

Schollenartige Hangbewegungen

16 Abbildungen

Jaroslav Pašek

Anschrift:

Dir. Ing. Jaroslav Pašek

Československá akademie věd

Geologický ústav

Praha 4, Boční ulice 11

Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud.	18. Bd.	1967	S.367-378	Wien, Juli 1968
-------------------------------	---------	------	-----------	-----------------

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung (Summary, Résumé)	369
Vorwort	370
Beschreibung der Erscheinung	370
Die Verbreitung der Erscheinung in der ČSSR und Beschreibung einiger Beispiele	372
Schlußfolgerung	375
Literaturverzeichnis	376

Zusammenfassung

An den Rändern der Plateaus, wo am Hang über den weichen plastischen Gesteinen feste Gesteine auftreten, kann man oft feststellen, daß längst der prädisponierten Spalten die Randschollen fester Gesteine abbrechen, daß sie nach und nach in das plastische Liegende einsinken und sich am Hang verrücken. In der ČSSR kommen diese Erscheinungen verhältnismäßig häufig in der böhmischen Kreide vor, wo auf plastischen Tonen, Tonsteinen und Mergelsteinen, Sandsteinen und Pläner gelagert sind, und auch in neovulkanischen Gebirgen, wo auf Tontuffen- und Tuffiten oder auf älteren Tonsedimenten waagrechte Decken von Basalt, Phonolith und Andesit gelagert sind. Der Hauptverlauf dieser spielte sich im Pleistozän ab. Bedingungen für eine weitere, wenn auch ganz geringe Bewegung, bestehen auch weiterhin. In der Ingenieurgeologie muß entschieden werden, ob auf diese Weise deformierte Hänge stabil genug sind. Deswegen werden Lokalitäten untersucht, wo diese Erscheinungen ausdrucksvoll sind und man beginnt die Bewegungen mit technischen Mitteln zu registrieren.

Summary

On slopes, where solid massive rocks outcrop on the margins of platform sheets over weak soft rocks it has often been ascertained that marginal blocks of solid rocks break off along predisposed cracks and, gradually subsiding into the soft underlying beds, are shifted downslope.

In Czechoslovakia such phenomena may be encountered very often in the Bohemian Cretaceous, where plastic clays, claystones, and marlstones are overlain by sandstones and sandy marlstones, as well as in neovolcanic mountain regions, where clayey tuffs and tuffites or older clayey sediments are capped by horizontal sheets of basalt, phonolite or andesite. Largely these deformations date from the Pleistocene, but the possibility of further though negligible movements still exists. The engineering geologist has to decide on the stability of thus deformed slopes. The localities where phenomena of this kind are well discernible are subjected therefore to detailed investigations that include also the registration of movements by technical devices.

Résumé

Au bord d'un plateau on a souvent l'occasion d'observer des roches dures qui sont situées au dessus de masses de pierre souples et qui se détachent le long de fissures prédisposées en s'enfonçant dans la roche sous-jacente.

En Tchéco-Slovaquie on trouve ce phénomène dans les terrains créacés et néovolcaniques. Dans les premiers on constate des couches superposées de grès sur l'argile et le marne, dans les seconds on trouve des couches superposées horizontales de basalte, phonolite ou andésite sur des tuffites. Les déformations ont eu lieu au pleistocène mais les conditions de déplacement existent toujours à petite mesure. La discipline de la géologie

appliquée a le devoir de déterminer si une pente déformée de la manière décrite sera assez équilibrée. On tache donc à cueillir des expériences à des endroits typiques et significants pour le problème et on commence à enregistrer les mouvements des roches détachées avec des instruments techniques.

Vorwort

Schollenartige Hangbewegungen, die in der Literatur nach ZÁRUBA-MENCL (1956) als Schollenrutschungen bezeichnet werden, gehören zu einer besonderen Gruppe von Gravitationsbewegungen der Gesteine am Abhang. Durch ihre Ausmaße, den Bewegungscharakter und Schlußformen, nehmen sie unter den übrigen Hangbewegungen eine besondere Stellung ein. Dabei entgehen sie jedoch oft der Aufmerksamkeit, oder es werden ihre Schlußformen gewaltsam tektonisch erklärt. Sie sind durch das Herausdrücken von weichen Gesteinen unter der Belastung von festen hangenden Gesteinsschichten bedingt.

Nach örtlichen geologischen und morphologischen Bedingungen kann sich die Form ihrer Äußerung etwas ändern, was auch zur verschiedenen Kennzeichnung dieser Erscheinungen führte. Außer dem Herausdrücken weicher Tongesteine im Talgrund — von HOLLINGWORTH (1944) als „bulging“ bezeichnet — unterscheidet ZÁRUBA (1956) Erscheinungen, die als Einsinken und Herausschleppen von großen Gesteinsschollen am Hang gekennzeichnet werden. In der englischen Literatur sind sie als „camberring“ (HOLLINGWORTH, 1944) beschrieben. Aus der Analyse dieser Erscheinungen geht klar hervor, daß die schon früher von ZÁRUBA (1948, 1954) beschriebenen sog. Schollenrutschungen im wesentlichen nicht unterschiedlich sind. Diese Termini überdecken sich also, weil es sich grundsätzlich um dieselbe Erscheinung handelt, jedoch wurden sie in verschiedenen Entwicklungsstadien vermerkt und folgedessen auch verschieden gekennzeichnet. Weil jedoch diese Erscheinung durch eine Reihe von charakteristischen Elementen von den eigentlichen Rutschungen im engeren Sinne des Wortes, unterschieden ist, wurde später zu ihrer Beschreibung der Terminus „schollenartige Hangbewegungen“ angewendet (tschechisch — svahové pohyby kerného typu). Diese Bezeichnung wende auch ich in dieser Arbeit an.

