

**STELLENWERT DER RUTSCHUNGSPROZESSE BEI DER
MORPHOLOGISCHEN ENTWICKLUNG DER
HOCHUFERSTRECKEN VON FLÜSSEN –
DARGELEGT AM BEISPIEL DES HERNÁD-TALES IN UNGARN**

Josef SZABÓ, Debrecen*

mit 11 Abb., 2 Tab. und einem Photo im Text

INHALT

1.	Zielsetzung und Methoden	141
2.	Einige allgemeine Fragen der Hangentwicklung von Hochufern	142
3.	Die geomorphologische Lage des Hernád-Tales	145
4.	Die Bedingungen und Charakter der Rutschungen	147
	4.1 Kartierung des morphologischen Zustandes des Hochufers	152
	4.2 Altersbestimmung der Rutschungen	155
5.	Zusammenfassung und Schlußfolgerung	157
6.	Summary	159
7.	Literaturverzeichnis	160

1. Zielsetzung und Methoden

In unseren frühen Aufsätzen (SZABÓ 1991, 1993) wurde schon erörtert, daß es in Ungarn drei Landschaftstypen gibt, in deren morphologischer Entwicklung die Rutschungsprozesse eine bedeutende, mancherorts sogar bestimmende Rolle spielten oder spielen. Die größte Ausdehnung von ihnen weisen die aus neogenen – vor allem spätmiozänen, sogenannten pannonischen – *lockeren Sedimenten aufgebauten Hügellandschaften* auf. In fast allen Perioden ihrer Entwicklungsgeschichte

* Dr. Josef Szabó, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Természeti Földrajzi Tanszék, H-4010 Debrecen, Pf. 9

waren diese Hangprozesse vorhanden, obwohl ihre Intensität sowohl räumlich als auch zeitlich unterschiedlich war. Da die Rutschungsformen in dem lockeren Material relativ rapid abgetragen werden, weist ihr Vorkommen in dem morphologischen Bild auf die gegenwärtige Aktivität der Rutschungen hin.

Unsere, in den letzten Jahren durchgeführten Forschungen (SZABÓ 1992) zeigen, daß die Rutschungsformen in bestimmten Zonen mehrerer *vulkanischer Gebirge in Ungarn* wichtige Komponenten des morphologischen Bildes darstellen. Die Mehrheit dieser Formen ist jedoch fossil, sie entstand in einer früheren Periode der Gebirgsentwicklung.

Den dritten, rutschungsreichen Landschaftstyp stellt die schmale Zone der *Hochufer* dar. Diese Ufer befinden sich teils an größeren Seen (Plattensee, Neusiedlersee), teils an Flüssen.

Der vorliegende Aufsatz bezweckt, im Spiegel einiger charakteristischer Merkmale der Hochuferentwicklung einen Überblick über die morphologischen Probleme eines Hochufers (Hernád-Tal) zu geben, das hinsichtlich der Rutschungsprozesse am aktivsten ist. Besonders großer Wert wird auf die Analyse der Lithologie- und Reliefbedingungen der Rutschungen sowie auf die Untersuchung der Rutschungsaktivität gelegt. Es wird weiterhin nach dem Zusammenhang zwischen den Aktivitätsstufen und der Hanggeometrie gesucht. Durch eine Fragebogenerhebung werden jene Jahre nachgewiesen, die in den letzten fünfzig Jahren hinsichtlich der Rutschungshäufigkeit am wichtigsten sind, sie werden mit den ausführlich bearbeiteten Niederschlagsdaten verglichen. Die Bohrungen in den verlassenen Flußbetten des Hernád werden ebenfalls ausgewertet, damit der Charakter (Seitenerosion) und die Dauer der Flußtätigkeit nachgewiesen, sowie die Hangbedingungen für Rutschungsprozesse gesichert werden. Die Pollenanalyse und Radiokarbonuntersuchungen zeigen, daß das Flußbett im Holozän mehrmals verlegt wurde. Das Unterwaschen des Hochufers in mehreren Strecken war immer wieder die Folge. Durch die wiederholt auftretende Seitenerosion waren die Hangbedingungen für die Rutschungen immer von neuem gegeben.

2. Einige allgemeine Fragen der Hangentwicklung von Hochufern

Bei der Gestaltung eines bestimmten Hochufers spielt in der Regel der an seinem Fuß fließende Fluß die entscheidende (größte) Rolle für die Formung des Hanges: Das ist zumeist auch dann so, wenn sich der Hochuferrand als markante Geländetreppe, von dem Fluß unabhängig, herausbildete. Der Fluß hat eine doppelte uferformende Wirkung: er verursacht durch das Abtragen des Ufers (Seitenerosion) einen direkten Materialverlust, dadurch werden auch solche hangformenden Prozesse ausgelöst (oder verstärkt), wodurch die konkreten morphologischen

Merkmale des Hochufers bestimmt werden (indirekte Wirkung). Es ist die Problematik der aktiven und passiven Hänge im Sinne von BÜDEL (1970). Die Dynamik der Uferentwicklung und der Charakter der den Hang formenden Prozesse hängt über die Tätigkeit des Flusses hinaus entscheidend von dem Material und Aufbau des Ufers ab. Bei lockeren Sedimenten kann das Rückschreiten (und Umgestaltung) des Hochufers so rapid erfolgen, daß diese – im allgemeinen schmalen – Zonen zu den Relieftypen gehören, die durch die exogenen Kräfte die intensivsten Veränderungen durchmachen.

Die aus lockerem Material bestehenden Ufer der Flußbette stürzen infolge der Unterwaschung (z.B. an der äußeren Seite der Mäander) häufig ab, oder es bilden sich, weil das Material durchnäßt ist, Sackungen. Abhängig von der Höhe und dem Aufbau können diese ebenfalls abrutschen (vgl. Abb. 1). Wenigstens am Anfang des Prozesses gelten für die Hänge "im großen und ganzen ähnliche Verhältnisse wie für die Kliffbildung am Meer" (BREMER 1989). Wenn das Ufer zum Fluß einfällt, dann bildet sich ein Hochufer infolge dieses Mechanismus nach einiger Zeit auch heraus, obwohl er ursprünglich nicht existierte. Infolge der Stürze und des darauffolgenden Materialabtransportes wird das Ufer immer höher. In Abhängigkeit von der Stabilität, von den stratigraphischen Gegebenheiten der rückschreitenden und immer höher werdenden Uferwand wird diese früher oder später abrutschen. Durch die steilen Abrißwände, die infolge der ersten Rutschungen entstehen, wird die Auslösung neuerer Rutschungen gefördert. So fängt ihr Rückschreiten an. Der Hang wird immer länger, wobei seine durchschnittliche Neigung abnimmt. Durch diesen Prozeß realisiert sich im wesentlichen der Typ "B" der Hangentwicklung (slope replacement) im Sinne von YOUNG (1975, S. 39). In der Hangentwicklung des Hochufers spielen anfangs die Stürze die wichtigere Rolle, später hingegen kommt den Rutschungen größere Bedeutung zu.

