende, für sie zu schwer werdende Last in sie hinabsank, und rechts, wie das andere Gelände aussieht, wo Hangendgesteine sanken und niederbrachen, weil ihnen die Unterlage davonfloß. Der Unterschied könnte nicht größer sein und springt geographisch in die Augen, mag die abstrakte theoretische Mechanik immerhin Übergänge zwischen beiden Fällen kennen.

Bleiben also noch zu erhellen die schon früher kurz gestreiften Besonderheiten der östlichen Nische. Schon daß zwei Nischen vorliegen, gibt zu denken. Denn die allgemeine Theorie der Absitzung mitsamt dem Ausbau, den sie bisher erfahren hat, kann das Auftreten von nur einer solchen Nische erklären. Dies wird anders, wenn man sich die Böschung, auf welcher die Tone abfließen müssen, nicht als eine schiefe Ebene, sondern in zwei Talfurchen zerlegt denkt, welche das liegende Gestein zutage treten lassen. Tatsächlich waren hier entgegen dem, was die alte Originalaufnahme 1 25.000 zeigt, zwei Tälchen vorhanden, d. h. der östlichen Ausrißnische liegt ein eigener fluviatiler Sammeltrichter zugrunde, dessen Abfluß nach W sich mit dem Michel-Hallbach sehr bald vereinigte (vgl. den Plan).[1] Deshalb erscheinen die beiden Nischen auch nur wie Flügel eines einzigen großen Ausrisses. Im Herbst 1920 reichte zwischen beiden noch ein Vorsprung nach S, der zwischen 1921 und 1925 größtenteils einer langsamen Zerstörung erlag.

Betrachten wir die eigenartige Entwicklung der östlichen Nische ebenfalls von der theoretischen Seite her. Die hangenden Kalkmergel hatten hier kein allmählich sich ausdünnendes Ende wie im Schnitt der Abb. 10. Ein parallel dazu weiter östlich gelegter würde vielmehr zeigen, daß dort diese Kalkmergel 40 bis 50 *m* dick auf den nur wenig angeschnittenen Tonen lagen (vgl. das Einfallen der Schichten nach ENE in Abb. 2). Nicht die Tone, sondern ihre feste Mergelauflage bildeten eine südwärts geneigte Steilböschung als rechtes (nördliches) Seitengehänge jenes Tälchens, das einst von der Plaike aus nach W sich öffnete. Links von diesem Tälchen setzten sich die Mergel wieder nahezu in derselben Höhe fort und bildeten dann bis zum Auftreten des Hallstätter Kalkes in tonnenähnlicher Felsgestaltung (Bild 8, Taf. II, Bild 11 ganz rechts) das linke nach W schauende Gehänge des vereinigten Michel-Hallbachtales.

Ganz allgemein betrachtet, fällt auch die östliche Nische in das Gebiet einer theoretischen Auftreibung im Anschluß an den noch erhaltenen Nullwert der Senkung. Von jener sehen wir aber nichts mehr, weil sie entweder sogleich oder nachträglich durch das Abfließen der hervorgepreßten Tone beseitigt worden sein muß. Mehreres spricht für nachträgliche Ausbildung des größeren Teiles dieser Hohlform, wobei der Vorgang in der südlichen Hälfte nicht ganz der gleiche war wie in der nördlichen. Denn im N geht diese Nische auf die glaubwürdig belegte kleine Talform zurück, deren Ausmaße und genaue Lage aber

---

[1] Ich stütze mich hier auf die freundlichen Mitteilungen der Herren Förster sowie auf die Beobachtung eines seichten Grabenursprungs, dessen V-Form sich nahe dem Südende der Sandlingwand gegen die östliche Ausrißnische herabzieht, jäh abbricht.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nur zu schlecht bekannt sind. Klarer liegen die Dinge im S. Die dort wieder in großer Dicke vorhandenen Kalkmergel quetschten ihre tonige Unterlage nach W in das Michel-Hall-Bachtal hinaus, sobald den Tonen durch den Vorbeizug des Hauptgesteinsstromes das Widerlager entzogen war und sie überdies noch durch eine steile Unterschneidung in ihrer Standfestigkeit geschwächt waren. Diese Unterschneidung ist auch jetzt noch sichtbar in der Form einer heute lückenlos von Kalkmergelblöcken besäten Mündungsstufe der östlichen Nische über der weiten Abzugmulde vor der westlichen. Auch in dem Liegenbleiben des Trümmerhügels vor dem Südteil der östlichen Nische zeigt sich das Nachhinken ihrer Ausbildung. Die belastende Wirkung der Kalkmergel wurde vielleicht dadurch erst freigemacht, daß das Gestein vorher durch eine Aufpressung vom Hintergehänge nach oben abgeschert wurde.