Beschreibung der Erscheinung

Bei schollenartigen Hangbewegungen handelt es sich immer um sehr langsame, langfristige Bewegungen, die sich an Abhängen äußern, wo bei horizontaler, oder subhorizontaler Lagerung im oberen Teil des Hanges feste Felsgesteine auftreten, die auf weichen plastischen Gesteinen gelagert sind. Zu Bewegungen kommt es an den Hängen, wo die obere Abhangkante ungefähr parallel mit dem Hauptsystem der tektonischen Klüfte verläuft. Die Randschollen der festen Gesteinstafeln, die durchgehend von Klüften abgeteilt sind, brechen am Hauptspaltensystem nach

und nach langsam ab, und versinken in die weichen plastischen Schichten des Liegenden. Durch das Gewicht der gelockerten Scholle wird das plastische Liegende in das Vorfeld und an die Seiten gedrückt, und damit beginnt die allmähliche Bewegung der Scholle bergabwärts. Durch das Wegschieben der Scholle weiter von der Kante bilden sich dann jedoch wieder ähnliche Bedingungen wie am Anfang; dieser Vorgang beginnt sich bei der nächsten Scholle zu wiederholen. So werden durch die Bewegung nach und nach mehrere Schollen übereinander herabgerissen. Dieser Prozeß nagt sich stets rückgängig in den Hang. Die einzelnen Schollen neigen sich durch die Bewegung gewöhnlich so, daß die hintere Schollenkante tiefer versinkt, so daß die Schollenoberfläche die Neigung zurück in den Hang einnimmt.

Diese Entwicklung ist für solche Fälle üblich, wo das Tal, auf dessen Hang diese Deformationen verlaufen, allmählich durch Erosion des Flusses gebildet wurde. Der Beginn der Deformationen gehört in den Zeitabschnitt, wo sich der Wasserlauf unter der Grenze des festen und weichen Gesteins zu vertiefen begann. Weiter entwickeln sich dann die Bewegungen allmählich gemeinsam mit der Vertiefung. In außergewöhnlichen Fällen, wenn der ganze Hang schon vom Anfang an in voller Höhe entblößt ist — wie z. B. an manchen Hängen tektonischer Herkunft, an Meeresufern, wo die Abrasion mit großer Intensität fortschreitet, und im kleinen Maße bei künstlichen, durch technischen Eingriff des Menschen entstandenen Böschungen (in Einschnitten, Steinbrüchen) — kommt es zu ziemlich schneller Lockerung der horizontalen Spannung, die sich nur durch Abschub der Randschollen in horizontaler Richtung äußert, ohne daß es zu wesentlichem Einsinken oder Ausschleppen am Hang kommen muß.

Im Anfangsstadium äußert sich der Prozeß durch das **Aufspalten von Rissen**, die am Anfang an der Oberfläche nicht wahrnehmbar sind, weil sich ein kleines Öffnen der Spalten in der durch das Wurzelsystem gefestigten Vegetationsschicht nicht äußern kann. Bei größerer Aufspaltung können jedoch stellenweise schon **Bodensenkungen** entstehen; an der Oberfläche öffnen sich **gähnende Spalten**, die eine Tiefe von einigen Zehner Metern erreichen. So bilden sich an manchen Stellen durchgehende Spalten, die von senkrechten Felswänden, die eine Breite und Tiefe bis zu einigen Metern erreichen, begrenzt sind, und die den Verlauf des sich trennenden Risses auf die Entfernung von einigen Zehner bis Hundert Metern verfolgt. An Stellen, wo die Deckenformation mächtiger ist, äußert sich an der Oberfläche die Verbreiterung der Spalten durch die entstandene Depression und Bodensenkung, die die Richtung der Spalte verfolgt. Der äußeren Form nach sind sie einem Erdfall ähnlich, jedoch ist meistens die längliche Form in Richtung der Spalte hervorgehoben.

Wenn in schneller Reihenfolge einige Schollen hintereinander von der Bewegung ergriffen werden, entsteht an der Oberfläche hinter der Hangkante eine Reihe von fast parallelen Oberflächendeformationen, die die Entstehung der Spalte merken lassen. Falls die einzelnen gelockerten

Schollen noch durch ein Querspaltsystem auf kleine Blöcke geteilt sein sollten, entsteht ein Labyrinth von Gängen, die die Richtung beider Spaltsysteme verfolgen, längs derer es zur Lockerung der Blöcke kam.

Im fortgeschrittenen Stadium — so wie wir die Äußerung dieses Prozesses meistens bei uns antreffen können — sind die einzelnen herabgerutschten Schollen ganz verschieden am Hang verteilt und manchmal sind sie sogar von der Mutterkante des Hanges einige Hundert Meter entfernt. Der Hang hat ein typisches stufenartiges Profil, wobei die Stufenoberflächen regelmäßig die Rückneigung zum Hang einnehmen. Die Schollen sind oft sehr groß, sie können einige Hundert Meter lang und auch 200 bis 300 Meter breit sein. Feste Gesteinsschollen ragen morphologisch immer sehr markant aus den umliegenden weichen Gesteinen hervor; die Stirnseiten der Schollen bilden steile Felswände, manchmal überragt die Scholle den umliegenden Hang wie ein von allen Seiten mit steilen Wänden und Hängen begrenztes Felsenriff. Die einzelnen Schollen sind dabei immer am Hang unregelmäßig verteilt: manche Schollen wurden weiter transportiert, andere sind höher im Hang stecken geblieben. Hinter den Schollen entstehen gewöhnlich auffallende längliche Depressionen, die keinen natürlichen Abfluß haben, sodaß sich in ihnen Wasser entweder in kleinen Seen oder Sümpfen staut. In manchen Fällen, ganz besonders dann, wenn das Gestein durch ein dichtes Spaltnetz aufgesprungen ist, so daß es in schmale, turmartige Blöcke zerfällt, neigen sich dann die einzelnen säulenförmigen Schollen vom ursprünglichen Komplex hangabwärts.

Während des Verschiebens der Schollen am Hang werden die Gesteine der Schollen stark beansprucht; die Scholle beginnt sich zu teilen und zerfällt auf kleinere Blöcke. Nach längerem Transport zerfallen dann die Blöcke bis auf Schutt. Oft kann man eine Reihe von allmählichen Übergängen feststellen. Während es sich im oberen Teil des Hanges fast immer um durchgehende mächtige Schollen handelt, äußert sich jedoch im unteren Teile des Hangenden die ursprüngliche Scholle nur als auffallende Schuttanhäufung, in der manchmal noch eine ordnungsgemäße Absonderung des ursprünglichen Gesteins merkbar bleiben kann (z. B. Orientierung säulenartiger Absonderung von Basalten), manchmal ist jedoch die Schutthalde vom umliegenden Hangschutt nur durch äußerst erhöhte Mächtigkeit zu unterscheiden.