Wenn das Unterwaschen der Uferwand lange Zeit hindurch andauert, dann treten auch die Stürze immer wieder auf (der Rhythmus ihrer Wiederholung wird dadurch bestimmt, mit welcher Geschwindigkeit das die Wand von unten unterstützende abgestürzte Material abtransportiert wird), und damit werden die Hangbedingungen für die Fortsetzung der Rutschungen im Grunde gesichert. Die rückschreitenden Rutschungen erfolgen übrigens in der Regel auf immer höher liegenden Gleitbahnen, ihre Auslösung wird somit von den Prozessen in dem unteren Ufersektor zusehends unabhängiger. Wenn das Unterwaschen des Ufers zeitweise (oder endgültig) aufhört, werden die für die Rutschungen günstigen Hangverhältnisse ebenfalls nicht reproduziert. Auf dem schon vorhandenen Hang wird die Entwicklung durch Rutschungen selbstverständlich noch fortgesetzt, aber wegen der allgemeinen Abnahme des Neigungswinkels ist sie zeitlich weniger intensiv und das Hangprofil tendiert allmählich nach einem dynamischen Gleichgewicht; es gibt immer mehr Zeichen, die auf eine Stabilisierung hinweisen. Die Rutschungen treten seltener auf, die neuen Bewegungen sind von kleine-

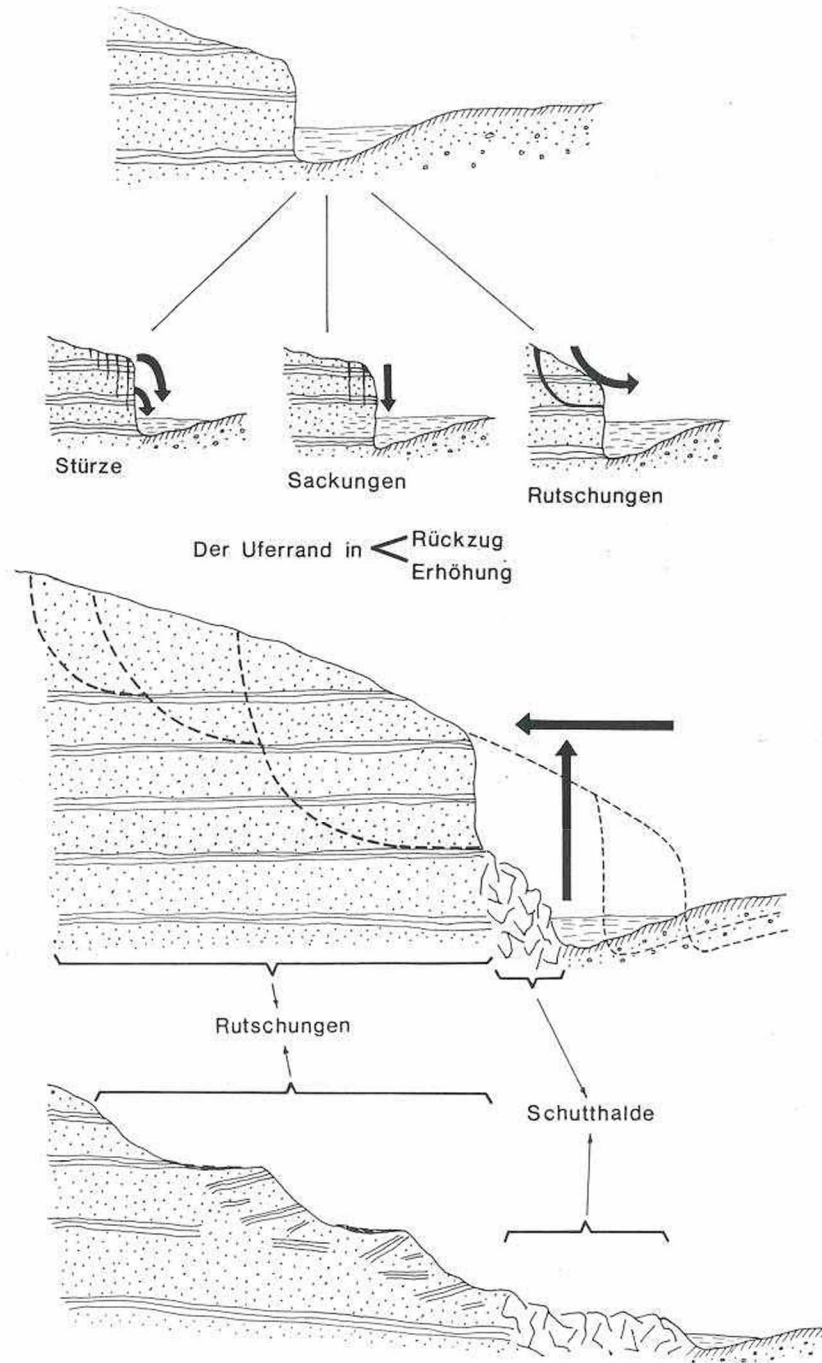


Abb. 1: Schema der Entwicklung an einem Hochufer durch Massenbewegungen

rem Ausmaß, sie betreffen nur beschränkte Sektoren der früheren Rutschungsfelder. Das Unterwaschen des Ufers hört vor allem auf, weil das Flußbett verlegt wird. Wegen der Wanderung der Flußschlingen kann sich die Stelle der Unterwaschung allmählich oder plötzlich verändern, bzw. sie kann an einer bestimmten Stelle aufs neue beginnen. Dadurch kann sich der dargestellte Hangentwicklungszyklus ebenfalls wiederholen.

Schließlich kann die Veränderung des Hochufers so schnell sein, daß

- a) auf dem Hang – oder auf seinem Großteil – die meisten Rutschungen rezent oder eben im aktiven Zustand sind,
- b) sein Rückschreiten durch die Massenbewegungen mit der Linearerosion Schritt hält. Subsequente Seitentäler können sich überhaupt nicht oder nur selten herausbilden.

Die aus lockerem Material bestehenden, sich aktiv entwickelnden Hochufer können sogar bei geringen Höhenunterschieden (z.B. in Beckenlage) die am meisten dynamischen Bereiche der Reliefentwicklung sein. Sie gelten als ein Relieftyp, der durch die natürlichen Gefahren besonders ausgesetzt ist.

3. Die geomorphologische Lage des Hernád-Tales

In dem in Ungarn liegenden Teil des Karpaten-Beckens bildeten sich an mehreren Flüssen charakteristische und im allgemeinen asymmetrische Hochuferstrecken (Donau, Raab, Hernád) heraus. Das Hernád-Tal liegt im NO von Ungarn. Die geomorphologische Umrahmung (vgl. Abb. 2) des Tales ist durch Asymmetrie gekennzeichnet.

Auf seiner *östlichen* Seite erheben sich die vor allem aus zentrolabialen Eruptionen stammenden neutralen und sauren Massen des Vulkankranzes der Innenkarpaten aus dem mittleren-späten Miozän (max. bis 800 m) – Zempléner Gebirge. In dem Gebirgsvorland liegt in dem nördlichen Teil eine leicht gegliederte Pedimentoberfläche. Der Rand des Hernád-Tales kommt – durch seine Terrassen – mit dieser Fußfläche in Berührung. In dem südlichen Teil erheben sich niedrige vulkanische Reste aus den Sedimenten der nach dem Vulkanismus erfolgten marinen Transgression (das letzte Meer des Pannonischen Beckens). Das dem Hernád in entgegengesetzter Richtung fallende Terrain wird durch niedrige Täler mit flachen Hängen nur in minimalem Maße gegliedert. Das pannonische Gefüge wird hier im allgemeinen mit Löß bedeckt, der einige Meter (< 10 m) mächtig ist.

Auf der *westlichen* Seite kommt das Tal mit der Hügellandschaft in Berührung, die aus den Meeres-Seeschichten der nördlichst reichenden Bucht des Pannonischen Meeres aufgebaut ist (Cserehát). Diese Hügellandschaft bildete sich durch