Diese Vorgänge dürften auch die Beweglichkeit jener Tone gefördert haben, die in der nördlich benachbart gewesenen kleinen Talform aufgepreßt wurden. Auch sie erlitten übrigens die Unterschneidung und den Entzug des Widerlagers und flossen in dem westwärtigen Tälchen hinab, das wohl kein geringeres Gefälle gehabt haben kann als jener kurze Graben, an dessen Stelle die westliche Nische entstand. Eine solche Bewegung des eben erst aufgepreßten Talgrundes, beziehungsweise auch Taluntergrundes konnte nicht ohne Rückwirkung auf die Gehänge bleiben, zumal ja deren Fuß selbst mindestens zum Teil aus den beweglichen Tonen bestanden haben dürfte. Die Gehänge verloren bei dem hier zu ihrem Fuße parallel gerichteten Entzug der Unterlage ihre ganze Verwitterungsdecke und viel nur oberflächlich zersetzten Fels, dessen kantige Trümmer den Grund der östlichen Nische derart übersäten, daß man die Tone darunter nur durch das Auftreten von Tümpeln in einiger Tiefe vermuten kann.

Das sehr dicke Ende der Kalkmergel im Südostteil der Paßlandschaft, angeschnitten von dem verschollenen Tälchen, entging begreiflicherweise dem Schicksale, von den Tonen ab- und mitgerissen zu werden. Daher fand das Wachstum der Nische nach N früh ein Ende, sobald einmal die oberflächliche trümmerbildende Abtragung zu Ende war. Dafür wuchs die Nische in allen Teilen vorwiegend nach E. Denn sie ist ja überall eine durch westwärtige Bewegungen ausgeräumte Konkavität, ungeachtet der betrachteten Unterschiede im Mechanismus der Vorgänge. Das Einfallen der Schichten nach ENE verlieh hierbei der Konkavität ihre großartige Nischenform und war auch für die Richtung ihres Wachstums nicht ohne Belang. Hemmung des Umsichgreifens des Ausrisses nach N und Förderung nach E erlaubt es, bildlich gesprochen, folgendes Ergebnis festzuhalten: Die Verheerung wich dem Nullstrich der Senkung am Fuße der Sandlingwand förmlich schonungsvoll aus und das war für die Erforschung der Zusammenhänge ein wahres Glück.

Die Erklärung der östlichen Nische mußte vorwiegend induktive Wege gehen, noch dazu belastet mit einer unzulänglichen Kenntnis der früheren topographischen Unterlagen. Darum haftet ihr manche Unsicherheit an, was auch in der Darstellung stilistisch deutlich gemacht wurde. Die auf breiter deduktiver Unterlage gewonnene Erklärung der westlichen Nische erscheint daher frei von solchen Unsicherheiten im einzelnen. Dort aber ist der Nullbetrag der Senkung über der Nische nicht so deutlich durch Beobachtung belegt wie im E. Daher ergänzen sich die Erklärungen für beide Nischen und für die Formen in ihrer nächsten Nachbarschaft gegenseitig und bilden ein lückenloses Beweismittel für die Auffassung des Ereignisses als Absitzung. Denn diese Auffassung war allein imstande, die Züge der umgeänderten Landschaft, einschließlich ihrer zunächst vielleicht überraschenden Seltsamkeiten, als mechanisch recht einfache Notwendigkeiten darzulegen.