Die große Menge des angehäuften Schuttes im Vorfeld der transportierten Schollen verursacht dann durch Überlastung der plastischen Gesteine im Liegenden umfangreiche Hangrutschungen, am meisten mächtige Strom- oder Flächenrutschungen, die jedoch nur eine sekundäre Erscheinung sind.

Die Verbreitung der Erscheinung in der ČSSR und Beschreibung einiger Beispiele

Für die Entstehung von schollenartigen Hangbewegungen bestehen in manchen Gebieten der ČSSR günstige Bedingungen. Es sind hauptsächlich die Ränder der Sandsteintafeln der böhmischen Kreide;

die Schichten sind horizontal oder subhorizontal gelagert, gewöhnlich sind sie auch tief eingeschnitten, manchmal sogar bis in das Liegende der Kreide. Dank der sich wiederholenden Reihenfolge von plastischen (Ton, Tonsteine, Mergel, Mergelsteine) und festen Gesteinen (Sandstein, Pläner), sind Voraussetzungen für die Entwicklung dieser Erscheinungen in einigen stratigraphischen Niveaus gegeben. Oft kommen sie an der Basis der oberen Kreide dort vor, wo unter cenomanen Sandsteinen und turonen Plänern an der Cenomanbasis eine bis einige Meter mächtige Tonsteinlage entwickelt ist. Im Falle, daß im Liegenden der Kreide auch plastische Tongesteine älterer Formationen auftreten, kann es sogar zum Einsinken der Kreide ins Liegende (Perm im Gebirge Džbán) kommen. In höheren Niveaus sind Hangbewegungen dieses Typs von solchen Hängen bekannt, wo im Liegenden des Sandsteins Tone und Mergel des oberen Turons und Coniak auftreten.

In jungtertiären vulkanischen Gebirgen ist das Wechseln der fast immer horizontal gelagerten festen und weichen Gesteine eine sehr häufige Erscheinung. Es handelt sich hauptsächlich um die Folge innerhalb der vulkanogenen Komplexe, wenn die Vulkankörper (gebildet von Basalt, Phonolith, Andesit, Liparit) oder ihre Agglomerattypen, die den Charakter der Felsgesteine besitzen, auf weiche, tonartige Tuffe und Tuffite gelagert sind. Ebenso häufig sind jedoch die Fälle, wo Vulkanite auf ältere plastische Sedimente, Tonsteine oder Mergelsteine der oberen Kreide oder des Tertiärs gelagert sind. Ein seltsames, sehr interessantes Beispiel dieser Deformation gibt es an den Rändern der Travertintafeln, die auf weiche paläogene Tonschiefer des zentral-karpatischen Flysches gelagert sind.

Etwas unterschiedliche, aber verwandte Typen von Hangbewegungen kommen im Flysch an Hängen vor, die durch eine sanft geneigte Schichtenfolge von Sandsteinen mit Tonsteineinlagen gebildet sind.

In der böhmischen Kreide sind diese Erscheinungen schon längst bekannt. Von manchen Geologen wurde an vielen Stellen, wie z. B. direkt in Prag, das Sinken und Rutschen der Schollen am Rande der Kreideplateaus beobachtet (F. PRANTL 1937, V. ZÁZVORKA 1937). Auf ähnliche Weise hat diese vollkommen entblößte Erscheinung in der Sandgrube in Motol am Westrande Prags Q. ZÁRUBA (1943) beschrieben, die er später (1954) in seiner Klassifikation zu den Schollenrutschungen gereiht hat. In den nachfolgenden Jahren wurden Hangbewegungen von Randschollen der Sandsteintafeln an vielen Stellen vermerkt. Manchmal wurde jedoch die intensive Zerstörung der Gesteine an den Rändern der Kreidetafel als tektonisch bezeichnet; so wurden z. B. Störungen an einer Lagerstätte der feuerfesten Tonsteine an der Cenomanbasis, die einst im Gebirge Džbán westlich von Prag (VACHTL 1950) abgebaut wurde, als tektonisch interpretiert. An Abb. 4 ist die ungleichmäßige Anschwellung und Auskeilung der Tonlagerstätte gekennzeichnet, die durch das Gewicht der gelockerten Sandsteinschollen im Hangenden verursacht wurde. Dokumentiert wurde dies im Entlüftungstollen der Grube Ročov. Diese Deformationen sind nur an den Rändern, nahe am Hang bemerkbar; im

Innern der Lagerstätte ist dann eine übliche horizontale Lagerung von gleichmäßiger Mächtigkeit.

Ähnliche Deformationen sind auch aus cenomanischen Tonsteinlagerstätten an der Kante der Kreidetafel längst des Westrandes der Boskovicer Furche bei *M o r a v s k á T ř b o v á* (Abb. 5) bekannt. Die Lagerstätte ist an den Rändern dadurch deformiert, weil die abgerissenen Randschollen des mächtigen Hangenden in die plastischen Tonsteine eingesunken sind. Die Oberflächenformen, die sich durch Öffnen der Klüfte, durch Abneigen der Randblöcke, durch Entstehung von Spalten und Einsenkung äußern, sind in diesem Falle frisch und sehr häufig weil ihre Entwicklung durch die vom Abbau verursachten Deformationen beschleunigt wird. Diese Lokalität kann als *M o d e l l - G r o ß v e r s u c h* verwendet werden, an dem man die durch menschliche Tätigkeit beschleunigte Entwicklung aller Oberflächenformen beobachten kann. Sonst ist es jedoch die selbe Erscheinung, wie bei langfristigen Prozessen unter Naturbedingungen. Die gleichen Formen, jedoch weniger frisch erhalten, wurden auch an Stellen festgestellt, wo man nachweisbar Tonsteine nie gefördert hat. Im Bergplateau hinter der Kante sind auffallende, gestreckte Einsenkungen in Form von Erdfällen; an einer Stelle wurden frisch geöffnete Spalten festgestellt, die für eine fortschreitende Bewegung zeugen.

