

Morphologische Bemerkungen zur Dammrutschung bei Arding (Oberennstal) im Februar 1908

Von Dr. Gustav Götzing (Wien)

(Mit 4 Tafeln und 2 Textfiguren)

Die erst 1906 eröffnete Strecke der Pyhrnbahn war am 24. Februar 1908 zwischen den Stationen Selztal und Arding (Oberennstal, Steiermark) Schauplatz eines Eisenbahnunglücks. Der 8—10 *m* hohe Eisenbahndamm, der über eine kleine, in den moorigen Talboden der Enns auslaufende Gehängemulde am Südabhang der Angerer Höhe (1432 *m*) geführt war, rutschte am 24. Februar wenige Minuten nach Mittag infolge Tauwetters und Schneeschmelze aus (Tafel I a): die Veranlassung (den Impuls) dazu gab ein eben in der Richtung nach Selztal abwärts fahrender Personenzug; infolge der Belastung gab der durchweichte, aus vorwiegend feinem Schieferschutt und Moränenlehm zusammengesetzte Damm nach und rutschte unter dem Geleise ab; die einen Augenblick in der Luft hängenden Geleise wurden verbogen und der ganze Zug stürzte über die Dammböschung etwa 8 *m* in die Tiefe. Leider forderte dieses Eisenbahnunglück auch zwei Menschenleben.

Die Erklärung dieser Rutschung bieten die geologischen und hydrologischen Verhältnisse der Umgebung.¹⁾ Das Südgehänge der vorwiegend aus Schiefer zusammengesetzten Angerer Höhe (1432 *m*), an dessen unterstem Teil der Damm (unterhalb des Gehöftes Wegreiter der Spezialkarte Z. 15 Kol. XI Admont-Hieflau) aufgeführt war, fällt ziemlich steil gegen den fast ganz vermoorten²⁾ Talboden der Enns ab. Das Gehänge muß schon vermöge seiner Bedeckung mit lokalem Kriechschutt und Moränen-

¹⁾ Der Verfasser besuchte dank einer Anregung von Geheimrat Prof. Penck (Berlin) die Gegend Mitte Mai l. J.

²⁾ Südlich davon sind mehrere Torfstiche.

lehm in ziemlich durchtränktem Zustande sich befinden; dazu kommt noch, daß das Gehängewasser hier einen Rückstau durch das das Moor des Talbodens durchweichende Wasser erfährt, wodurch sich wohl die zahlreichen Quellen am Fuße der beiderseitigen Gehänge des Ennstales zwischen Selztal und Ardning erklären. Das Südgehänge der Angerer Höhe weist daher nicht bloß an mehreren Stellen das höckerige Relief,¹⁾ wie es für früher abgegangene Rutschungen charakteristisch ist, auf; nach eingezogenen Erkundigungen gingen im Februar 1908 am Gehänge oberhalb Ardning noch frische Rutschungen ab. Wenn also schon die Gehänge infolge des Tauwetters im Februar so rasch zu Rutschungen neigten, so ist die ausrutschende Tendenz gar bei einer Masse leicht verständlich, die, wie der Eisenbahndamm beim „Saurüßler“, aus lockerem tonigen Material²⁾ aufgeschüttet war und dem durchweichten Moorgrund des Talbodens aufruhte. Infolge des Tauwetters durchtränkt, wurde das Schuttmaterial des Dammes schwerer und übte einen Druck auf den nassen nachgiebigen Moorboden aus; es bedurfte zweifelsohne nur eines Impulses durch weitere Belastung, um eine Rutschung auszulösen; sie erfolgte durch den über den Damm in der Richtung nach Selztal abwärts fahrenden Eisenbahnzug. Auch die Nachbarschaft einer Quelle, deren Ergiebigkeit infolge des Tauwetters sich vergrößert hatte, war für die Durchtränkung des Dammes unheilvoll, da der letztere gerade über den Ablauf der Quelle gelegt ist.

Durch dieses Unglück auf die Gefahren der Aufführung eines Schuttdammes zwischen einem durchtränkten Gehänge auf der einen Seite und einem durchweichten Moor auf der anderen Seite aufmerksam gemacht, soll die Bahntrasse nunmehr an dieser Stelle mit Recht ganz in das feste Gehänge in einen tiefen Schlitz oder Tunnel umgelegt werden.

Die Rutschung, die in wenigen Sekunden geschehen war, zeigt nun einige sehr typische Detailformen: 1. am Damm rutschte das Material entlang von gestriemten Kluffflächen schräg in die Tiefe, so daß an Stelle der früheren Dammböschung eine etwa 8 m tiefe Ausrutschnische entstand; 2. daran schließt sich die Rutschbahn an, in welcher die Massen horizontal geschoben

¹⁾ Vgl. darüber des Verfassers: Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen, Pencks Geograph. Abhandl. IX/1 1907, S. 24 ff.