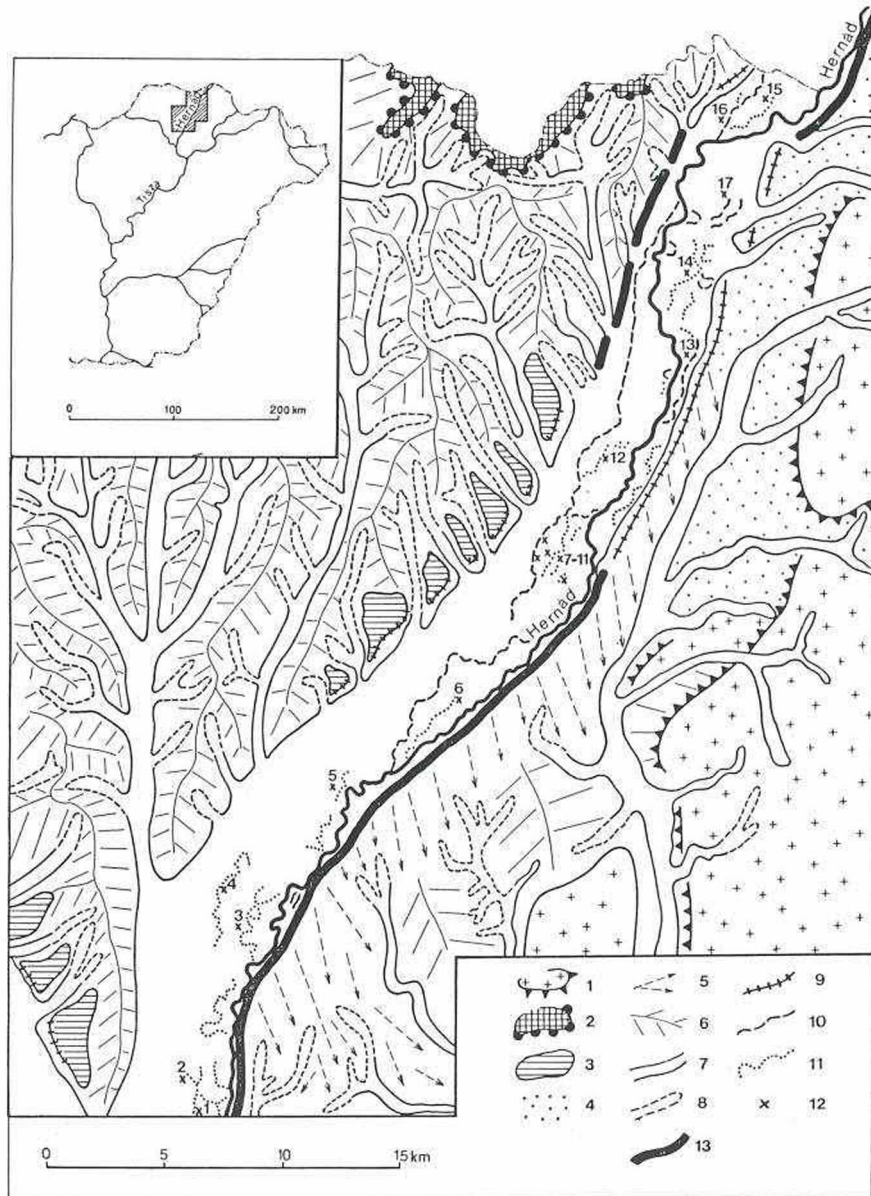


Abb. 2: Die geomorphologische Lage des Hernád-Tales

1 = Vulkanisches Gebirge – an den Rändern mit strukturellen Stufen, 2 = Reste des Plio-Pleistozän-Akkumulationsglacis, 3 = Pleistozäne Talglacis-Oberfläche, 4 = Pedimentoberfläche, 5 = Allgemeine Neigungsrichtungen an der linken Seite der Hernád, 6 = Talhänge, 7 = Erosionstäler, 8 = Dellen, 9 = Terrassen entlang der Hernád, 10 = Verlassene Flußbettreste in gutem Zustand, 11 = Stark akkumulierte Flußbettreste, 12 = Pollenbohrungen, 13 = Hochuferstecken am Hernád

die Zertalung des Akkumulationsglacis im Vorland des Slowakischen Erzgebirges nach der Verlegung des Pannonischen Meeres nach Süden heraus. Die Hänge sind durch pannonische Schichten mit besonders schlechter Stabilität gekennzeichnet. Sie sind heute durch mit Rutschungen gemischten Hangsedimenten gekennzeichnet. Durch das Einschneiden des Hernád-Tales im Pleistozän wurden wohl Terrassen herausgebildet, aber infolge der außerordentlich starken Hangprozesse sind sie auf der westlichen Seite zumeist verschwunden (es wurde auch die Herausbildung des Lößdecke verhindert) und es brachte ein Talglacis zustande.

In der Talentwicklungsgeschichte bildeten sich in der ungarischen Strecke drei Hochuferzonen heraus. Ihre wichtigsten Merkmale faßt die nachfolgende Tabelle (vgl. Tab. 1) zusammen.

Wichtigste Kennwerte	Länge (km)	Breite (m)	Höhe (m)	Neigung (%)
I.	8	200 - 600	15 - 65	6 - 25
II.	12	150 - 700	35 - 105	13 - 32
III.	29	150 - 1.250	20 - 140	10 - 32

Tab. 1: Hochuferstrecken am Hernád (Ungarn)

Bei der Herausbildung des Hochufers war der einschneidende, bzw. auf der Talsohle pendelnde Fluß der wichtigste Faktor, aber dazu trugen auch jene, die tektonischen Wirkungen widerspiegelnden, stratigraphischen Gegebenheiten bei. (In der Tiefenstruktur des Hernád-Tales liegt eine der wichtigsten tektonischen Linien von Ungarn = Hernád-Linie.)

Von den drei Hochuferzonen ist die im südlichen Abschnitt des linken Ufers liegende die wichtigste (sie ist die längste, und hinsichtlich der Rutschungsercheinungen ist sie sogar auf das Land bezogen die aktivste). Die folgenden Untersuchungsergebnisse beziehen sich vor allem auf diese Zone.

4. Die Bedingungen und Charakter der Rutschungen

Die bestimmenden, hangformenden Prozesse der 20 bis 140 m relativ hohen Uferstrecke sind die Rutschungen und ihre verwandten Prozesse (Rutschungsfließungen). Daneben sind nur die Stürze und Sackungen der Strecken von Bedeutung, die durch den Fluß sogar in der Gegenwart direkt unterwaschen werden. Auf das verhältnismäßig bescheidene Ausmaß der linearen Erosion weist die Tatsache hin, daß es in der etwa 30 km langen Strecke nur drei Seitentäler gibt, die kürzer

als 1 km sind. Die Gesamtlänge der jungen Erosionsschluchten beträgt nur 6,2 km (jene, die kürzer als 50 m sind, wurden nicht berücksichtigt), ihre Anzahl ist 38. Auf dem rund 18 km² umfassenden Hochuferhang gibt es nur selten Teile, wo die Spuren von Rutschungen nicht zu sehen sind. Da die den Hang aufbauenden pannonischen Materialien von schlechter Standfestigkeit sind, und die Rutschungsformen schnell wieder zerstört wurden, soll das nicht bedeuten, daß es dort früher keine Rutschungen gegeben hat. Andererseits konnten frische Bewegungen – mindestens stellenweise – sogar in den vergangenen, besonders trockenen Jahren an manchen Stellen beobachtet werden.

Die lithologischen Bedingungen für die Rutschungen sind durch die das Ufer aufbauenden pannonischen Schichten gegeben. Der darauf gelagerte Löß hat keine direkte Beziehung zu den Bewegungen. Die Gleitbahnen liegen in jedem beobachteten Fall tief unter dem Löß, an einer Schichtgrenze der sandig-schlammigen-tonigen pannonischen Sedimente. Die lithologischen Merkmale werden durch einen Hangquerschnitt mit Rutschungen dargelegt (vgl. Abb. 3), sein oberer Teil ist fast rutschungsfrei, der mittlere und untere Abschnitt zeigt rezente, teils aktive Rutschungen. Es ist auffallend, daß der Tonanteil nicht zu hoch ist,

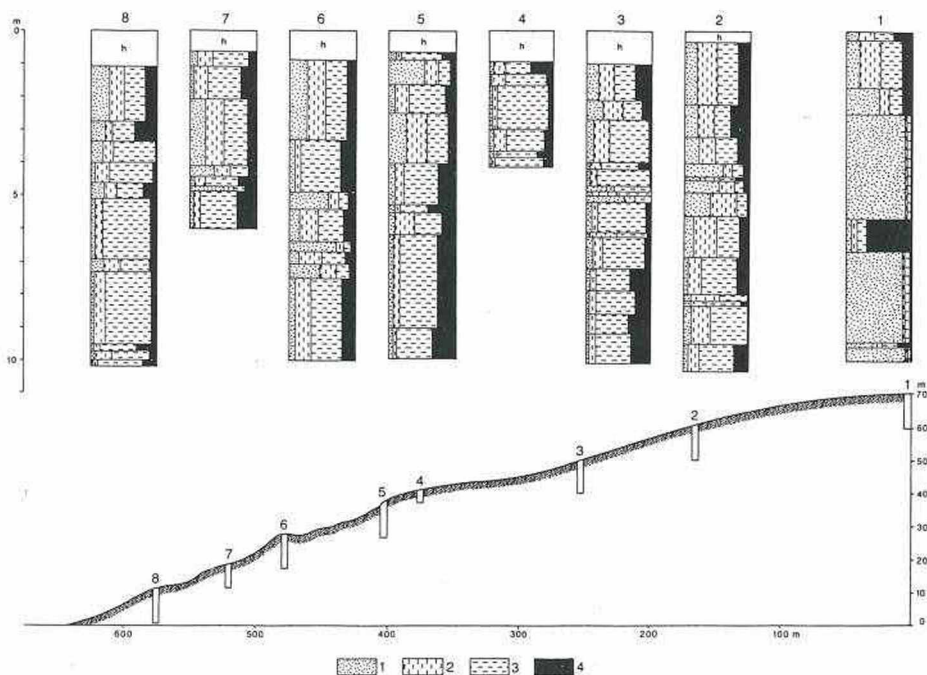


Abb. 3: Hangquerschnitt über das Hochufer an der Hernád – 1 km nördlich der Siedlung Ujcsanálos (1 bis 8 Bohrungen)
1 = Sand, 2 = Lößfraktion (Staub), 3 = Lehm, 4 = Ton

