

GEOLOGISCHE UND BODENMECHANISCHE NOTIZEN ZUM BERGRUTSCH DES BUDAER VÁRHEGY IN DEN JAHREN 1935—36.

Von Ing. Dr. Eligius Robert Schmidt.

Als Observateur der Kön. Ung. Geol. Anstalt hatte Verfasser im März und April 1936 Gelegenheit an der abgerutschten Stelle des Várhegy den Lokalaugenschein vorzunehmen, um auf Grund der Erforschung der durch die Erdarbeiten erschlossenen geologischen Verhältnisse über die Umstände des Bergrutsches kurz berichten zu können.

Der viel Aufregung verursachende Bergrutsch trat auf dem Westlichen — der Generalswiese zu gelegenen — Berghang des Várhegy Ende 1935 ein und dauerte, auf einem unregelmässigen Gebiet von 60 m Breite, durch mehrere Monate an. Der Erdrutsch selbst berührte hauptsächlich die unter dem SO-lichen Flügel des kriegshistorischen Museums liegende Hangpartie. Bald darauf zeigten sich jedoch auch an der NW-lichen Seite des Gebäudes Risse. Die Senkung verschleppte die N—S-lich streichenden Gebäudeparzellen samt Gebäuden Lovas-út 25, 26 und 27, Logodi-utca 59, 61 und 63 und — am Fuss des Berges — Attila-utca 85 und 87 in der Richtung des Hanges und zerstörte sie fast ausnahmslos bis zur Unbrauchbarkeit.

An der Bergseite der drei Strassenpartien wurden z. T. Schurfschächte, z. T. Schächte zur Aufnahme der Stützpfiler niedergeteuft, von denen ungefähr 10 den Gegenstand intensiven Studiums, dessen Ergebnisse Verfasser im Nachfolgenden kurz zusammenfasst, bildeten.

Der das Berginnere bildende Budaer-Mergel ist von einem mehrere Meter mächtigen ungleichmässigen Gehängeschutt bedeckt. Das häufigste und gleichzeitig durchschnittliche Streichen der Mergelschicht beträgt 210° (ungef. SSW) und fällt unter $13-18^{\circ}$ ein. Höhere Werte sind nur ausnahmsweise anzutreffen. (So wurde hinter dem Haus Attila-utca 87, im unteren Teil eines aus einem Stollen niedergeteuften Schachtes ein

Streichen von 230° , im Schacht vor der Privatstiege in der Logodi-utca 248° gemessen. Der Fallwinkel betrug hier 22° , im Schacht, der im Hof des Hauses Logodi-utca 63 niedergehauen wurde, 21° .)

Zwischen die Mergelschichten sind stellenweise jedoch gut erkennbar 2—3 cm mächtige tonige Schichtchen eingelagert, welche mit Wasser gesättigt, als Schmiermittel für die aufeinander verrutschten Mergelmassen dienten. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die tonigen Schichtchen durch die lösende und auslaugende Wirkung des längs der Schichtflächen der mächtigeren Mergelbänke sickernenden Wassers selbst aus dem Mergel entstanden sind.

Es muss betont werden, dass die Bewegung der Mergelmassen zwar längs der Schichtflächen, jedoch nicht in der Fallrichtung, sondern — wie Verfasser dies an der Stirnwand des einen Stollens beobachten konnte — etwas W-lich von dieser, hangwärts, also etwas verdreht, stattfand, was offensichtlich die Folge der lenkenden Bewegung der hangwärts bewegten Massen ist. An der Beobachtungsstelle (in der Stirnwand des hinter dem Hause Attila-utca 87. befindlichen Stollens) wurde die Richtung dieser Bewegung an der Schichtenfläche $210^{\circ}/18^{\circ}$ mit $240-245^{\circ}$ gemessen.

Auf Grund der Beobachtungen gelangt man zu der Annahme, dass der ursprüngliche Horizont des aus Budaer-Mergel bestehenden Berganges unregelmässig gewesen sein muss. Die Schächte am Lovas-út lassen den Schluss zu, dass die bewegte Hangpartie ursprünglich eine Mulde (wahrscheinlich einen alten Wasserriss) deckte, welche vom Gehängeschutt und später durch die Weinkultur und die Stadtregulierung durch menschliche Hand zugedeckt wurde. Von den drei am Lovas-út angesetzten Schächten wiesen die zwei ungefähr 60 m weit voneinander entfernten an den Rändern des Rutsches befindlichen Schächte eine Mächtigkeit des Gehängeschuttes und der Aufschüttung von 3 m auf, während in dem dritten, zwischen den beiden gegenüber der Névtelen-Stiege und ungefähr in der Längsachse der Bewegung befindlichen Schacht die Mächtigkeit des Schuttes 7 m betrug.