²⁾ Es stammt vorwiegend von dem Schieferschutt, der beim Abgraben für die benachbarten Schlitzte der Eisenbahntrasse gewonnen wurde!

wurden; im Bereich dieser Rutschbahn wurde die Fahrstraße, welche vordem am Rande des Moorbodens entlang dem Abfall des Gehänges und des Dammes führte, mitbewegt und in ganz charakteristischer Weise konvex (nach außen, das heißt nach Süden) deformiert,¹⁾ weil die mittleren Partien der Rutschmasse am

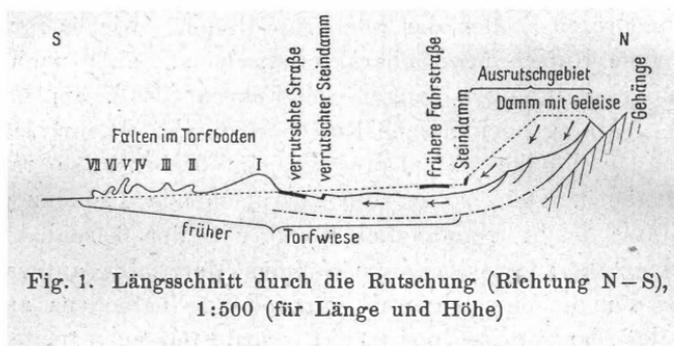


Fig. 1. Längsschnitt durch die Rutschung (Richtung N-S), 1:500 (für Länge und Höhe)

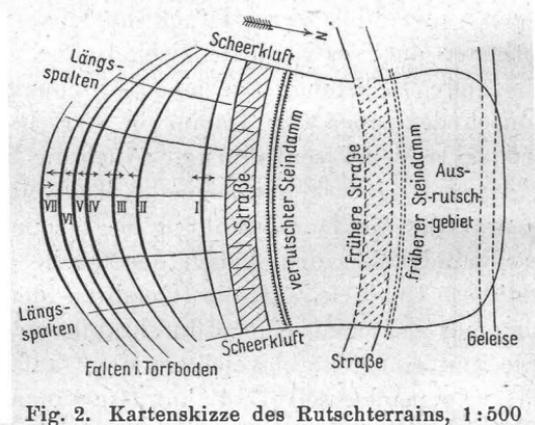


Fig. 2. Kartenskizze des Rutschterrains, 1:500

raschesten bewegt wurden (Figur 2 und Tafel I a, IV a)²⁾; 3. eine eigentliche Rutschungszunge, wie wir eine solche sonst anzutreffen gewöhnt sind, fehlt; dafür stellen sich als Folge der Rutschung Faltenwülste (Figur 1) von 3—4 m Höhe im Maximum in dem früher ganz eben verlaufenden Torfboden ein. Derselbe wurde infolge des horizontalen Schubes der Rutschmassen

¹⁾ Sie wurde nach der Katastrophe an derselben Stelle wie vordem wieder errichtet (vgl. Tafel I a).

²⁾ Vgl. die Analogien bei der Bewegung in Flüssen, Gletschern, Lavaströmen.

zusammengestaut und in Falten gelegt, welche wiederholt sogar geborsten und nach verschiedenen Richtungen überschlagen sind. Sie haben ähnliche konvexe Deformationen wie die verschobene Straße erlitten, da der Schub in den mittleren Partien am stärksten war.

Wir besprechen nun diese drei verschiedenen Abschnitte der Rutschung eingehender. Der Abriß, die Ausrutschnische weist im Vergleich zu den Ausrutschnischen anderer Gehänge-rutschungen in den Alpen nichts Besonderes auf (Tafel I a und b). Er ist nur verhältnismäßig tief; die Nische ist auf etwa 35 m im Halbkreis 8 m tief in den Damm eingeschnitten. Wie auch sonst nehmen die Neigungen der Hintergehänge der Nische gegen oben hin zu: sind sie in den unteren Partien der Nische 40—45° geneigt, so nehmen sie gegen den oberen Rand in den letzten 2 Metern etwa 65° Neigung an (vgl. Figur 1). Die Wandungen der Nische sind mit Striemen¹⁾ beim raschen Abrutschen des Dammes bedeckt worden, die im Umkreis der Nische im allgemeinen schräg nach abwärts weisen. Die Tiefenbewegung war im Abrißgebiet bei der Rutschung vorherrschend; doch deuten beobachtete Striemen an den Scheerklüften an den beiden Seiten der Öffnung der Nische bereits auch auf stattgehabte seitliche Verschiebungen der Rutschmassen hin. Die horizontale Komponente der Bewegung überwog am unteren (Süd)-Ende des Ausrutschgebietes bereits die vertikale: denn die frühere, etwa 30—40° geneigte, von der Rutschung ergriffene Dammböschung wurde zum guten Teil schon in den flachen Talboden geschoben und dabei fast ganz eben plattgelegt; es haben also bloß die höheren Partien der Dammböschung eine vertikale Abwärtsbewegung mitgemacht, während die unteren fast nur eine horizontale Verschiebung erfahren haben.²⁾