In dem soweit abgeschlossenen Gedankengange fehlt noch die Betrachtung der Zustände und Vorgänge im Gestein, die dem Beginne eines Absitzers vorausgehen. Sie sind unsichtbar und daher nur allgemein mechanisch abzuleiten. Ich verdanke die Sicherheit, mit der ich das Folgende vorbringe, der freundlichen und wesentlichen Belehrung durch Herrn Prof. Dr. K. Wolf an der Technischen Hochschule in Wien. War der Fels, der zur Absitzung kommt, schon vor der Durchfeuchtung der Unterlage ganz durch die Klüfte isoliert, liegt weiter kein Problem vor.

Anders steht es, wenn er noch teilweise mit seinem Hintergrunde zusammenhängt, weil die Klüfte noch nicht durchgreifen, zur Zeit, als die Unterlage von der Nässe durchweicht wird. Der später absitzende Fels hängt dann nicht mehr so fest an der Hauptmasse seines Berges, wie etwa ein Erker an einem Hause, er steht aber auch noch nicht mit seinem vollen Gewicht frei auf der Unterlage. Wird diese genügend rasch, aber wenig tiefgreifend plastisch, so wird der Fels darüber auf Scherung beansprucht.

Erfolgt dagegen die Erweichung der Tone langsamer und tiefer einwärts, so tritt im Fels darüber eine Zugspannung ein, die Abb. 11 gleich an einer Fuge wirksam zeigt. Darunter in ihrer Verlängerung macht sich zunächst eine Druckbeanspruchung geltend.[1] Diese verliert an Fläche, wenn der Zug oben ein Tiefergreifen der Kluft und eine Verminderung des Zusammenhanges im Felsgestein herbeiführt. Zugleich wird auch die tonige Unterlage durch die elastische Niederbiegung der zum Teil abgeklüfteten Gesteinsmasse immer mehr gedrückt, wenn auch noch nicht mit dem vollen Gewicht der Last. Das Ausweichen der plastischen Tone und diese Niederbiegung bei wachsendem Druck gehen Hand in Hand, und verfehlt wäre es, hier Ursache und Wirkung auseinanderhalten zu wollen, wo es sich nur um gleichzeitige verschiedenartige Einwirkungen der Schwere auf ungleiche Stoffe handelt.

Metaphorische Ausdrücke, wie z. B. die Tone suchen auszuweichen, der hangende Fels verliert seine Stütze, stellen das Wesen der Sache nicht klar dar. Ganz besonders können sie Mißverstehen erzeugen, wenn es unterlassen wird, auf die Gleichzeitigkeit dieser Veränderungen im Vorstadium hinzuweisen. Bezeichnet man aber diese ganze Vorbereitung als »Verlieren der Stütze« und denkt beim Ausweichen der Tone bereits an die offensichtliche Ausquetschung nach Ausbruch der Absitzung, so geht der Verlust der Stütze dem Ausweichen voran und nicht umgekehrt. Im übrigen paßt die Metapher vom »Verlieren der Stütze« überhaupt mehr auf die Vorgänge im Nischenausriß als auf das Verdrängen der Unterlage im Bereich der Absitzung.

Diese sprachlichen Bemerkungen waren im Hinblick auf Penck's Morphologie, I, 225, nicht überflüssig.

Der theoretische Fall, daß schon im Vorstadium der Absitzung die Tone wegen der Steilheit ihrer Oberfläche abströmen, hat keinen Bezug zum Sandlingereignis und bleibe daher unerörtert.

Die Absitzung beginnt, sobald das volle Gewicht der losgetrennten Masse eine Abscherung und beschleunigte Verdrängung der nassen Tone bewirkt. Trocknen diese vorher wieder aus, so gerät das Ganze schon im Vorstadium wieder in Stillstand.

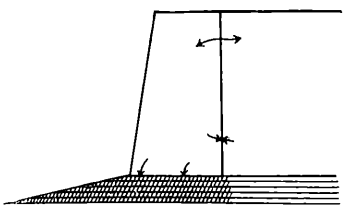


Abb. 11. Verteilung der Zugspannung und Druckbeanspruchung über durchfeuchteten Tonen Vorstadium einer Absitzung, wenn die Hauptkluft noch nicht ganz durchgreift. Die kleineren Klüfte in Wandnähe, welche die starke Durchfeuchtung der Tone ermöglichen, sind der Deutlichkeit wegen fortgelassen.