Entlang der Talkanten in der böhmischen Kreide (*U m g e b u n g v o n T u r n o v, M l a d á B o l e s l a v, M ě l n í k*) kann man oft die typische Abneigung der säulenförmigen Sandsteinblöcke und ihre Rutschung vom Hang beobachten (FENCL 1966). Durch allmähliche Bewegung der einzelnen Sandsteinblöcke auf dem plastischen Liegenden entstanden längs der sich öffnenden Spalten verschiedene Labyrinthgänge, und zwar besonders dort, wo zu ihrer Aufspaltung auch die Erosion, die die leicht zerfallenden Sandsteine schnell abschleift, beigewirkt hat.

In letzter Zeit wurden schollenartige Hangbewegungen durch Grubenarbeiten und Sanierung der alten Bergwerke am *n o r d w e s t l i c h e n R a n d e P r a g s* gut nachgewiesen. Im 17. und 18. Jahrhundert wurde Kreidesand bergbaugemäß durch Stollen gefördert, die den Spalten entlang vorgetrieben wurden, wo der Sandstein durch Hangbewegungen aufgelockert wurde. In den neu begehbaren Gängen wurden breite leere Spalten festgestellt, die stellenweise durch herabgefallenes Gestein des Hangenden erfüllt sind. An vielen Stellen kam es längs der Spalten sogar zur gegenseitigen vertikalen Verschiebung.

In *N e o v u l k a n i t e n* der *B ö h m i s c h e n M a s s e* sind schollenartige Hangbewegungen vor allem aus dem *B ö h m i s c h e n M i t t e l g e b i r g e* bekannt. Einen interessanten Fall führt Q. ZÁRUBA (1954) aus dem Steinbruch *O b r n i c e* bei *M o s t* (Brüx) an, wo bei der Förderung nach und nach immer auf höhere und höhere Basaltblöcke gestoßen wurde. Die Höhenunterschiede waren für den Betrieb sehr ungünstig, weil sie durch Schrägaufzüge überwunden werden mußten.

Ein klassisches Beispiel ist das große Rutschgelände von *Stadice* (bei *Ú s t í n. L a b e m* — Aussig a. d. Elbe), in dessen ausgedehntem

Absonderungsgebiet einige mächtige Basaltschollen liegen, die gegen den Hang geneigt, und in das Ton-Tuffit-Liegende eingesunken sind (PAŠEK, ZÁRUBA 1968). Am meisten kommt es jedoch zu diesen Bewegungen an Hängen, wo die Vulkanite auf Tonsteine der oberen Kreide gelagert sind. Manche dieser Erscheinungen hat schon J. E. HIBSCH (1926) beachtet. Das Vorkommen solcher Erscheinungen kann auf Grund der Beschreibung über Spalthöhlen von einigen bekannten Lokalitäten in der Umgebung von Ústí n. L. und Děčín (Tetschen), die nicht Karstursprungs sind, beurteilt werden. Der Grundrißform und dem Querprofil dieser Höhlen nach kann man annehmen, daß es Höhlungen sind, die durch Aufspaltung der Klüfte zwischen den Randblöcken der Vulkanite dank der Hangbewegung entstanden.

In Neovulkaniten der Karpaten sind diese Erscheinungen in der Mittelslowakei im Kremnica-Štiavica-Gebirge verbreitet; eingehend wurden sie in der Umgebung von Handlová erforscht, wo durch schollenartige Hangbewegungen die Schollen des Andesitagglomerates auf tortonischen Ton-Sand-Sedimenten am Hang weit verschleppt wurden. Die transportierten Schollen treten morphologisch aus den umliegenden weichen Sedimenten sehr auffallend im Hang hervor, sie bilden ausgedehnte Plateaus, die die Oberfläche oft zurück zum Hang geneigt haben. An den Kanten dieser Felsungen sind herabgesunkene und eingesunkene kleinere Blöcke, die auffallende stufenartige Kämme bilden (Abb. 7). Ähnliche Erscheinungen wurden auch von der anderen Gebirgsseite, westlich von Banská Bystrica beschrieben (BOUKAL, FAJST, ŠIMŮNEK 1966). Umfassende schollenartige Hangbewegungen sind aus der Ostslowakei, aus dem Gebirge Vihorlat und Slánské vrchy bekannt.

Schlußfolgerung

Schollenartigen Hangbewegungen begegnen wir relativ oft; in unseren Naturbedingungen treffen wir sie durchwegs in sehr fortgeschrittenem Entwicklungsstadium ohne deutliche Bewegungsmerkmale an. Von diesen Bewegungen werden meistens bewaldete Hänge betroffen, und nur durch eingehendes Studium der Morphologie und der geologischen Verhältnisse durch einen erfahrenen Fachmann können sie unterschieden werden. Oft handelt es sich um sehr alte, durch jüngere Hangsedimente begrabene Erscheinungen. Im allgemeinen wird deswegen angenommen, daß es durchwegs um fossile Erscheinungen geht, die heute schon nicht mehr in Bewegung sind. Die Entstehung dieser Erscheinungen wird in die Zeit gereiht, wo die mechanischen Eigenschaften der Gesteine intensiv durch periglaziales Klima beeinflußt wurden. Zum Einsinken und verhältnismäßig schnellen Verschieben der Schollen kam es diesen Ansichten nach in der Zeit, in der die oberen Schichten der langfristig gefrorenen Erde auftauten. Die Konsistenz der Tongesteine war sehr niedrig, so daß es leicht zu ihrem Herauspressen kommen konnte.

Diese Voraussetzung ist sicher völlig begründet. Es ist klar, daß diese Bewegungen die stärkste Intensität während dieser äußerst ungünstigen Bedingungen haben mußten. Es sind jedoch keine Gründe vorhanden um

vorauszusetzen, daß diese Bewegungen nicht mehr weiter fortschreiten sollten, weil die Bedingungen dafür auch weiterhin herrschen. Es ist notwendig sich klar darüber zu werden, daß es sich um sehr langsame, unbedeutende Bewegungen handelt, die der Mensch nicht bemerken kann.