Die Grenzregion zwischen der früheren Dammböschung und dem moorigen Talboden hatte infolge der Rutschung eine große Veränderung erfahren: Die Straße, welche früher hier dem Gehänge und Damm entlang folgte, wurde um etwa 15 m in der Horizontalen nach Süden verschoben und zwischen ihr und der

¹⁾ Zurzeit unseres Besuches Mitte Mai war die Ausrutschnische bereits von kleinen Erosionsrinnen durchfurcht.

²⁾ Die Telephonstange, welche etwa in der Mitte der Dammböschung stand, verrutschte um höchstens 4 m in der Vertikalen, um mehr als 4 m aber in der Horizontalen.

Abrutschnische die verrutschte frühere Dammböschung platt ausgebreitet. Der früher hier vorhandene Torfboden wurde also von den Rutschmassen, wie wir bereits andeuteten, in der Richtung nach Süden gequetscht. Während demnach im Hohlraum des Ausrißgebietes eine Entnahme von Material stattfand, wurde hier das Gelände im Vergleich zu früher ein klein wenig erhöht, und zwar umso mehr, je weiter wir uns vom Ausrutschgebiet entfernen. In die Augen springend ist aber vor allem die großartige Verschiebung der Massen in der Horizontalen, die mit der Ausbildung zweier gestriemter zirka N—S verlaufender Scheerklüfte rechts und links im Torfboden verbunden war (vgl. Tafel IV a). Der Übergang von der vorwiegend vertikalen Rutschbewegung in die horizontale vollzog sich also sehr rasch am unteren Ende des Ausrutschgebietes in der Nähe der alten Fahrstraße. Eine in Anbetracht der fehlenden¹⁾ Neigung im früheren ebenen torfigen Talboden erfolgte stattliche Horizontalverschiebung ist durch die Verschiebung der Fahrstraße um 15 m erwiesen (vgl. Tafel I a, IV a). Vor dem 24. Februar nahm die letztere hart an der Dammböschung einen gegen Norden konvexen Verlauf; infolge der Horizontalbewegung wurde sie zu einem nach Süden konvexen Bogen deformiert (vgl. die Kartenskizze), was zur Genüge beweist, daß die mittleren Partien der Rutschung mit der Straße die größte Geschwindigkeit hatten, während die randlichen Partien infolge vergrößerter Reibung an dem in situ gebliebenen Torfboden zurückblieben; wie bei einem Gletscher eilten die mittleren Partien den äußeren, hier um etwa 4 m, voraus. Bemerkenswert ist, daß die Straße im ganzen zwischen den beiderseitigen Scheerklüften am Rande verrückt wurde; nur in der Nähe der letzteren traten in kleinen Längsspalten²⁾ kleine Zerreißungen in dem Straßenboden ein. Die Straße wurde bei der Verschiebung nicht bloß nach Süden konvex gekehrt, sie erlitt auch eine Schrägstellung ihres Bodens (vgl. Tafel II a), so daß sie im Süden etwas höher ist als im Norden (vgl. Figur 1), woraus ersehen werden kann, daß Schubrichtungen bereits in 15 m Entfernung vom Ende der Ausrutschnische unter einem flachen Winkel

¹⁾ Im Wienerwald oder Schwarzwald z. B. erfolgen die Rutschungen meist ganz an Gehängen, so daß auch die Rutschbahn eine wenn auch oft geringe Neigung stets besitzt.

²⁾ Längsspalten im Sinne der rutschenden Bewegung von Norden nach Süden.

von schräg unten nach oben waren; es konnte demnach der Schub, der auf das Moor südlich von der Straße ausgeübt wurde, sich vor allem auf die oberflächlichen nachgiebigen Partien des Moorbodens konzentrieren.