Zwei Tatsachen sprechen dafür, daß am Sandling der Felsturm wirklich gemäß Abb. 11 eine elastische Niederbiegung erfuhr, erstens das Auftreten verstärkten Steinschlages, schon an früheren Tagen nach langen Regengüssen, zweitens der Eintritt der Absitzung erst mehrere Tage nach dem Ende der großen Güsse.

Hier soll noch die Möglichkeit erwogen werden, daß die Tone infolge eines noch beträchtlichen Anhydrit- und Salzgehaltes beim Plastischwerden aufquollen. In diesem Falle kann ein später absitzender Felskörper zuerst sogar durch Hub gänzlich von seinem Berg abgetrennt werden, d. h. er würde nach oben abgeschert, worauf erst die Scherung in umgekehrter Richtung in die Tone hinabgreift, geradeso wie im vorher betrachteten Fall. Am Sandling ist ein Hub als Einleitung des Ereignisses nicht anzunehmen. Denn eine Volumszunahme der feuchten Tone hätte schon während der großen Niederschläge sich fühlbar machen müssen und nicht erst nach Tagen schönen Wetters. Falls der Ton überhaupt noch so anhydrit- und salzreich war, daß er gefährlichem Ausmaß quellen konnte — es liegt kein einziges Zeugnis dafür vor —, hat er vielleicht einige unterirdische Hohlräume vom verfallenen Salzbergbau aus der Zeit vor 1560 völlig vernarbt. Doch ist es auch fraglich, ob überhaupt nennenswerte Hohlräume unter der Alm noch vorhanden waren. Der alte Bergbau hat somit keine Beziehungen zu dem Ereignis, außer diese negative und vielleicht außer irgendwelchen nicht feststellbaren Wellungen der in Abb. 7 entworfenen krummen Linie.

Herr Hofrat Hans Vogl, der Leiter der benachbarten Saline von Bad Aussee, hatte die Güte, mich auf die Verengung unbenützter Bergwerkstollen durch das langsame Aufquellen des ton- und anhydritführenden Salzgebirges aufmerksam zu machen. Danach kann man am Sandling keine beträchtlichen Hohlräume aus früheren Jahrhunderten annehmen. Solche schafft auch nicht die Auslaugung des Gesteines durch salzige Quellen, wie sie im Michel-Hallbach vorkommen. Am Ausseer Salzberg bewirkt selbst die Entnahme der Sole bis zu 16.000 *hl* im Jahr höchstens ein kaum merkbares Nachsinken der Oberfläche. Ein Bergmann, der nach den ersten Nachrichten vom Bergsturz und der Waldverheerung in ein westliches

[1] Wie immer die Absitzung vorbereitet wird, für das plastische Gestein bringt sie immer eine Zerreißung durch Scherung mit sich. Vgl. Abb. 6.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stollenende mit nur 750 *m* wagrechtem Abstand vom Gesteinsstrom zur Beobachtung entsandt wurde, konnte von dessen Lärm nicht das Geringste und überhaupt nichts Ungewöhnliches wahrnehmen.

Damit ist die Darstellung der Bedingungen für das am Sandling so zerstörend tätig gewesene Kräftespiel beendet. Nur kurz braucht noch bestimmt zu werden, welchen Platz die Vorgänge innerhalb der verschiedenen Arten von morphologischen Massenbewegungen einnehmen.