entscheidend ist der Schlammanteil. Bedeutend ist die Schwankung der Sandmenge. Die Gleitbahnen liegen im allgemeinen an der Grenze des Sandes mit guter Wasserführung und der feineren, schlammigeren Schichten. Da sie in der Uferwand vertikal mehrmals wiederholt vorkommen, liegt die Mehrheit der Gleitbahnen wesentlich über dem Flußniveau, deshalb sind die Rutschungen am Hernád mit dem Wasserstand des Flusses im allgemeinen nicht in Verbindung zu bringen.

Die thermoanalytischen Untersuchungen des Materials der Gleitbahnen (vgl. Abb. 4) – durchgeführt von G. SZÖÖR an dem Lehrstuhl für Mineralogie und Geologie der Lajos-Kossuth Universität – zeigen, daß nicht nur der Tongehalt gering ist (unter 20 %), sondern der an Tonmineralien gebundene Wassergehalt ebenfalls nicht zu hoch ist. Auf dieser Grundlage und aufgrund der in den Proben beobachteten Mineralparagenese kann folgendes behauptet werden. Das Material der Gleitbahnen am Hernád schafft keine günstigeren Bedingungen für die Rutschungen als im Falle anderer Hügellandschaften in Ungarn. Die höhere Rutschungshäufigkeit ist auf stratigraphische Gründe und auf die Hangverhältnisse zurückzuführen.

In Abbildung 5 wird eine ausführliche Analyse von einer konkreten Rutschung gezeigt. Selbst die Hauptabrißwand der das Flußbett quer absperrenden Rutschung zeigt eine frühere Rutschungsoberfläche, wo unter dem oberen gemischten pannonischen Hangsediment Schichten folgen, die eine ungestörte Schichtung, aber keine in situ Lage aufweisen. Auf der Rutschungsoberfläche der fast 20 Jahre alten Rutschung ist heute eine Quelle, deren Wasser durch das Sandgefüge der Uferwand abgeleitet wird. Die Rutschungsoberfläche unter dem Quellenniveau hat hingegen einen schlammigen Lößcharakter (mit 6,2% CaCO_3 -Gehalt), sie gelangte also durch eine frühere Rutschung an ihre gegenwärtige Stelle. Der Aufschluß zeigt deutlich, daß das Hochufer durch Formengruppen von unterschiedlich alten, oft aufeinander gelagerten Rutschungsgenerationen gekennzeichnet ist. Infolge der Bewegungen kommt die inverse Schichtung oft vor.

Diese Beobachtungen werfen folgende Fragen auf:

- *Wie ist das wirkliche Tempo des Rückschreitens des Hochufers?*
- *Wie groß ist das Ausmaß der Rutschungshäufigkeit und -intensität, auf deren Wirkung in dem Uferbereich durch die Rutschungsformen alle anderen morphologischen Bildungen umformt, sogar vernichtet werden?*
- *Wie groß ist das Ausmaß der Flußtätigkeit, die diesen Zustand lange Zeit hindurch aufrechterhalten kann?*

Bei der Beantwortung dieser Fragen können verschiedene Anhaltspunkte miteinbezogen werden.

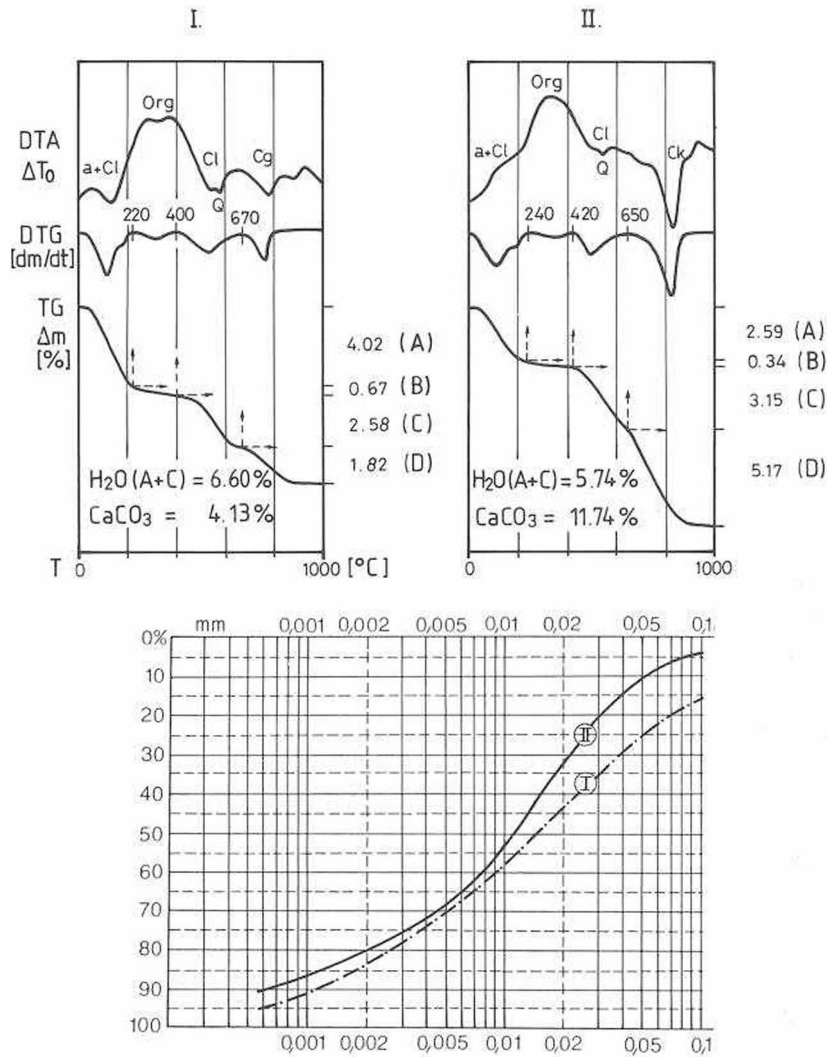


Abb. 4: Derivatogramme aus den Materialien der Rutschungsgleitbahnen am Fluß Hernád; I. = Szentistvánbaksa, II = Sóstófalva

Durch thermische Methode nachweisbare Komponente: a = amorphes Material, Org = Organischer Stoff und Eisenhydroxid-Gel, CI = Tonminerale mit illitisch-montmorillonitisch gemischter Struktur, Q = Quarz, Cg = Gelkarbonat, Ck = Kristallinkarbonat (Kalzit)

Thermoanalytische Parameter: A = Schwachgebundener Wassergehalt des amorphen Materials und der Tonminerale, B = Ausbrennung des organischen Stoffes, C = Struktureller Wassergehalt der Tonminerale, D = Karbonatzersetzung