Der untere Teil der Dammböschung gegen die Straße zu war vor der Rutschung im Februar durchweg mit Steinquadern gepflastert (vgl. Figur 1, 2); auch dieser Steinquaderdamm rutschte nun mit; durch die beiden Scheerklüfte rechts und links zerriss er und wurde in ähnlicher Weise wie die Fahrstraße bewegt, auch wieder wie die Straße in toto,¹⁾ ohne daß die einzelnen Quadern aus ihrem Gefüge gebracht worden wären (Tafel II *a* und *b*). Das ist wohl nur deshalb möglich gewesen, weil die ganze Rutschung infolge des überkräftigen Impulses, wie es der fahrende Eisenbahnzug war, in so kurzer Zeit stattfand, so daß den einzelnen Teilen der bewegten Masse keine Zeit zu Gebote stand, selbständige Bewegungen in der Richtung ihres geringsten Widerstandes, ihrer größeren oder geringeren Durchfeuchtung entsprechend, auszuführen. Die horizontale Verschiebung beträgt auch beim Steindamm etwa 15 *m* wie bei der Straße; auch die frühere schwache Konvexität nach Norden wurde zur Konvexität nach Süden deformiert. Wie bei der Straße hatte die Rutschung eine Veränderung der Neigung des Steindammes zur Folge. In dem unverrutschten Gebiet hat heute der Steindamm eine Neigung nach Süden unter 60—80°; der verschobene weist bloß etwa 45° Neigung auf (Tafel II *a*), weshalb angenommen werden kann, daß die Bewegung bei der Verrutschung des Steindammes nicht an der Oberfläche, sondern in den tieferen Partien größer war; denn sonst hätte eine Versteilerung des Fallens resp. eine Inversion zu Nordeinfallen Platz gegriffen. (vgl. Figur 1).

Überwiegt im Bereich der Rutschbahn die horizontale Verschiebung ganz die vertikale im Gegensatz zum Ausrutschgebiet, so haben wir südlich von der deformierten Straße ohne Zweifel vertikale Auftreibungserscheinungen. Schon die Schrägstellung der Straße deutet auf den Beginn von solchen hin. Südlich davon aber sehen wir den früher ganz ebenen und tieferen Moorboden in mehreren, 3 *m* hohen Falten aufgetrieben (Tafel I, III, IV). Die Faltenlegung des Moorbodens ist das Ergebnis

¹⁾ Bloß in der Nähe der beiden Scheerklüfte kamen die Steinquadern etwas aus dem Gefüge der früheren Mauer.

der plötzlich erfolgten horizontalen Verschiebung bei der Rutschung. Das bekannte Experiment mit der Faltung der Tücher bei einseitigem Druck zur Veranschaulichung der Gebirgsbildung ist hier in natura mit dem Torfboden infolge des Schubes der Rutschmassen glänzend gelungen. Nur war die Faltung nicht tiefreichend; es macht eher den Eindruck, als ob nur die zähe, mit Vegetation bedeckte Moor-„Kruste“ der Oberfläche zu Falten infolge der einseitigen Pressung aufgestülpt worden ist (vgl. Tafel I *b*, IV *b*); der darunter befindliche allzu nachgiebige Torf eignete sich weniger zur Erhaltung dieser Faltenformen, da er nicht die Zähigkeit der Oberfläche mit der Vegetation besaß.¹⁾ Er scheint während der Katastrophe im Februar infolge Durchtränkung in zu plastisch-flüssigem Zustande sich befunden zu haben.

Die Mooroberfläche des früher ebenen Talgrundes ist nun in sechs Haupt- und zwei Sekundärfalten gelegt worden (vgl. Kartenskizze Figur 2 und Tafel IV *a*). Die Kämme sind ebenso wie die Straße und der Steindämm nach Süden konvex gekrümmt, und zwar immer stärker in der Richtung nach Süden (vgl. Tafel III *a*). An und für sich ist schon die Krümmung der Falten im Torf größer als bei der Straße, was wohl in der geringeren Widerstandsfähigkeit des nachgiebigeren Torfbodens begründet ist. Die Falten sind dort am weitesten nach Süden geschoben, wo entsprechend der größten Geschwindigkeit der Rutschmassen der Schub auf das Moor am größten war. Fast konzentrisch verlaufend, schmiegen sie sich gegen die Ränder nicht viel enger aneinander,²⁾ wie man nach Analogie mit dem Verlauf der Isotachen bei Flüssen oder Gletschern erwarten sollte. Die nördlicheren Falten sind vielmehr von den beiderseitigen Scheerklüften abgeschnitten (vgl. die Kartenskizze), ehe sie sich einander stärker genähert haben (Tafel IV *a*). Die südlicheren Falten sind dagegen von den Scheerklüften nicht mehr erreicht, sie heben sich ganz allmählich aus dem Moorboden in situ westlich und östlich von der Rutschung in Form zunächst flacher Auftreibungen heraus (Tafel III *b*). Gegen die Medianlinie der Rutschung zu gewinnen sie in-

¹⁾ Analoge Erscheinungen, daß die Rasendecke zäher ist als der durchtränkte Boden darunter, haben wir aus dem Wienerwald beschrieben (vgl. a. a. O., S. 49).