In den letzten Jahren wurde jedoch der Ingenieurgeologie schon einige Male die Frage über Sicherheit des Aufbaues an Hängen gestellt, wo ähnliche Erscheinungen festgestellt wurden. Während es sich früher um die Beurteilung der Stabilität des Gebietes vom Standpunkt der Objekte handelte, wo es nicht notwendig war, ganz geringe Deformationen, die eintreten könnten, zu erwägen, ging es jetzt bezüglich der Sicherheit, um höchst anspruchsvolle hydrotechnische Bauwerke. Durch direkte Untersuchung, Beobachtung im Gelände und Erkundungsarbeiten, kann man nur zur Feststellung gelangen, daß die Hänge die Anzeichen dieses Prozeßtyps besitzen. Auch durch Messen der Bewegungen kann man augenblicklich nichts nachweisen; die Bewegungen sind äußerst gering, zum Messen braucht man sehr genaue, anspruchsvolle und kostspielige Methoden und Einrichtungen, und ein Schlußwort über diese Ergebnisse kann man erst nach Jahren sagen.

Außer des eingehenden Studiums der auserlesenen Lokalitäten dieser Erscheinungen in verschiedenen geologischen Bedingungen (in der ČSSR, in Ostsibirien, Bulgarien), begann man mit dem Messen dieser Bewegungen. Augenblicklich werden dazu die üblichen geodätischen Methoden, so auch genaue Feinmeßgeräte, die für diesen Zweck entwickelt wurden (KOŠTÁK 1967) angewendet. Die Ergebnisse dieser Messungen können jedoch erst in einigen Jahren ausgewertet werden, wenn es möglich sein wird, zu einem Resultat über den Charakter dieser Erscheinungen zu kommen.

Literaturverzeichnis

- BOUKAL, V.; FAJST, M. und ŠIMŮNEK, P.: Sesuvy na vých. svazích Kremnického pohorí záp. od. B. Bystrice. — Věstník ÚÚG, 41, 4, Praha 1966.
- Brastkoe vodochranilišče. - Inženernaja geologija territorii, Moskva 1963.
- FENCL, J.: Typy sesuvů v české křídové pánvi. — Sb. geol. věd — HIG, sv. 5, Praha 1966.
- HIBSCH, J. E.: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte des Böhmisches Mittelgebirges und der unmittelbar angrenzenden Gebiete. — Děčín 1926.
- HOLLINGWORTH, S. E.; TAYLOR, J. H.; KELLAWAY, G. A.: Large-scale Superficial Structures in the Northampton Ironstone Field. — The Quarterly Journal of the Geolog. Soc. of London, London 1944.
- KIESLINGER, A.: Die Frauenlucken in der Soboth, Steiermark, als Beispiel einer tektonischen Höhle. — Speläologisches Jahrbuch 7/8, 1926/1927, Wien.

- Rezente Bewegungen am Ostrande des Wiener Beckens — Geol. Rundschau, 43, 1955, 178—181, Stuttgart 1955.
- KOŠŤÁK, B.: Čs. patent PV 4602—67 „Zařízení ke zjišťování a měření relativních pohybů nebo posunů těles — Praha 1967.
- KRÁL, V. & ŘEZÁČ, B.: Ledová jeskyně v Lužických horách. — Sb. čs. spol. zeměpisné, 55, Praha 1950.
- KRÁL, V.: Nekrasová jeskyně v Českém Středohoří. — Sb. čs. spol. zeměpisné, 55, Praha 1950.
- NOVOSAD, S.: Porušení svahů v godulských vrstvách Moravskoslezských Beskyd. — Sb. geol. věd — HIG, sv. 5, Praha 1966.
- PAŠEK, J.: Výzkum svahových pohybů kerného typu v pohoří Džbán. — Zprávy o geol. výzkumech v r. 1965, 1, Praha 1966.
- PAŠEK, J. & ZÁRUBA, Q.: Engineering—Geological Problems in North-Western Bohemia. — Academia, Praha 1968.
- PRANTL, F.: O geologické stavbě Petřina. — Za starou Prahu, 21, Praha 1937.
- SOUKUP, J.: Ložiska cenomanských jílovců v Čechách a na Moravě. II. Teil. — Geotechnica 18, Praha 1954.
- VACHTL, J.: Ložiska cenomanských jílovců v Čechách a na Moravě. I. Teil. Geotechnica 10, Praha 1950.
- ZÁRUBA, Q.: Periglaciální zjevy v okolí Prahy. — Rozpravy II. Tř. čes. akad., 53, Nr. 15, Praha 1943.
- Deformace hornin vzniklé vytlačováním podloží. — Rozpravy ČSAV 15, 66 řada MPV, Praha 1956.
- Glaukonit, ein Faktor der erhöhten Neigung zu Rutschungen. — Bergakademie, 13, 1961, 175—181, Freiberg 1961.
- ZÁRUBA, Q. & MENCL, V.: Inženýrská geologie. — Praha 1953.
- Ingenieurgeologie. — Praha—Berlin 1961.
- ZÁZVORKA, V.: Geolog. vycházka do křídý západ. části Prahy. — Praha 1937.
- ŽEBERA, K.: Plistocenní sesuvy v Čechách. — Věda přírodní, 21, Nr. 9, Praha 1943.

Erläuterungen zu den Abbildungen im Text

Abb. 1: Abgeschobene Blöcke am Rande einer Diabasdecke (Sibirien, Fluß Ija); 1 - bunte Tonsteine (Kambrium), 2 - Diabase, 3 - Schutt und Lehm.

Abb. 2: Grundriß des Rißverlaufes an der Oberfläche der Diabasdecke (Sibirien, Fluß Ija).

Abb. 3: Querprofil eines Hanges, der durch schollenartige Hangbewegung deformiert wurde (schematisch nach dem geologischen Profil von Handlova); 1 - Ton und Sand (Torton), 2 - Andesitagglomerate, 3 - Gehängeschutt, 4 - Rutschmassen.

Abb. 4: Geologisches Profil längs des Entlüftungstollens in Ročov; 1 - permische Tonsteine, 2 - Cenomansandsteine, 3 - Lage feuerfester Tonsteine, 4 - Gehängeschutt.

Abb. 5: Geologisches Profil am westlichen Rande der Boskovicer Furche bei Moravska Trebova. Die Randblöcke neigen sich vom Hang ab; 1 - permische Ton- und Sandsteine, 2 - Cenomansandsteine, 3 - Lage feuerfester Tonsteine, 4 - Glaukonitsandsteine, 5 - Pläner (Turon), 6 - Gehängeschutt und Rutschmassen.