Weder der vorgekommene Bergsturz noch der Gesteinsstrom sind wesentliche Teilerscheinungen einer Absitzung. Diese gehört im Gegenteil sonst zu den gutartigsten Massenbewegungen. Ein Bergsturz als Folge einer Absitzung muß als große Seltenheit bezeichnet werden. Dasselbe gilt auch von dem Gesteinsstrom wegen seiner Größe und Zusammensetzung. Er ist so einzigartig gewesen, daß er sich nicht leicht mit einem eingeführten Fachausdruck benennen läßt. Als »Rutschung« darf man daran nur das Mitgehen des linken seitlichen Waldbodens bezeichnen, und zwar als tiefgehende Schuttrutschung. Die zuerst und am längsten geflossenen, auch der Menge nach überwiegenden Teile benannte die einheimische Bevölkerung aller Bildungsstufen mit dem Wort »Mure«. Obwohl dieses Wort für Wildbachausbrüche eingebürgert ist,[1] hat die Bevölkerung damit wohl den sachlich am nächsten stehenden Begriff getroffen.[2] Die Murgänge der Wildbäche sind freilich dünnflüssiger und bewegen sich mit gewaltiger Schnelle, endlich bestehen sie vorwiegend aus Verwittertem. Aber sie fließen, was keine echte Rutschung tut. Auch im Michel-Hallbachtale bewegte sich, wenn auch zähflüssig, ein Gemenge von Wasser, Erde und Gestein, in dem Blöcke schwimmen konnten. Nur überwog dabei weitaus das unverwitterte Gestein. Auch hinterließ die Bewegung Uferwälle, wie sie auch gewisse Strecken der Murgänge aussondern.[3] Da es einen einheitlichen Namen für das ganze Gebilde nicht gibt und selbst Mure für alle Teile nicht ganz genau zutrifft, so habe ich mich des etwas farblosen, aber unangreifbaren Wortes Gesteinsstrom bedient und diesen nach seinen Bestandteilen gesondert.

VIII. Die Raumgröße der in Bewegung gekommenen Massen.

Nur mit rohen Schätzungen kann man angeben, wieviel Gestein vom Ereignis umgelagert wurde, weil weder ein altes noch ein neues Höhenschichtenbild der betroffenen Landschaft vorliegt von der dazu erforderlichen Ausführlichkeit und Genauigkeit. Der Gesteinsstrom und seine Rücklässe liegen auf einer Fläche von rund 40 *ha* ausgebreitet mit Dicken von 20 *m* in den engsten, von 1 bis 2 *m* in den weitesten Strecken des Tales. 10 *m* dick ist das Zungenende und 5 bis 15 *m* Höhe erreichen die Wallformen im oberen Teil. Die durchschnittliche Dicke der Masse liegt daher unter 10 und über 5 *m*, woraus sich als vorsichtiger Mittelwert 3,000.000 m^3 ergeben. Dazu kommen noch 300.000 m^3 des nachgebrochenen, aber von der Bewegung frühe ausgeschalteten Rückens (Bild 8, Taf. II). Im Bereiche der Sandlingalm senkte sich auf einer Fläche von 14 bis 15 *ha* eine durchschnittlich nahezu 20 *m* dicke Last von Fleckenmergeln, was ebenfalls 2,800.000 bis 3,000.000 m^3 ergibt, ohne den auf 200.000 m^3 veranschlagten Rauminhalt des Sandlingturmes und ohne die auf 8 *ha* erfolgten Auftreibungserscheinungen im Bereiche des Hügelrückens zwischen Bach und Doline.

Zählt man alles zusammen, so kommt man auf 6,000.000 bis 7,000.000 m^3 Gesteines, und zwar als Mindestwert, weil die Zerstörung von etwa 5 *ha* Waldes am Saum des Gesteinsstromes infolge örtlicher Durchfeuchtung auch manchen Kubikmeter verwitterten Gesteines verschoben haben muß. Zum Vergleich diene, daß die allergrößten Wildbachmuren nach Stiny nur 500.000 m^3 erreichen und daß der letzte große Bergsturz von Elm in Glarus, 1881, 10,000.000 m^3 bewegte; jener von Goldau in der Schweiz, 1806, ergriff 15,000.000 m^3 Gesteines und die Slavini di San Marco in Südtirol, 883 n. Chr. niedergegangen, enthalten 20,000.000 m^3. Bisher hat die Wissenschaft noch nie einen einzigen Absitzer und seine Folgen so nahe hinter berühmte historische Bergstürze zu reihen gehabt. Der Bergsturz des Pulverhörndls, der nur eine Begleiterscheinung in einem kleinen Teil der bewegten Massen war, würde auch für sich allein mit seinen 200.000 m^3 Felstrümmern in den Alpen überall allgemeines Aufsehen erregen; denn seine Größenordnung läßt ihn bereits über die kleinsten Bergstürze hinausgehen.