²⁾ Das wäre wahrscheinlich der Fall gewesen, wenn der Schub auf das Moor nicht so plötzlich und an allen Punkten fast gleichzeitig gekommen wäre, sondern von längerer Dauer und langsam gewesen wäre.

folge des hier stärker gewesenen Schubes an Höhe (bis 3 *m*), um gegen die Ränder der Rutschung hin sich wieder abzuflachen und in die ungestörte Mooroberfläche überzugehen. Soweit über die Falten im Grundriß; auch im Profil bieten sie des Interessanten genug. Die randlich eben erst beginnenden Falten sind offen, d. h. es folgen regelmäßige Anti- und Synklinalen (Tafel III *b*); die Faltenschenkel haben zunächst gleichmäßige und nicht sehr steile Neigungen; gegen die Medianlinie aber sind die Faltenschenkel zusammengedrückt, oft beiderseits unter 80° hochgestellt und dann am Scheitel geborsten (Tafel IV *b*). In der mittleren Partie der Faltenregion kam es daher nach Berstung noch zu Überschiebungen eines Faltenschenkels auf den anderen, welche sich entweder aus fast saigeren stehenden Falten oder aus liegenden geborstenen Falten entwickeln.

Betrachten wir nun einen Schnitt senkrecht zum Verlauf der Falten in der Medianlinie der Rutschung (vgl. Figur 1). Die Falten sind nicht alle gleich hoch; am höchsten (etwa 3—4 *m*) im Vergleich zu dem Niveau der Torfwiese in situ ist die nördlichste gleich in der Nähe der deformierten Straße gelegene aufgetürmt; die südlich anschließenden Falten sind niedriger mit Ausnahme der vorletzten, welche die erste (Nr. I auf Figur 1) fast an Höhe erreicht. Falte VII ist am niedrigsten, sodaß gegen Süden eine schwache Austönung der Faltung eingetreten zu sein scheint, was aber die Überkipfung der Falte mit Überschiebung nicht ausschließt. Die Abstände der Faltenwellen wechseln: die 2. und 3. und insbesondere 4. und 5. Falte sind eng aneinander gedrängt. Zwischen den Mulden der Torffalten haben wir an manchen Stellen Wasseransammlungen angetroffen. — Die südlichen Falten haben ein durchaus schärferes, gedrungeneres Profil als die nördlichste, welche sich uns als eine sehr breite Aufwölbung darstellt (Tafel IV *a*). Ihr fehlen auch die Berstungen am Scheitel, welche die anderen Falten auszeichnen (III *a*, IV *b*). Die mit den Berstungen verknüpften Überschiebungen der Falten — zumindest in der Mitte des Rutschterrains — erfolgten vorwiegend in der Richtung nach Norden (vgl. das Profil und Figur 2 mit den Eintragungen der Fallrichtungen der überschlagenen Falten), was auf eine Unterschiebung der liegenden Faltenschenkel infolge des starken seitlichen Schubes zurückzuführen ist.

Bloß die südlichste Falte ist auch nach Süden — besonders in der Medianlinie — überschlagen (Tafel I *b*): der liegende

Schenkel der überschobenen Falte ist vollständig umgekippt, so daß der Rasen zuunterst und die Torferde zuoberst liegt. Es ergoß sich hier förmlich das gefaltete Moor über die unbewegt gebliebene, das heißt von der Pressung nicht mehr ergriffene Mooroberfläche (Tafel I b).

Wir sehen also das früher ebene Moor nun durch die rasch wirksame Schubwirkung der Rutschung in Falten gelegt; erst im nachgiebigen, nassen Moor konnten die Falten einsetzen, denn die geschotterte trockene Straße war zur Faltenlegung nicht geeignet.

Noch müssen wir der Längsspalten¹⁾ im Rutschterrain gedenken (vgl. Figur 2), welche auch fast alle Falten senkrecht zu deren Verlauf durchschneiden (Tafel I b, II b). Die oft 1—2 m breiten und 2 m tiefen Risse durchsetzen auf ca. 25 m hin die Falten von der Straße bis zu den äußersten Falten. Bei ihrem Verlauf senkrecht auf die konvex gekrümmten Falten müssen sich die Spalten fächerartig gegen die Mitte der Rutschung hin einander nähern; die randlichen Längsspalten behalten dabei ihre zu den beiden Scheerklüften ungefähr parallele Richtung bei. Auch die verrutschte Fahrstraße zeigt mehrere, aber nur kürzere Längsrisse²⁾ (Vgl. Tafel II b). Das deutet darauf hin, daß bei der konvexen Umbiegung der Straße und der Falten Zerrungen im Streichen der deformierten Partien sich einstellten, die durch Längsspaltenbildung ausgeglichen wurden. Daher ist auch die verrutschte Straße infolge der Zerrungen etwas länger geworden als früher. Der Betrag der letzteren wird naturgemäß um so größer sein, je stärker konvex die Falten gekrümmt wurden.