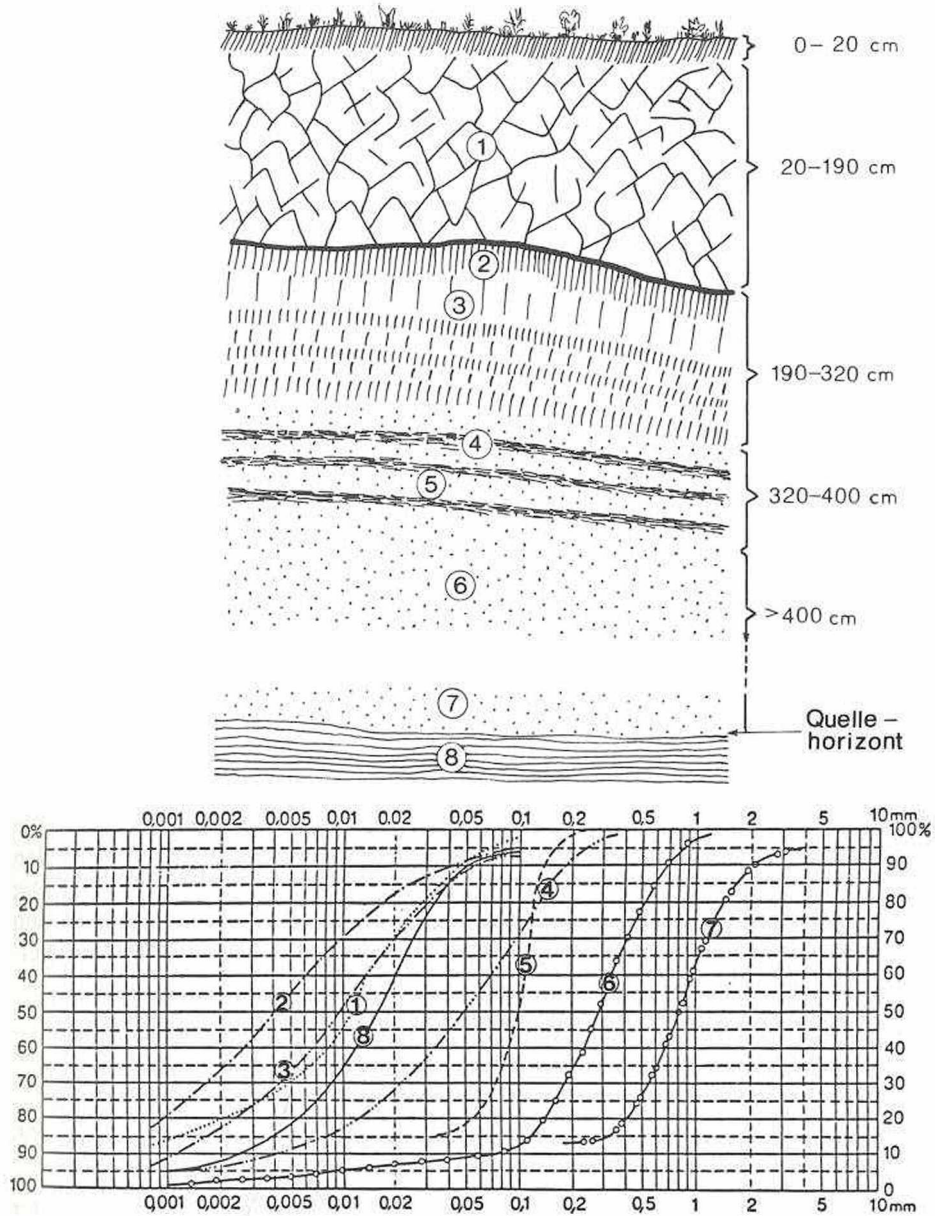


Abb. 5: Profil einer Hauptabrießwand (links) und Korngrößen-Zusammensetzung der Schichten. Die dicke Linie zwischen den Schichten 1 und 2 ist die Gleitbahn einer fossilen Rutschung. Unter dem Quellenhorizont ist eine begrabene Lössschicht

4.1 Kartierung des morphologischen Zustandes des Hochufers

Dies wird durch den dargestellten Hochuferabschnitt veranschaulicht (vgl. Abb. 6). Aufgrund der morphologischen Merkmale wurden die Hänge in vier Rutschungsintensitätsstufen eingeteilt (I-IV). In der Stufe "0" sind die Hangabschnitte ohne Rutschungsformen.

- Stufe I: Der Hang ist seit längerer Zeit (50 bis 100 Jahre) stabil, auf seiner Oberfläche sind die Rutschungsreste nur in Form von sanften "Hangwellen" zu sehen.
- Stufe II: Zeitweise stabilisierte Hänge, mit gut identifizierbaren Rutschungsformen, zwischen den abgerutschten Massen gibt es noch geschlossene Eintiefungen.
- Stufe III: Offene Abrisse, die in der Regel nicht älter als 10 Jahre sind, zeigen, daß die Hangbewegungen von Zeit zu Zeit immer wieder auftreten.
- Stufe IV: Hangabschnitte, die sogar in der Gegenwart jährlich abrutschen.

Das räumliche Vorkommen der Aktivitätsstufen können wir auf dem Säulendiagramm sehen (vgl. Abb. 7), das sich auf eine etwa 20 km lange Strecke des Hochufers bezieht. Aufgrund der Abbildung ist klar, daß die aktivsten Rutschungen nicht immer dort vorkommen, wo das Ufer durch den Fluß heute unterwaschen wird.

Durch ausführliche Profilaufnahmen suchten wir eine Korrelation zwischen den geometrischen Merkmalen der Hochuferstrecke (Breite, Höhe, durchschnittliche Neigung) und der Rutschungsaktivität ihres bestimmten Abschnittes. In zwei je 6 km langen Strecken bestimmte ich alle 200 m (insgesamt in 56 Fällen) den mittleren Wert der Aktivität und die Anzahl der identifizierbaren Rhythmen. Die Tabelle 2 zeigt die Korrelation zwischen den Aufnahmeergebnissen und den geometrischen Merkmalen. Aufgrund der im allgemeinen niedrigen und mittelgroßen Regressionskoeffizienten kann kurz das Folgende gesagt werden:

1. Die Rutschungsaktivität hängt nicht mit den durchschnittlichen Werten der geometrischen Parameter des Hanges (z.B. durchschnittlicher Neigungswinkel), sondern mit den Gegebenheiten einer konkreten Hangstrecke (Steilheit, stratigraphische Lage) zusammen.
2. Die Höhe und Breite des Hochuferabschnittes sind wohl mit der Anzahl der Rhythmen in Beziehung, aber die hohe Anzahl der Rhythmen bedeutet gleichzeitig nicht eine große Aktivität.
3. Der gegenwärtige Abstand des Flußbettes von dem unteren Rand des Hochufers hängt nicht mit der Aktivität des ganzen Hanges zusammen. Nicht einmal die beobachtete Rhythmusanzahl hängt damit zusammen.