---

[1] Vgl. das Werk von J. Stiny, Die Muren, Innsbruck 1910.

[2] In meinem ersten kurzen Bericht, Akad. Anz. 1920, Nr. 23, verwendete ich noch ohne die hier gemachte Einschränkung das Wort Rutschung. Von dieser Benennung bin ich schon Vorwort zurückgetreten.

[3] Vgl. Stiny, p. 36f. und 44.

IX. Zusammenfassung und Schluß.

Das Wichtigste über das Ereignis ist schon im Abschnitt I kurz gefaßt berichtet worden. Alles übrige ist Beweisgang und Einzeldarstellung. Hier sind nur noch einige Zusätze allgemeiner Art zu machen.

Was am Sandling sich ereignete, war im Grunde nur eine Absitzung fester, klüftig-durchlässiger Massen über einer stark durchweichten tonigen Unterlage. Als Besonderheit kam dazu, daß die abgesessenen felsigen Schichten einem mächtigen Deckenpaket angehörten und an einer Stelle die Form eines kühnen Felsturmes hatten, so daß dieser dabei einen Bergsturz erlitt, dessen Trümmer durch die ungewöhnlichen Umstände sich in Haldenform ablagerten. Die verdrängten tonigen Gesteine quollen auf steiler Böschung heraus und traten mit den dünnen Ausläufern ihrer harten Auflagen eine wochenlange verheerende Wanderung an. Durch all das verbanden sich mit dieser Absitzung Züge von gewaltiger, noch nie dabei beobachteter Großartigkeit. Daneben spielten die Auftreibungen des Vorgeländes der Absitzung eine ganz untergeordnete Rolle. Gleichwohl waren sie es, welche vier menschliche Wohnstätten verschoben und unbrauchbar machten, davon eine völlig zertrümmerten und einige gute Weidegründe verwüsteten.

Die Absitzung betraf eine 15 *ha* große Fläche, die mit einem einspringenden Winkel tief in den zugehörigen Bergstock griff, der sie mit fast rechtwinkelig zueinander gestellten Wänden überragte. Die Hauptbelastung, der Turm, lag im Inneren dieses Winkels, die Hauptrichtung, in der die Unterlage aus geologischen Gründen verdrängt werden konnte, ging zu der einen Wand ziemlich parallel. Zum Verständnis des Vorganges reichte daher der eine übliche, bloß zwei Dimensionen erfassende Schnitt nicht aus. Die Theorie des Ereignisses mußte vielmehr auf zweien, zueinander fast senkrechten Schnittgruppen aufgebaut werden. Dadurch wurde es nötig, die Lehre von den Absitzungen gründlicher zu fassen und schärfer auszugestalten. Das Ereignis hat es somit zum erstenmal seit den alten Darstellungen von Bischof und Heim, beziehungsweise A. Penck ermöglicht, die allgemeine Erkenntnis der Absitzungen vorwärtszubringen.

Was den Rauminhalt der bewegten Mengen Gesteines betrifft, so ist die niedrigste noch vertretbare Angabe 6,000.000, die höchste 9,000.000 m^3.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

TAFEL I

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel I.

Bild 1. Die Westseite des Sandlinggipfels mit dem Pulverhörndl vor dem Bergsturz und die alten Schutthalden. Das abgebildete Haus des Alpengräsergartens hat sein Errichter, der verstorbene Hofrat Weinzierl, in Voraussicht der Katastrophe rechtzeitig an den Fuß des Raschberges westlich vom Bach verlegen lassen. (Nach einer Aufnahme der Bundesanstalt für Samenzucht und Pflanzenbau veröffentlicht mit freundlicher Erlaubnis des Herrn Dir., Hofrat Dr. Gustav Pammer.) Das Lichtbild hat Herr Friedrich Schönbacher aufgenommen.

Bild 2. Die Westseite des Sandlinggipfels nach dem Bergsturz. Ganz links trennt die Absitzfläche Teile der alten Schutthalde von der neuen Riesenschüttung. (Nach einer kostenlos zur Verfügung gestellten Aufnahme des Herrn Karl Zechel in Goisern.)