Erklärt sich die Entstehung und der konvexe Verlauf der Falten in der oberflächlichen Torfdecke leicht als Folgeerscheinung des Seitenschubes der gerutschten Masse, so muß man wohl noch zur Annahme einer kleinen Gesamtaufreibung von unten her greifen, will man den Massendefekt im Ausrutschgebiet nur einigermaßen kompensieren. Wie erwähnt, wurde die im Ausrutschgebiet vertikale Bewegung an der Stelle der früheren Straße rasch in die horizontale Schubbewegung umgelenkt, was durch die starke Durchtränkung der Schuttmassen und des Torfbodens gefördert war: es mußten die durchweichten Massen nach Bildung des tiefen Ausrisses in der Horizontalen rasch ausgequetscht werden und da der Massendefekt im Ausriß ein

¹⁾ Im Sinne der Bewegungsrichtung der Rutschung.

²⁾ Dagegen fehlen sie dem verschobenen kompakten Steindamm.



Götzing phot.

- a) Gesamtbild der Rutschung von ●sten gesehen, Ausrutschgebiet, deformierte und neu errichtete Straße, Faltungen im Torfboden (zu S. 310, 312 ff.)



Götzing phot.

- b) Rutschung in der Medianlinie von Süden gesehen; vorn aufgefaltetes Moor mit Längsspalte und Überschlagerung, im Hintergrund die Ausrutschnische (zu S. 311, 313, 316 ff.)



Götzing phot.

a) Deformierte und schräggestellte Straße und Steindamm (links)
(zu S. 314 f.)



Götzing phot.

b) Konvex deformierte Straße mit Längsspalten und Steindamm; Faltenwülste mit Längsspalten im Hintergrund (zu S. 315, 318)



Götzing phot.

a) Konvex gekrümmter Faltenzug mit Berstungen (zu S. 315 ff.)



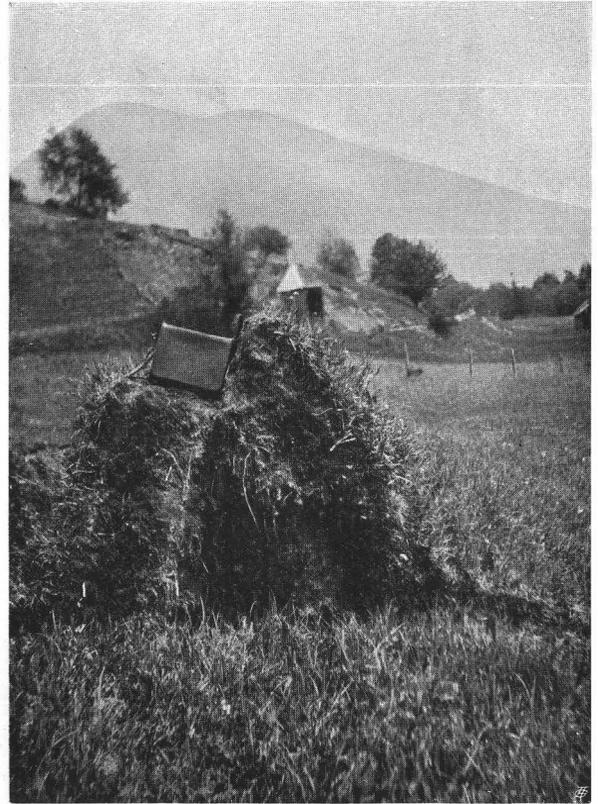
Götzing phot.

b) Südöstliche Partie der Faltenregion: vorn beginnende Faltung, welche sich allmählich höher hebt. Vertorfte Talboden der Enns (zu S. 315 ff.)



Götzing phot.

a) Deformierte Straße, linksseitige Scheerkluft und aufgefaltete Torfregion, Faltenberstungen und Faltenüberschlagungen (zu S. 312, 314 ff.)