Diese mit Schutt angefüllte Mulde führt infolge ihrer loseren Struktur mehr Wasser als die Umgebung und dient so als Wasserspeicher, wodurch sie die Niederschlagsgewässer besser sammeln und gegen die darunter befindlichen anstehenden Mergelschichten ableiten konnte. Im Mergel waren an vielen Stellen (z. B. Attila-u. 89, Logodi-u. 61) ziemlich steile Verwerfungen (um 60°), Trennungsflächen und 2—3 cm breite offene Spalten zu beobachten, welche das von oben herabsickernde Wasser ins Innere der Mergelmassen, bis an die wassersperrenden Tonbänkchen leiten,

wo ein Teil des Wassers sich langsam in der Fallrichtung fortbewegte und den Ton allmählich in ein Schmiermittel für die Gleitflächen umwandelte.

Ob bei der Ausbildung der oben beschriebenen Mulde auch tektonische Ursachen eine Rolle spielten, kann mangels genügender Aufschlüsse als nicht bewiesen betrachtet werden. Jedoch ist zu bemerken, dass der Mergel nahe dem S-Rand der ins Rutschen geratenen Hangzone, fast am Fusse des Berges, in dem am Hof des Hauses Attila-u. 85 niedergeteuften Schacht unter 30° gegen N einfällt. Es ist also als wahrscheinlich anzunehmen, dass dies das Fallen einer schon früher abgelösten und selbstständig abgerutschten Scholle ist. Derartige, auf frühere Bodenbewegungen und Rutsche deutende Erscheinungen sind am Várhegy gar nicht selten. An den Hängen ist an mehreren Stellen (so z. B. in der Logodi-utca, in der Toldi Ferenc-utca, etc.) von der Bergkuppe stammender Kalktuff zu finden. Auch die Schurfschächte erschlossen an mehreren Stellen im Mergel und im Schutt grosse Kalktuffblöcke.

Der Bergrutsch fand naturgemäss nicht längs einer, sondern gemäss den geologischen Verhältnissen — gleich einem Paket loser Karten, welches geneigt wird — entlang mehrerer Flächen statt. So konnten in dem Schachte der aus dem im Hofe des Hauses Attila-utca 87 befindlichen Stollen niedergeteuft wurde, im Mergel selbst, drei untereinander in einem Vertikalabstand von 1.00 bzw. 1.70 m voneinander entfernte Gleitflächen beobachtet werden.

Der Bergrutsch verschob nun nicht nur die Mergelmassen zueinander, auch der Steinschutt senkte sich und einzelnen Anzeichen nach auch der Schutt am Mergel.

Letzteres konnte am dichtbebauten Berghang natürlich nicht in so typischer Ausbildung nachgewiesen werden, wie das Dr. Aladár Vendl¹ z. B. im Rutschgelände von Óbuda feststellen konnte. Einteils machten die Gebäude die genaue Beobachtung dieser partiellen Senkung mit einfachen Mitteln unmöglich, andererseits konnten sie auch den, in ungestörtem Zustand gesetzmässigen Fortschritt dieser Rutschbewegung verhindern.

Verfassers auf die Rutschbahn bezüglichen spärliche Beobachtungen, sowie die an mehreren Stellen auftretenden halbkreisförmigen Sprünge und Risse und das beginnende Gleiten der Erdoberfläche lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass diese Bewegung dem Wesen

¹ A. Vendl: Rutschungen in lössbedeckten Tongebieten im III. Bezirk von Budapest. Geologie und Bauwesen. Wien, 1929.

nach im Sinne der von V e n d l beschriebenen und in der Abb. 1. dargestellten Weise vor sich gegangen ist. Hiefür den Beweis, sowie die dazugehörigen Details zu erbringen ist Aufgabe der durch die technischen Beamten der Haupt- und Residenzstadt angestellten Messungen.