Bild 3. Gesamtansicht des Gesteinsstromes, seiner Bewegungsbahn und Ausrißstelle von einem Punkte über der Pötschenwand, ungefähr gegen NNE gesehen. Der baumbedeckte Teil des Stromes ist der linke Waldstreifen, welcher sich als großartiger Schutt- und Erdrutsch der Fließbewegung angeschlossen hat. Die schmalste Stelle ist 90 *m* breit, die breiteste 250 *m*, der Ausriß beider Nischen zusammen an 400 *m* breit. Aus dem Wald östlich der engsten Strecke ragt die Spitze des Felsens »Unsinniger Kierer«.

Bild 4. Die vier bei der Verwüstung des Almgrundes aufgehobenen und verschobenen Hütten. Von der vierten des H. Joh. Reisenauer sieht man nur die Trümmer rechts vorne. (Nach einer freundlich überlassenen Aufnahme des Herrn Karl Zechel in Goisern.)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Lehmann,: Verheerungen in der Sandlinggruppe.

Bild 1
Vgl. Abschnitt I.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

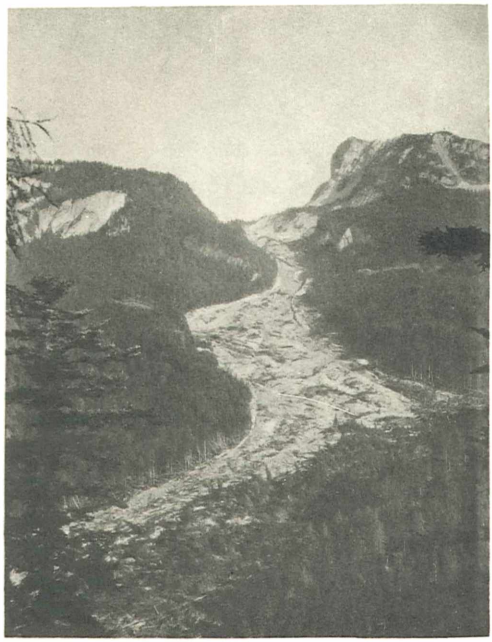


Bild 3.
Vgl. Abschnitt I u. VI.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

TAFEL II

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel II.

Bild 5. Die Stirne der auf der Alm im Bachgraben herausgequollenen Tonzunge. In der Mitte rückwärts das Diebskögerl, auf dem die Bretter einer abgebrochenen Hütte aufgeschlichtet wurden. Links unversehrte Gebäude, rückwärts am Raschbergfuß das neue Haus des Alpengräsergartens, jetzt Almhütte, Blick nach NNE.

Bild 6. Blick nach S über die Tonzunge hinweg auf den geborstenen Hügel aus Gesteinszerreibsel und Trümmern von Hallstätter Kalk mit dünner Moränenbedeckung. Das Haus ganz links entspricht dem linken auf Bild 4. Das rechte ist knapp am Rande der Umwälzungen unversehrt geblieben. Links vom Hügel: die Doline.

Bild 7. Das Diebskögerl und der aufgepreßte und vorgeschobene Almgrund, welcher das Wiesentälchen des Baches ausfüllte und so einebnete. Die am 12. September am Fuß des Diebskögerls vergrabenen Gegenstände (Kleider und Geräte) sind ganz verschüttet worden und verloren geblieben.

Bild 8. Blick gegen den Südteil der östlichen Ausrißnische. Der mit Baumleichen belegte zerrüttete Hügel aus Liasmergeln saß über den Tonen ab, die er in der Richtung auf den Hauptgesteinsstrom hervorquetschte, welcher diese Tone unterschnitten und des Widerlagers beraubt hatte. Der rundliche Felsturm leitet das Auftreten des Hallstätter Kalkes am Ostgehänge ein. Rückwärts, von geologischen Orgeln durchsetzt, eine Kalk- und Kalkmergelbrekzie.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