Götzing phot.

b) Detail einer stehenden Falte im Torfboden, Faltenberstung (zu S. 315 ff.)

verhältnismäßig großer ist, wird sich die Horizontalbewegung im Bereich der Rutschbahn nicht allein auf die Oberfläche des Torfes und der Straße beschränkt haben können. Schon die Schrägstellung der Straße und des Steindammes weist darauf hin, daß die Flächen größter Geschwindigkeit nicht mit der früheren Oberfläche parallel oder gar identisch waren, sondern letztere unter einem spitzen Winkel schnitten; daher mußten gegen Süden der gesamten Rutschung hin auch stets tiefer liegende Bewegungsflächen (im Schnitt Bewegungslinien, vgl. Profilskizze Fig. 1) an die Oberfläche gelangen. Der Stoß, der zur Bildung der Falten führte, war also trotz der nur oberflächlichen Faltenwerfung nicht vollständig horizontal, sondern schräg von unten Nord nach oben Süd gerichtet; eine kleine Aufwölbung des Torfbodens mußte, wie sonst bei der Entstehung der Zungen von Rutschungen, in dem Augenblick eingetreten sein, als die Ausrutschung geschah; aber fast in dem gleichen Augenblick schon war der Stoß der rein horizontalen Bewegung da, der zur sofortigen Faltenlegung der Oberfläche des Torfes und damit zur Verwischung der zungenartigen Auftreibungsform im Moor führte.

Die Falten vikariieren, wie es scheint, bei der Rutschung bei Arding für die normale Rutschungszunge, wie sie sonst z. B. im Wienerwald durch Zusammenstauung der Massen der Rutschung (auch oft unter der Vegetationshaut) entsteht. Sie kam hier nicht zur Ausbildung, und zwar aus folgenden Gründen. Infolge der Faltenlegung des nur oberflächlich abgehobenen, förmlich abgeblättern (Tafel IV *b*) Torfbodens wurde die horizontale Stoßkraft der Rutschung rasch aufgebraucht, so daß eine weitere Zuführung von Rutschmassen, wie es sonst bei Rutschungszungen der Fall ist, nicht mehr möglich war. Die unter der Oberfläche am raschesten — in Anbetracht der hier größten Durchtränkung — rutschenden Partien, welche am ehesten eine Aufbucklung der Zunge nahe dem Ende der Rutschung bewirkt hätten, konnten in Übereinstimmung zu unseren obigen Ausführungen wohl keine zungenartige Auftreibung mehr verursachen, da hier bereits die infolge seitlicher Zusammenpressung gebildeten Falten sich erhoben. Auch die verhältnismäßig sehr große Tiefe der fast bis zum Moorboden herabreichenden Ausrutschnische bei fehlender Neigung für die Rutschbahn und die tiefgelegene¹⁾ maxi-

¹⁾ Sicher $\frac{1}{2}$ m unter der alten Torfoberfläche.

male Durchtränkungszone waren der Entwicklung einer hochgewölbten Zunge mit den zusammengestauten Rutschmassen nicht förderlich.

Das Gebiet der Falten ist in der West-Ost-Erstreckung breiter als das Gebiet der Rutschbahn. Fast bei allen Rutschungen ist es der Fall, daß das Ende der Rutschung, die Zunge, breiter ist als die eigentliche durch Scheerklüfte begrenzte Rutschbahn. Auch bei Ardning gingen die Stoßrichtungen am Ende der Rutschbahn strahlenförmig auseinander, sodaß die Faltenlegung in einem weiteren Umkreis, in größerer Breite als in der Breitenerstreckung der Rutschbahn ermöglicht war.

Von großer Wichtigkeit erscheint uns die Konstatierung, daß das ganze Rutschungsbild mit den Faltungen der Torfdecke plötzlich entstand, nach Augenzeugen das Werk von 2 bis 3 Sekunden war! Einen solchen paroxysmischen Verlauf kennen wir nur bei größeren Bergstürzen, aber kaum mehr bei Bergschlipfen oder Schlammströmen. Man muß nur bedenken, daß bei Ardning zu der außerordentlichen Durchweichung des plastischen Schutt- und Torfmaterials die plötzliche erhebliche Belastung durch den Eisenbahnzug hinzukam. Die Bildung des Ausrisses,¹⁾ die Verschiebung und Deformationen der Straße, der Faltenwurf, Berstung der Falten und die Aufreißung der Längsspalten — alles geschah fast im Augenblick!

Faltungen in diesem Ausmaße wie bei Ardning als Folgeerscheinungen von seitlichen Schüben sind bei Rutschungen kaum noch bekannt geworden. Bei Rutschungen kommt es im Gebiet der Zunge zwar auch zu Zusammenschiebungen, Zusammenstauungen des Rutschmaterials; sie geben sich aber oberflächlich bloß in Auftreibungen des Rasens kund, wie wir z. B. im Wienerwald beobachtet haben. In der neueren Literatur ist nur von S. Passarge ähnlicher Erscheinungen gedacht worden:²⁾ Bei Lychen in der Uckermark (Preußen) wurde 1900 über vertorftem Seesand ein Eisenbahndamm aufgeführt, durch welche Belastung in dem benachbarten Torfboden ein Faltengebirge von 200 m Länge und 100 m Breite aufgefaltet wurde. Es ist eine Folge des durch den Druck des Dammes auf die benachbarten pla-

¹⁾ Von späteren nur sekundären Abrissen und Abrutschen abgesehen.