Der im Mergel selbst beobachtete Rutsch folgte hingegen dem Wesen nach den weiter unten beschriebenen Gesetzen der Bewegung auf der schiefen Ebene.

Der auf der schiefen Ebene befindliche Körper vom Gewicht G (siehe Abb. 2.) wird von der Kraft $F = G \cdot \sin \alpha$ entlang der Ebene fortbewegt. Dagegen wirkt die Bremskraft der Reibung, welche sich als Produkt des auf die Ebene senkrechten Druckes $N = G \cdot \cos \alpha$ und des Reibungskomponentes μ ergibt.

$$F \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} N \mu \text{ oder, auf Grund des vorhergesagten } G \cdot \sin \alpha \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} G \cos \alpha \mu$$

Hieraus folgt, dass die Bewegung längs der schiefen Ebene abhängt vom Neigungswinkel, vom Gewicht des Körpers und vom Reibungsfaktor und dann eintritt, wenn die linke Seite der Gleichung grösser wird als die rechte, d. h. also wenn z. B. α grösser oder μ kleiner wird.

ρ = die Tangente des Reibungswinkels ist gleich dem Reibungsfaktor, nachdem

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{N \mu}{N} = \mu \text{ ist,}$$

die Bewegung längs der schiefen Ebene eintritt, wenn $\alpha > \rho$ und zwar mit umso grösserer Intensität, je grösser G ist. Im Falle $\alpha < \rho$ wird dementsprechend die Bremswirkung umso grösser.

Durch Übertragung des Gesagten auf vorliegenden Fall, können wir als Konklusion folgendes feststellen.

Bei voraussetzung gleicher Bedingungen (G, μ) konnte der Gehängeschutt am steilen Abhänge des Várhegy leichter in Bewegung geraten, als die über viel kleinere Neigungswinkel verfügenden Mergelbänke aufeinander.

Das sich aus dem Gewicht der am Abhang erbauten Häuser ergebende Übergewicht wirkt solange bremsend, bis $\alpha < \rho$; sobald aber in Folge Durchfeuchtung der Gleitflächen der Reibungsfaktor so klein wird, dass $\rho < \alpha$ wird, wirkt jede Gewichtszunahme beschleunigend auf die Bewegung. Eine gewisse Rolle spielt auch jene Mehrbelastung, die durch die Durchfeuchtung des Steinschuttes zustandekommt.

Hieraus ist ersichtlich, dass der das Sinken und Rutschen unmittelbar verursachende Grund im Wasser gegeben ist, das ins Berginnere gelangt, dort längs gewisser Flächen den Reibungsfaktor stark vermindert hat.

Neben dieser Hauptursache spielen der Fallwinkel der Schichten und des Abhanges, sowie dessen eventuelle Überlastung nur eine sekundäre Rolle, indem die Bewegung, falls diese Komponenten kleiner gewesen wären, eben erst bei einer noch weiteren Verringerung des Reibungsfaktors stattgefunden hätte. Einen weiteren Beweis für die sekundäre Rolle dieser Faktoren bietet die Tatsache, dass der Abhang bei der gleichen Belastung und identischem Neigungswinkel viele Jahre ruhig stand, ohne, dass die Spur einer Bewegung zu beobachten gewesen wäre.

Bei der Auslösung der Bodenbewegung muss der Umstand, dass gerade in der kritischen Zeit der Gleichgewichtszustand des fraglichen Abhangteiles durch am Fusse des Berges durchgeführte Abräum- und Hausfundierungsarbeiten gestört wurde, ebenfalls eine, wenn auch zweifellos geringere Rolle gespielt haben.

Der Bergrutsch ist also einer bedauerlichen Häufung von verschiedenen Umständen zuzuschreiben, deren wichtigster, ausser den geologischen Bedingungen, eben die oberwähnte Rolle des Wassers war.