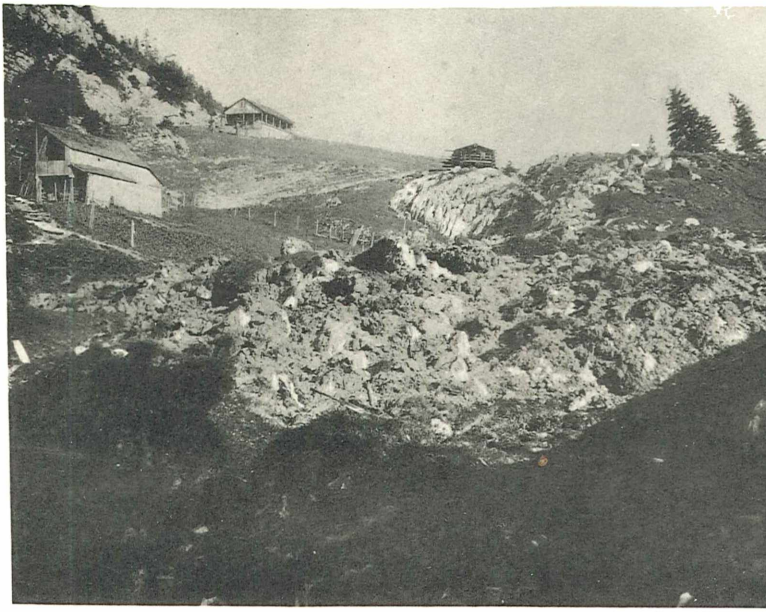


Bild 5. Vgl. Abschn. II u. die Planskizze, (1).

Bild 6. Vgl. Abschn. II, die Planskizze, (1)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bild 7. Vgl. Abschnitt II.

Bild 8. Vgl. Abschnitt II, V, VI u VII.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

TAFEL III

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tafel III.

Bild 9. Blick von einem Vorsprung des Raschberges auf den Südteil der Paßlandschaft. Im Hintergrunde sieht man die bis 40 *m* hohe, 80° steile Absitzfläche, an der der Wald sich ebensoviel zur Tiefe senkte, das Ende dieser Senkung (den Nullwert) kann man an dem schnabelförmigen Aufhören der Absitzfläche ablesen. Im Vordergrunde links machte sich bereits Aufpressung bemerkbar.

Bild 10. Blick auf den mittleren und nördlichen Teil der Trümmerschütt. Man sieht deutlich die kürzere Absitzfläche durch die Schutthalden setzen. Ferner lassen sich deutlich die zwei ungleich alten Anreicherungen von Riesensturzblöcken trennen, deren ältere vom Nachmittag des 12. September durch ihren Vorschub von der jüngeren, nach Mitternacht herabgekommenen trennbar blieb.

Bild 11. Blick auf beide Nischen des Ausrißgebietes des Gesteinsstromes. Der rechte Hintergrund ist auf Bild 8 groß aufgenommen. Das schnabelförmige Ende der Absitzungsfläche hoch am linken Bildrande liegt im Schatten. An seiner Spitze liegt ein Nullpunkt der Senkung: Der Waldvorsprung, der zum Teil den Blick auf die östliche Ausrißnische verdeckt, bis 1925 durch Niedergehen verschwunden.

Bild 12. Stausee an der Mündung eines rechten Nebenbaches, oberhalb der vom Gesteinsbrei umflossenen Insel. Im Hintergrunde die von einem randlichen Verhau von Bäumen bedeckte stauende Masse. Die Durchfeuchtung des Untergrundes brachte auch außerhalb der strömenden Zunge stehende Bäume im Vordergrund und hinter dem Beschauer Umsinken.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bild 9. Vgl. Abschn. V u. VII.

Bild 10. Vgl. Abschn. IV u. V.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bild 11. Vgl. Abschnitt V.

Bild 12. Vgl. Abschnitt VI.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 100

Autor(en)/Author(s): Lehmann Otto

Artikel/Article: Die Verheerungen in der Sandlinggruppe durch die im Früherbst 1920 entfesselten Naturgewalten (Absitzung, Bergsturz und Gesteinsstrom) (mit 2 Kartenskizzen, 11 Textfiguren und 3 Tafeln). 257-299