²⁾ Zur Entstehung von Quertälern in Faltengebirgen. Geogr. Zeitschrift 1907, S. 632 ff.

stischen Schichten ausgeübten seitlichen Schubes.¹⁾ Eine Reihe von bogenförmig verlaufenden mehr oder minder konzentrischen Falten entstand in der elastischen, aus Wiesengräsern bestehenden Torfdecke, wobei die äußeren Falten niedrig begannen, während die innersten die größten Höhen erreichten ($1\frac{1}{2}$ —2 m), also ebenso wie bei Ardning, nur mit dem Unterschied, daß bei Lychen die äußeren Falten nicht ganz durchliefen, sondern, wie die Zeichnung von Passarge lehrt, nur eine bestimmte Länge hatten, dann untertauchten und wieder auftauchten, so daß zwischen den Falten in deren Streichen kleine Quersenzen sich ausbildeten, welche die „Längstäler“ zwischen den Falten verbanden. Diese barsten auch nicht an ihrem Scheitel wie bei Ardning, so daß sich auch keine Überschiebungen einstellen konnten. Dagegen kam es ebenso wie bei Ardning zur Entwicklung von Spalten, welche die Falten durchsetzen und welche Passarge besonders an den höchsten Stellen der Falten und an der größten Krümmung der Faltenbogen beobachtet hat, was auch bei Ardning der Fall zu sein scheint.

Es besteht zwischen den von Passarge beschriebenen Falten bei Lychen und denen von Ardning nur der Hauptunterschied, daß bei Lychen eine sichtbare plötzliche Rutschung nicht erfolgte, daher auch keine Scheerklüfte zur Ausbildung kamen.

Das Faltengebirgsmodell von Lychen bietet Passarge Anlaß zu interessanten Vergleichen mit dem Schweizer Jura, seiner Tektonik und Talbildung, worauf wir hier bloß kurz hinweisen können. Nach dem Vorhandensein von Querspalten besonders in den höchsten Falten teilen glaubt er auch einige Quertäler im Faltenjura, welche die Falten gerade in ihren höchsten Partien queren, als durch Spalten vorgebildete zu erklären. Auch bei Ardning hat die Natur ein großartiges Experiment selbst ausgeführt, mit dessen Hilfe uns manches Detail der Gebirgsbildung klar werden könnte. Eine Torfschicht von 50 m Länge wurde in der Medianachse der Rutschung auf 30—32 m zusammengepreßt; dabei ging von der früheren, vormals ganz ebenen Torfoberfläche nichts verloren, sie ist bloß aufgestülpt und in der Horizontalen

¹⁾ Etwas Ähnliches habe ich indessen im September l. J. im Kohlenbecken von Ost.-Schlesien gesehen, wo beim Neuschacht in Lazy in der Nachbarschaft einer mächtigen Halde faltenförmige Auftreibungen des aus tertiären blauen Tegeln zusammengesetzten rasenbedeckten Talgrundes entstanden sind (Anm. während der Korrektur).

verschoben worden; man könnte die Falten wieder zu dem früheren Torfboden vollständig eben ausglätten. Wir müssen uns versagen, auf Analogien für die Theorie der Gebirgsbildung hier näher einzugehen. Eine große schildartige Auftreibung (vgl. die epeirogenetischen Bewegungen des Warp, Gilbert) scheint neben einer Auffaltung der Oberfläche erfolgt zu sein (vgl. unsere Ausführungen Seite 315f.), aber die Faltenlegung verschleierte bei Ardning die Formen der antiklinalen Aufbiegung. Bei einseitigem Schub nehmen die Falten einen konvexen Verlauf an; an den Stellen geringer Pressung sind sie offen, woraus dann die liegenden und überschlagenen Falten hervorgehen, wobei wir bemerken, daß die Richtung der Überschlagung der Falten trotz gleicher Schubrichtung der Gesamtmasse nicht dieselbe sein muß, wie das Faltenprofil bei Ardning zeigt (vgl. Figur 1).

Das Lychener Faltengebirge erhielt sich nach Passarge's Beobachtungen nicht lange: 1900 entstanden, war es 1901 schon sehr verflacht und 1907 waren die äußeren Falten zum Teil ganz verschwunden. Ich glaube, daß die Verwischung dieses Faltungsreliefs wesentlich eine Folge vertikaler Zusammensackungsvorgänge, Zusammensetzungen der Falten der Torfdecke ist; in ähnlicher Weise, nur in größerem Maßstabe müßte man sich wohl das von Heim angenommene Rücksinken der Alpen nach ihrer Auffaltung vorstellen.