Das Wasser gelangte auf zwei Wegen in das Gestein. Einesteils durch den auf das Gestein gelangten Niederschlag (von dem das Meteorologische Institut schrieb: „Die übergrosse Niederschlagsmenge des heurigen Winters (1935/36) steht beispiellos da, da Budapest im Winter eine Niederschlagsmenge von 298 mm zu verzeichnen hatte, während der Durchschnittswert der letzten 30 Jahre nur 124 mm betrug. Der Überschuss beträgt somit 140 v. H.“) Um zu untersuchen, woher das übrige, eine so grosse, ja katastrophale Rolle spielende Wasser in den Mergel gelangen konnte, beging Verfasser am 30. März 1936 den grössten Teil der „Höhlen“ des Várhegy, wo es zu folgenden Feststellungen kam:

Die untersten Etagen der Keller reichen bis zur Grenze des Süsswasserkalkes und Budaer-Mergels; zwischen beiden sind an den meisten Stellen pleistozäner lössartiger, sandig-kalkiger Lehm und Sandschichten fluviatilen Ursprunges gelagert, welche letztere auch stellenweise grobe Kiesel enthalten. Die neuerdings aufgeschlossenen und ausgeräumten Keller bieten einen guten Einblick in die geologischen, hydrologischen, ja tektonischen Verhältnisse der Várhegy-Kuppe. Aus den Beobachtungen wird geschlossen, dass der poröse Süsswasserkalk nicht ungestört abgelagert ist und an vielen Stellen Regenabfall- und Kanalwasser durchlässt, welcher den aus Mergel bestehenden Boden der Keller besonders in der Umgebung des Innenministeriums und auch an anderen Stellen fast überflutet, oder die darin abgeteufte Brunnen bis an den Rand füllt. (Siehe Abb. 3.) Ein Grossteil dieses Wassers mag aus dem Kanalnetz stammen, ist doch der Grossteil des Stadtteiles am Várhegy gepflastert, ja asphal-

tiert, so dass das Wasser der Niederschläge nur durch die Gärten und Abflusskanäle samt dem Sprengwasser in die tieferen Schichten versickern kann.

Das sich in und an dem Mergel sammelnde Wasser ist wahrnehmbaren Schwankungen unterworfen, was neben dem wechselnden Zufluss auch dafür spricht, dass das Wasser in den Klüften und entlang der Schichtenflächen des Mergels Wege zum Weitersickern findet. Diesen Umstand haben übrigens die im Várhegy-Tunnel nötig gewordenen und 1908—10 durchgeführten Trockenlegungsarbeiten auch bestätigt.¹

Der übrige Teil des Wassers gelangte zweifellos auf dem oben beschriebenen Weg in den Mergel.

In Interesse der Verhütung einer weiteren Rutschung müssen die hiefür in Betracht kommenden Faktoren mit Berücksichtigung ihrer Beeinflussbarkeit nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Vor allem muss durch Kanalisation und Tiefendrainage für eine gründliche Entwässerung des Várhegy und seiner Abhänge gesorgt werden. In zweiter Linie müssen Stützmauern errichtet werden, welche die, die Bodenbewegung verursachenden Kräfte auf die zur Rutschung nicht mehr geneigten unter der Talsohle befindlichen Erdmassen übertragen. Ebenso muss innerhalb des Möglichen für eine Verringerung des Abhangswinkels gesorgt werden.

Die technischen Arbeiten bieten also dem technischen Personal der Haupt- und Residenzstadt eine sehr vielseitige und verantwortungsvolle Aufgabe durch Bau von Eisenbetonstützmauern und Sickerschächten dem gefährlichen Bergrutsch Einhalt zu gebieten.

Literaturverzeichnis der mittlerweile über dieses Thema erschienenen Werke:

1. Dr. Ferenc Papp: Erdrutsche am budaer Várhegy. Technika, 1936. No. 4. (Nur ungarisch.)
2. Dr. Guido Posewitz: Der Erdrutsch am Schlossberg. Földtani Ért. 1936. No. 3. (Nur ungarisch.)
3. Aladár Pirovits: Erdrutsch am Westabhang des budaer Várhegy. 1936. (Nur ungarisch.)
4. Henrik Horusitzky: Über die Gründe des Erdrutsches am budaer Schlossberg. (Nur ungarisch) Földtani Közlöny. 1937.

¹ Tamás Szontagh, Gy. Schwartz, O. Machán, K. Papp: Die hydrogeologischen Verhältnisse des budaer Várhegy-Tunnels. 1908. (Nur ungarisch.)

Schafarzik und A. Vendl: Geologische Ausflüge in der Umgebung von Budapest, 1929. (Nur ungarisch.)