Abb. 6: Querschnitt eines Rutschhanges bei Handlova. Oben verschobene Schollen, unten Rutschungen; 1 - paläogene Tonsteine, 2 - paläogene Tonsteine, plastisch deformiert, 3 - Andesitagglomerate, 4 - Gehängeschutt, 5 - Rutschmassen.

Abb. 7: Detail des oberen Teils eines Rutschhanges bei Handlova. Die letzte Scholle zerfällt schon auf schmale Blöcke, die dann allmählich in das plastische Liegende einsinkt und die Neigung hangabwärts einnimmt; 1 - Ton und Sand (Torton), 2 - Andesitagglomerate, 3 - Gehängeschutt, 4 - Rutschmassen.

Abb. 8: Hangbewegungen der Randschollen ordovizischer Sandsteine; 1 - Tonsteine (Oberkambrium), 2 - Sandsteine (Ordovizium), 3 - Gehängeschutt (Sibirien, Fluß Ilim).

Abb. 9: In das Tal sich neigende Randschollen der horizontal gelagerten ordovizischen Sandsteine; 1 - Tonsteine (Oberkambrium), 2 - Sandsteine (Ordovizium), 3 - Gehängeschutt.

Abb. 10: Situation eines Rutschgebietes an der Mündung des Flusses Ija in die Angara. Unter der Oberkante sieht man riesige Schollen und Seen in den Depressionen (gezeichnet nach der topographischen Karte im Maßstab 1 : 300.000).

Abb. 11: Grabenförmige Depression längs einer geöffneten Spalte; Diabasdecke im Tal des Flusses Ija (Sibirien — siehe auch Abb. 1 und 2!)

Abb. 12: Geöffnete Spalte in Kreideplänern, Steinbruch bei Prag.

Abb. 13: Risse an der Oberfläche längs einer sich öffnenden Kluft (Ročov — siehe Abb. 4).

Abb. 14: Travertinrandschollen neigen sich nach und nach von der ursprünglichen Gesteinslagerung (links); Drevenik in der Ostslowakei.

Abb. 15: Eine breite gähnende Kluft zwischen Randblöcken ordovizischer Sandsteine (Sibirien, am Fluß Ilim).

Abb. 16: Eine durch das Verschieben der Diabasscholle am Tonsteinliegenden entstandene gähnende Kluft (Sibirien, an der Mündung des Flusses Ilim in die Angara).