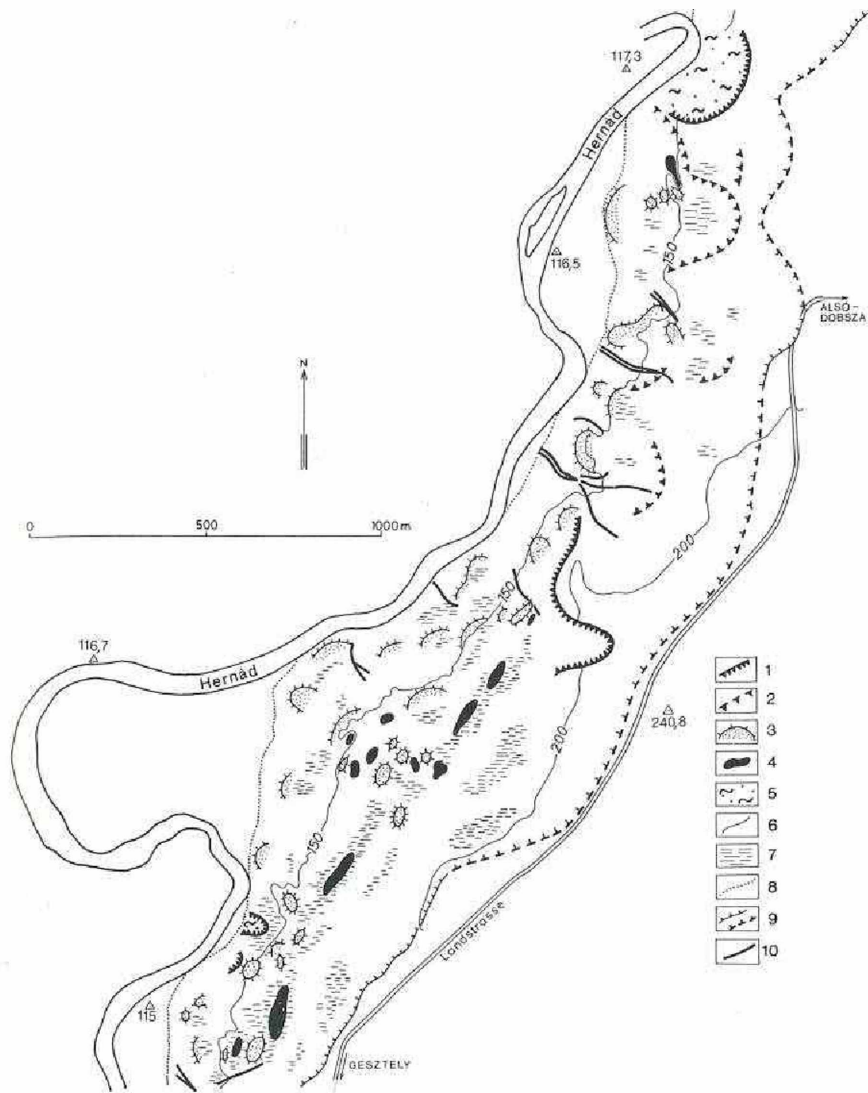


Abb. 6: Rutschungsformen auf dem Hang des Hochufers des Hernád (Die Karte zeigt den Abschnitt von 4,5 bis 8 km der in Abbildung 7 dargestellten Uferstrecke)

1 = frische Abrißwände ohne Vegetation, 2 = abgetragene Abrißwände, 3 = größere abgerutschte Massen mit markantem Rand, 4 = abgeschlossene Depressionen (im allgemeinen mit Teich oder Moor), 5 = aktive Rutschungsoberflächen ohne Vegetation, 6 = Höhenlinien (über dem Meeresspiegel in m), 7 = nasse Rutschungsvertiefungen, 8 = unterer Rand des Hochufers, 9 = oberer Rand des Hochufers, 10 = frische Erosionsschluchten

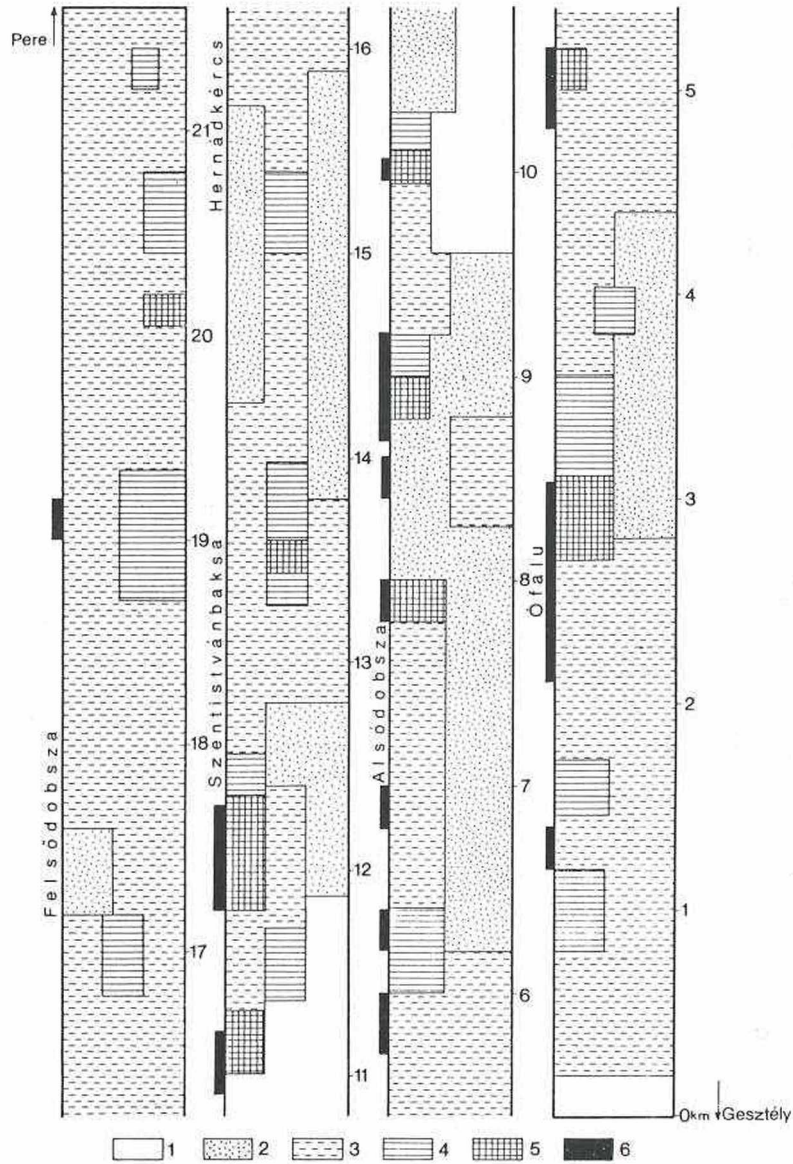


Abb. 7: Aktivitätsstufen der Hangentwicklung durch Rutschungen entlang dem Hochufer des Hernád zwischen den Siedlungen Gesztely und Pere (0 bis 22 km)

1 = Hangoberfläche ohne Rutschungsformen, 2 = durch stark abgetragene Rutschungsformen gekennzeichnete Uferstrecke, 3 = Abschnitte mit rezenten Rutschungsbewegungen, gegenwärtig in Ruhe, 4 = Gebiet der rezenten Rutschungen mit aktiven Abschnitten, 5 = Abschnitte mit vorwiegend aktiven Rutschungen, 6 = der Fluß erodiert unmittelbar den unteren Rand des Hochufers

Hernád-Tal	Breite	Relative Höhe	Durchsch. Neigung	Entfernung des Flusses von dem unteren Hochuferstrand
	der Hochuferzone			
Zahl der Rutschungsrhythmen auf den Hochuferhängen	0,629	0,681	- 0,236	0,510
Durchschnittliche Aktivitätsstufe der Hochuferhänge	0,333	0,405	- 0,065	0,188

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten

4.2 Altersbestimmung der Rutschungen

Die Rutschungsaktivität der letzten Jahrzehnte kann auch durch Befragungen bestimmt werden. In zwei Siedlungen wurde unter 50 alten Garten- und Grundstückbesitzern eine Fragebogenerhebung durchgeführt, die mit Interviews ergänzt wurde. Die Ergebnisse werden in der chronologischen Tabelle (vgl. Abb. 8) zusammengefaßt. Diese Daten wurden auch durch die Angaben bestätigt, die wir für die Jahre 1975-77 von der Staatlichen Versicherungsgesellschaft erhalten haben. In zwei hiesigen Siedlungen bezahlte die Versicherungsgesellschaft in diesen Jahren etwa eine Million Forint als Schadenersatz für Gebäudeschäden, die durch Erdbeben verursacht wurden. Man muß dazu feststellen, daß in den armen Kleinsiedlungen am Hernád nur wenige Wohnungen und Gärten versichert sind, so sind die Schadenersatzbeträge nur symbolisch.

Es lohnt sich, die aufgrund der in Erinnerung festgehaltenen Rutschungsperioden mit den Niederschlagsereignissen zu vergleichen. Die Abbildung 9 zeigt die jährlichen und winterlichen Niederschlagssummen an dieser Hochuferstrecke für 65 Jahre in der Periode 1926-90. Der Zusammenhang ist ziemlich eindeutig, vor allem bei dem winterlichen Niederschlag.

Über Schäden, die in früheren Zeiten durch Rutschungen verursacht wurden, haben wir gegenwärtig keine schriftlichen Angaben. In einer Perspektive von einigen hundert oder einigen tausend Jahren versuchten wir eine Altersbestimmung durchzuführen, wobei das Material aus den Bohrungen der geschlossenen Eintiefungen der Rutschungen analysiert wurde. Eine Pollenanalyse konnte nicht durchgeführt werden, weil die Proben steril waren, und ein für die ^{14}C Altersbestimmung geeignetes Material konnte ebenfalls nicht gefunden werden. Deshalb verwendeten wir für die Rekonstruktion der Rutschungsaktivität für ein längeres Zeitintervall eine indirekte Methode. Aufgrund der Geschwindigkeit, Häufigkeit

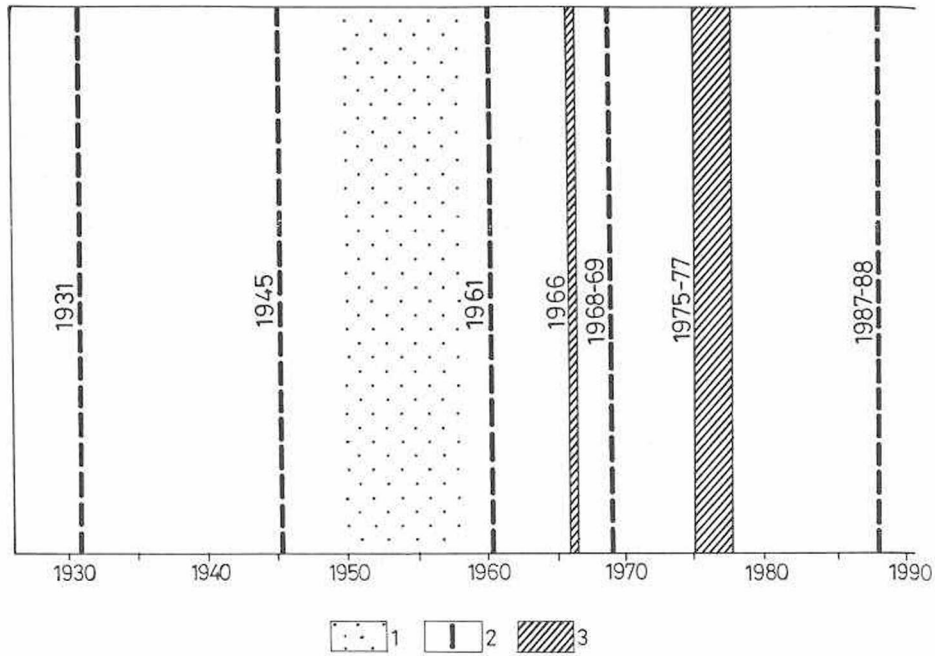


Abb. 8: Bedeutendste Rutschungsaktivitätsperioden am Hernád (1926-1990);
 1 = unsicher identifizierbare Jahre, 2 = konkret identifizierbare Jahre, 3 = die wichtigsten Rutschungsperioden

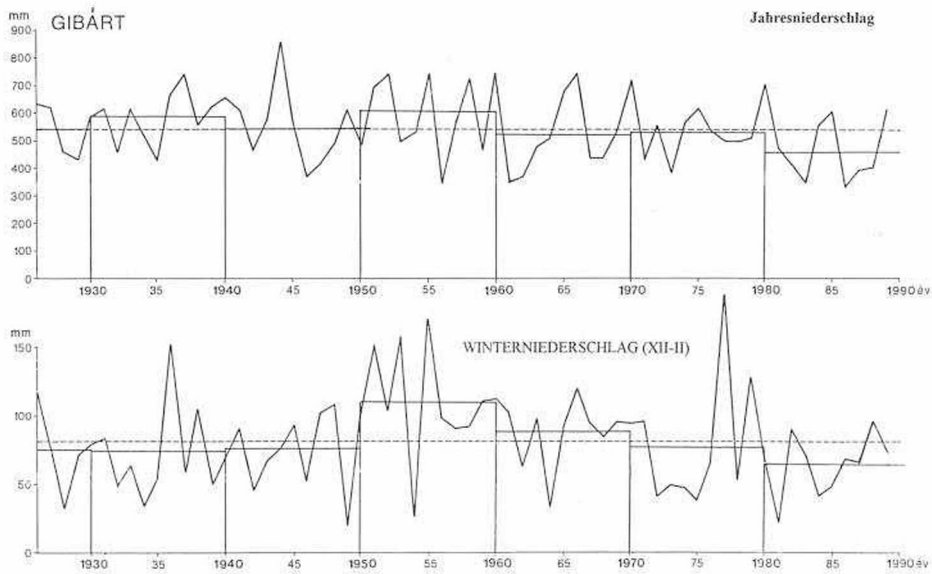


Abb. 9: Niederschlagsdiagramme (1926-1990) Station Gibárt (Die Ortschaft liegt am nördlichen Ende der dritten Hochuferstrecke des Hernád)

der Flußbettveränderungen (Flußbettverschiebung) des Hernád versuchten wir auf die Frage eine Antwort zu bekommen, ob die Hochuferentwicklung durch Rutschungen auch für die früheren Perioden des Holozäns, eventuell für das ganze Holozän gelten kann.

Auf der gegenwärtigen Talsohle wurden zwischen der Landesgrenze und des Taltors 17 nicht zu tiefe (maximal 5 m) Bohrungen durchgeführt, um das Alter der verlassenen – mehr oder weniger aufgeschütteten – Flußbettreste des Hernád zu bestimmen. Die Bohrungen erreichten das fluviatile Material bedeckende junge Sediment des Bettes, und E. FÉLEGYHÁZI (Lehrstuhl der Physischen Geographie L. Kossuth Universität, Debrecen) führte die Pollenanalyse der Bohrungsproben durch, in einigen Fällen wurde sogar eine ^{14}C -Altersbestimmung durchgeführt. Die Radiokarbonaten stammen aus dem Atomkernforschungsinstitut der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Debrecen, von E. HERTELENDY.

Die Ergebnisse zeigen, daß der Hernád während des Holozäns das Material seiner Talsohle völlig umlagerte, es wurden nämlich Bette gefunden, wo nach den Pollendiagrammen die Mooraufschüttung in einer Tiefe von 120 bzw. 180 cm schon vor 8 bis 9.000 Jahren begann. Von den drei, fluviatilen Schotter bedeckenden Moor-Horizonten der Bohrung Nr. 8 (vgl. Abb. 10) ist das älteste (zwischen 330 bis 340 cm) nach der ^{14}C -Altersbestimmung 6.400 Jahre alt. Das Pollenspektrum mehrerer Flußbette weist auf einen subborealen Ursprung hin. Die Pollenzusammensetzung des unteren Horizonts der Bohrung Nr. 17 bestätigt die für das Subatlantik gültige ^{14}C -Altersbestimmung (1890-1650 BP). Die Aufschüttung der verlassenen Flußbette war – vor allem durch das Abtragungsmaterial der von den naheliegenden Hügellandschaften kommenden fließenden Gewässer – an manchen Stellen ziemlich rapid. In der Bohrung Nr. 10 (vgl. Abb. 11) wurde in einer Tiefe von 230 cm Holzkohle gefunden, die erst 270 Jahre alt ist, und in der Nähe wurden sogar Maispollen gefunden.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die oben kurz zusammengefaßten Untersuchungen weisen darauf hin, daß der Hernád während des Holozäns sein Bett auf der Talsohle oft veränderte, so wurde durch die Verlegung seiner bis zur Gegenwart existierenden Flußschlingen auf dem unteren Rand des Hochufers die unterwaschende Tätigkeit immer wieder aufrechterhalten. Dies bedeutet aber, daß das Hochufer im Holozän beträchtliches Rückschreiten zeigt, seine Oberfläche wurde sogar durch mehrere Rutschungsgenerationen geformt. Diese Rutschungsdynamik macht deutlich, daß in der etwa 30 km langen Hochuferstrecke in der Gegenwart nur Rutschungsformen kartiert werden können.

Die Abhandlung wurde mit der Unterstützung der OTKA (Landesfonds der Wissenschaftlichen Forschungen) gemacht.