Abb. 1

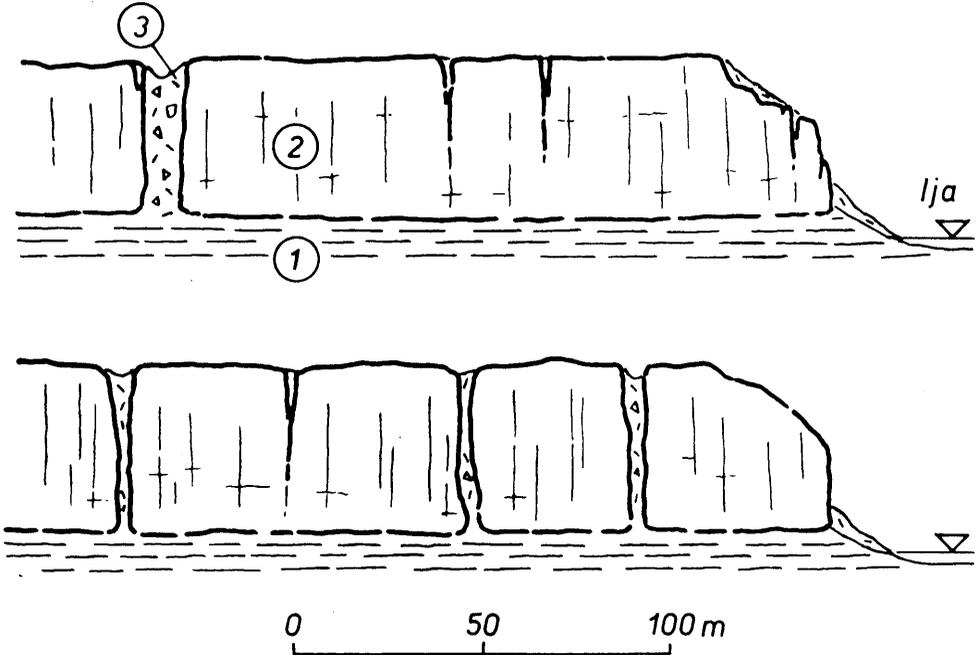


Abb. 2

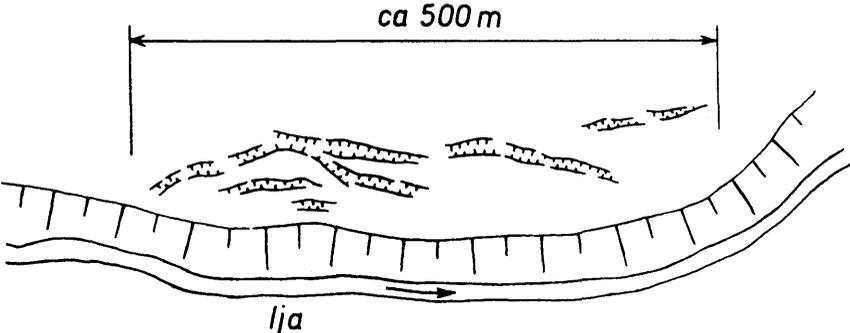


Abb. 4

W

O

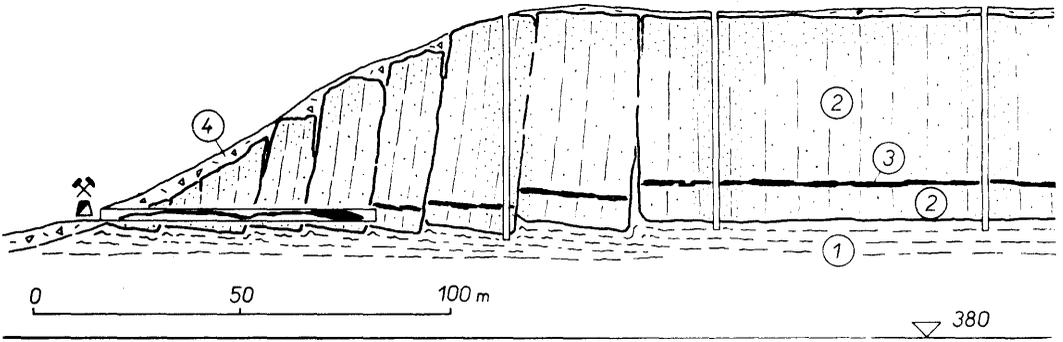
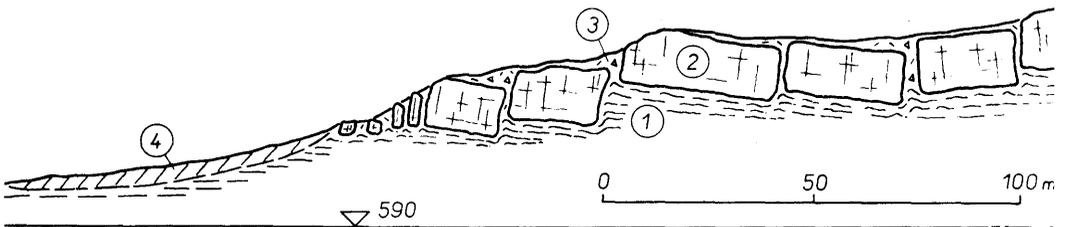


Abb. 3

NW

SO



W

0

Abb.
5

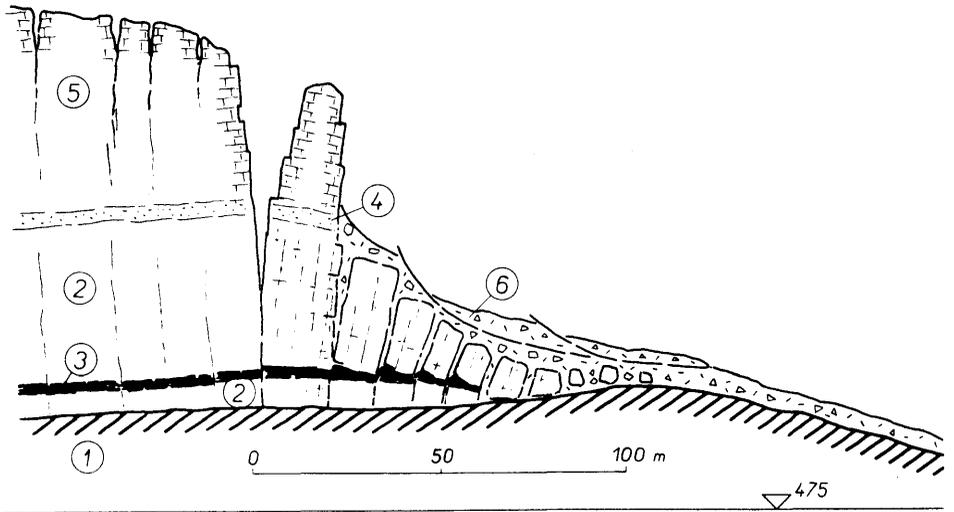


Abb. 6

0

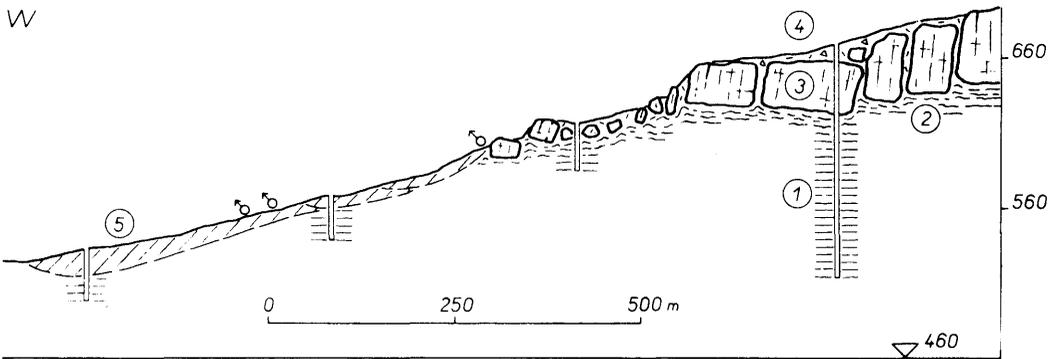


Abb. 7

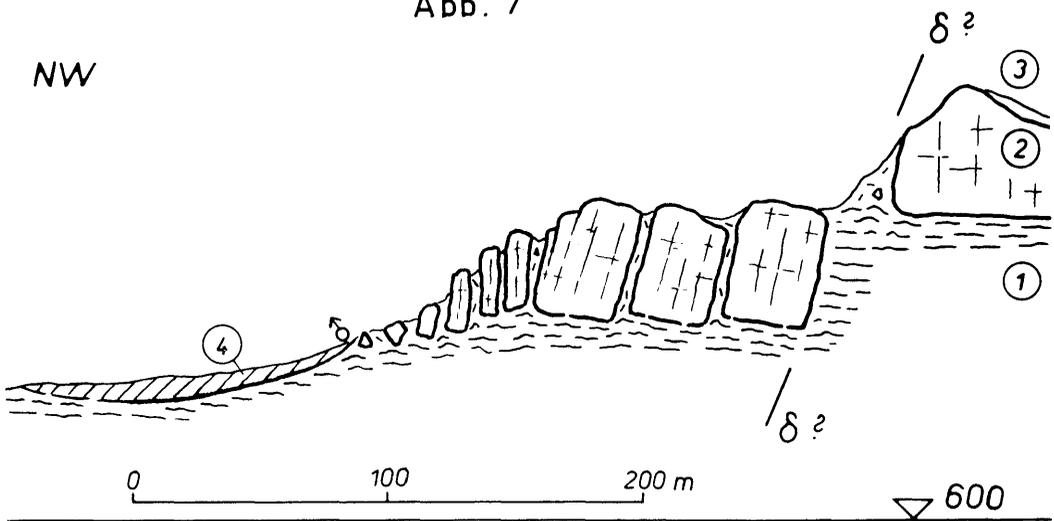


Abb. 8

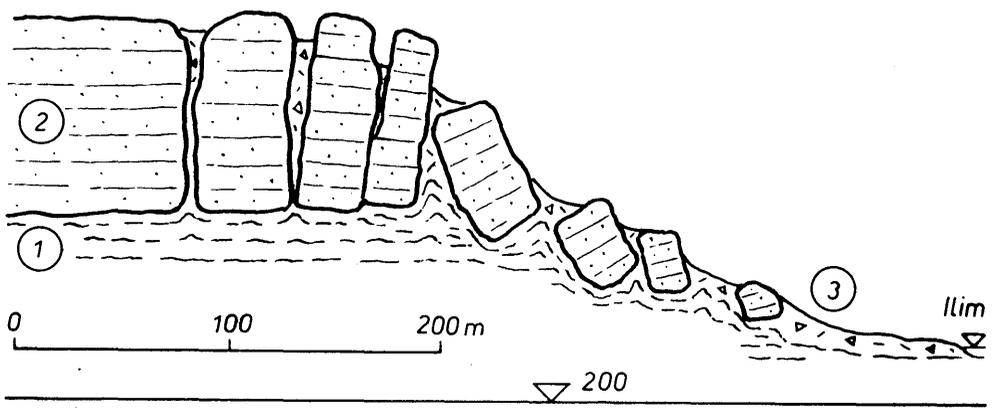
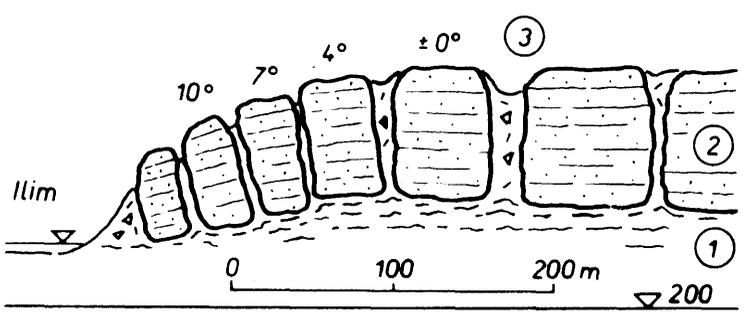


Abb. 9



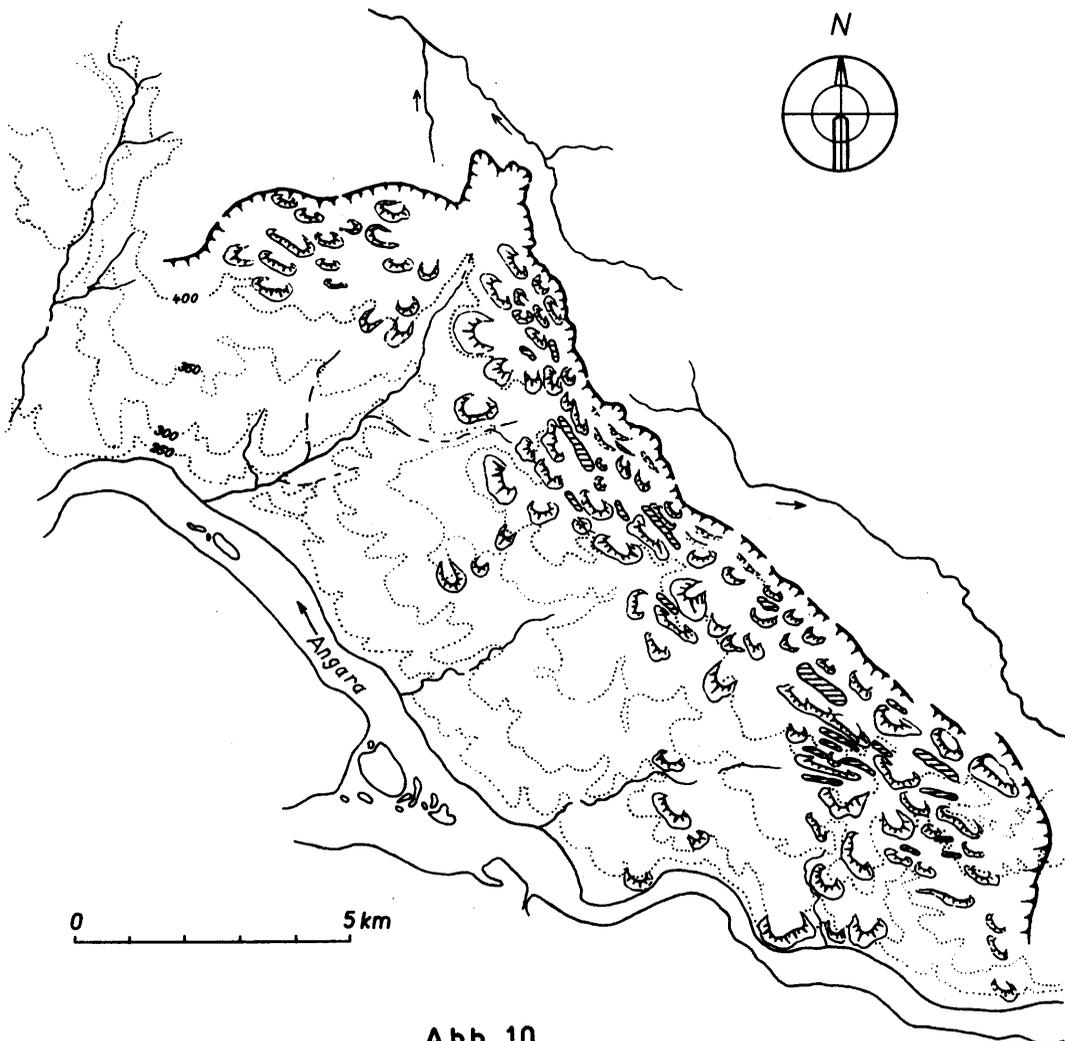


Abb. 10



Abb. 11



Abb. 13



Abb. 12



Abb. 15



Abb. 16



Abb. 14