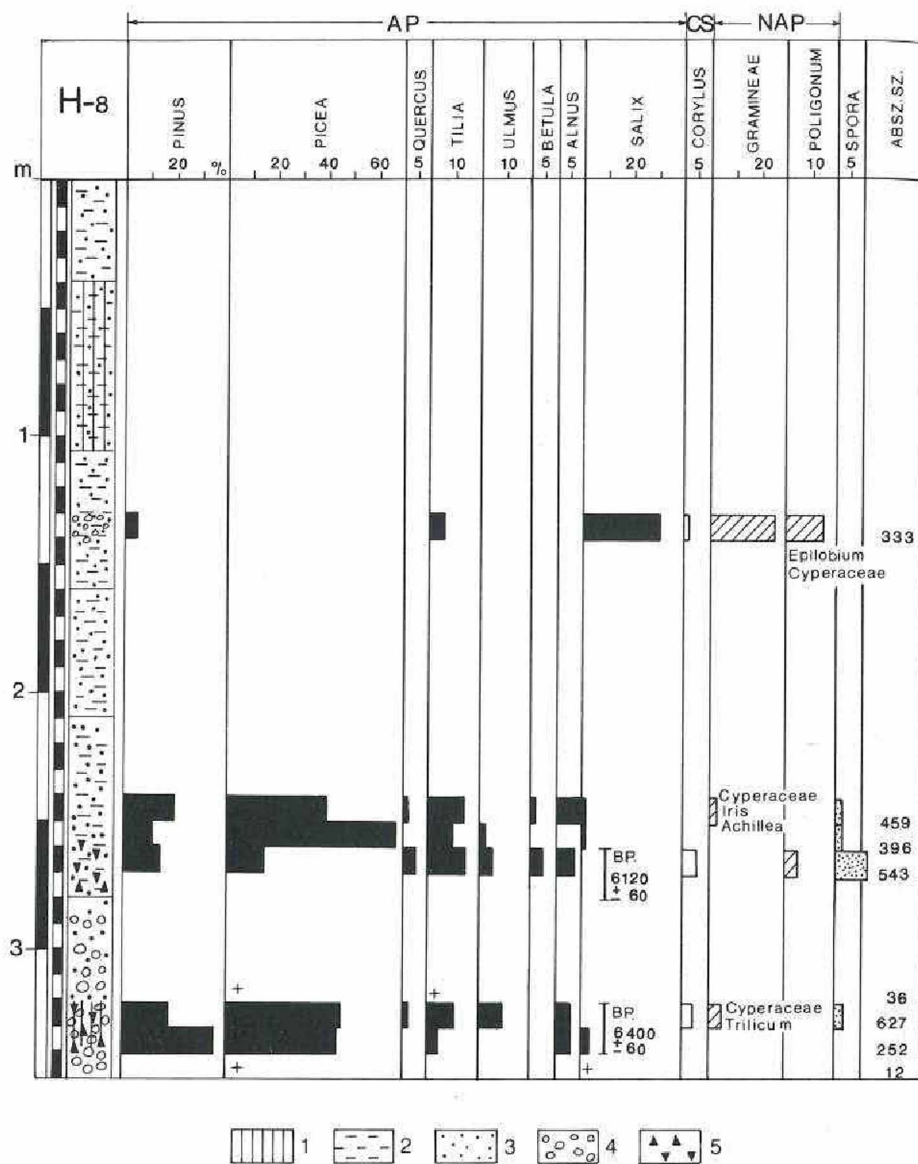


Abb. 10: Pollendiagramm der Bohrung Nr. 8 mit ¹⁴C-Daten

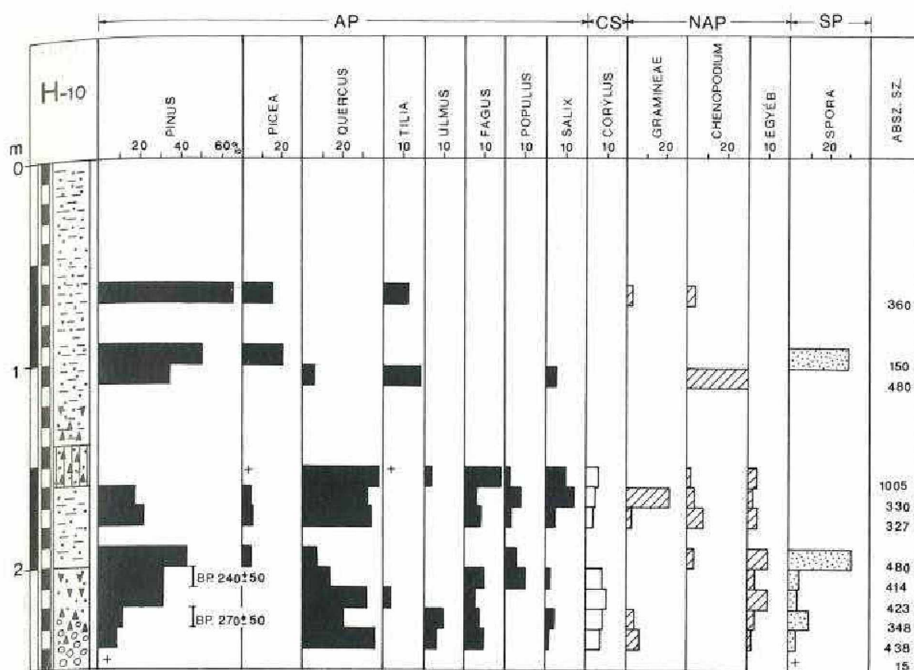


Abb. 11: Pollendiagramm der Bohrung Nr. 10 mit C¹⁴-Daten

6. Summary

Josef Szabó: The Role of Landslide Processes in the Morphological Development of Riverside Steep Banks – The Example of the Hernád-Valley in Hungary

The study gives a survey – with respect to some general aspects of steepbank evolution – of the morphological problems of a riverside steep bank (Hernád-valley), which is the most active region of landslide processes in Hungary. Special emphasis is laid on the analysis of the lithological and relief conditions of landslides, as well as on the investigation of slide activity. The study also endeavours to find the relationship between the grades of activity and the geometry of the slope. Relying on a survey with questionnaires, those years of the last five decades are listed with most marked landslide frequency and correlated with a detailed evaluation of precipitation data. In order to determine the character and duration of fluvial activity (lateral erosion), which supplies the gradient conditions for the landslide processes, the data from drillings in the abandoned riverbeds of the Hernád are also evaluated. Palynological analysis and radiocarbon examinations demonstrate that the riverbed was transposed several times during

the Holocene, thus, the washaway of the steep bank could repeatedly occur in more than one segment. Repeated lateral erosion, in its turn, was always capable of renewing the gradient conditions of landslides.

7. Literaturverzeichnis

- BREMER H. (1989), Allgemeine Geomorphologie. Berlin, Stuttgart. 450 S.
- BÜDEL J. (1970), Pedimente, Rumpflfläche und Rückland-Steilhänge: deren aktive und passive Rückverlegung in verschiedenen Klimaten. In: Zeitschr. f. Geomorph., NF 14/1, S. 1-57.
- SZABÓ J. (1991), A csuszamlásos folyamatok tér – és időbeli változásai Magyarországon (Raumzeitliche Änderungen der Rutschungsprozesse in Ungarn – deutsche Zusammenfassung). In: Acta Geogr. Debrecina, XXVIII-XXIX, S. 279-297.
- SZABÓ J. (1992), Landslide processes and forms in the Hungarian mountains of volcanic origin. In: KERTÉSZ A., KOVÁCS Z. (Hrsg.), New perspectives in Hungarian Geography (= Stud. in Geogr. in Hungary, 27), S. 59-71. Budapest.
- SZABÓ J. (1993), Vergleichende Untersuchung der Rutschungsprozesse in Ungarn (= Berliner Geogr. Arb., Heft 79), S. 133-161. Berlin.
- YOUNG A. (1975), Slopes. In: CLAYTON K.M. (Hrsg.), Geomorphology texts-3, S. 288. Longman.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [137](#)

Autor(en)/Author(s): Szabo Josef

Artikel/Article: [Stellenwert der Rutschungsprozesse bei der morphologischen Entwicklung der Hochuferstrecken von Flüssen – dargelegt am Beispiel des Hernad-Tales in Ungarn 141-160](#)