

41. —: Przyczynki do znajomości krasu Polski. Część II. Zapadłe doły we wschodniej części lasów starochwicznych. *Przegl. Geogr.* XXII. Warszawa 1948—1949. pp. 225—288.
42. ROZYCKI, S. Z.: Czwartorzęd Jury Częstochowskiej i sąsiadujących z nią obszarów. The Quaternary in the Częstochowa region and in its surroundings. *Przegl. Geogr.* VIII, Warszawa 1960. pp. 427—428.
43. RZECHOWSKI, J.: Kopalne formy krasowe z kamieniołomu w Rejowcu. Fossil karst forms from Rejowiec Quarry. *Kwartalnik Geol.* VI, 1. Warszawa 1962. pp. 109—123.
44. SAMSONOWICZ, J.: Objasnienia arkusza Opatów. Feuille Opatów. Explication. Państw. Inst. Geol. 1. Warszawa 1934. pp. 51—54, 97—98.
45. —: Zjawiska krasowe i trzeciorzędowa brekcja kostna w Węzach pod Działoszynem. Karst phenomena and Tertiary bone breccia at Węże near Działoszyn. *Zabytki przyr. nieożyw.* 3. Warszawa 1936. pp. 147—155.
46. STARKEL, L.: Rozwój morfologiczny progó Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzycianą. Morphological evolution of the escarpment of the Pogórze Karpackie between Dębica and Trzyciana. *Prace Geogr. PAN.* XI. Warszawa 1957. p. 27.
47. SULIMSKI, A.: O nowym stanowisku kopalnej fauny kręgowców w okolicy Działoszyna. New fossil Vertebrata fauna near Działoszyn. *Przegl. Geol.* Warszawa 1962. pp. 219—222.
48. SZAFER, W.: Pliocenińska flora okolic Czorsztyna. Pliocene flora from the vicinity of Czorsztyn (West Carpathians). *Inst. Geol. Prace.* XI. Warszawa 1954.
49. —: Mioceńska flora ze Starych Gliwic na Śląsku. Miocene flora at Stare Gliwice in Silesia. *Inst. Geol. Prace.* XXXIII. Warszawa 1961.
50. SZAFŁARSKI, J.: Zarys ukształtowania Wyżyny Śląskiej. Zjawiska krasowe. Górny Śląsk. *Prace i materiały geogr.* Kraków 1955. pp. 87—88.
51. TYCZYŃSKA, M.: Klimat Polski w okresie trzeciorzędowym i czwartorzędowym. The climate of Poland during the Tertiary and Quaternary. *Czas. Geogr.* XXVIII. Wrocław 1957. pp. 131—166.
52. TYCZYŃSKA, M.: A pre-Tortonian karst surface in the vicinity of Cracow. *Bull. de l'Acad. Pol. des Sci. Serie des sci. chim., geol. et geogr.* VI, 6. Warszawa 1958. pp. 399—401.
53. WALCZAK, W.: Czwartorzęd i morfologia południowej części Jury Krakowskiej. The relief and Quaternary in the southern part of the Cracow Jura. *Inst. Geol. Biul.* 100. Warszawa 1956. pp. 419—453.
54. WALCZOWSKI, A.: Zjawiska krasowe w utworach paleozoicznych w okolicy Łagowa. Karstic phenomena in the Paleozoic rocks in the vicinity of Łagów. *Przegl. Geol.* IX. Warszawa 1962. pp. 457—460.
55. WILGAT, T.: Kras okolicy Cycowa. Karst in the surroundings of Cyców. *Ann. UMCS. B.* IV, 9. Lublin 1949. pp. 229—252.
56. —: Jeziora Łęczyńsko-Włodawskie. The lakes between Łęczno and Włodawa. *Ann. UMCS. B.* VIII. Lublin 1954. pp. 37—114.
57. WOJCIK, ZB.: Zjawiska krasowe i jaskinie Tatr. *Wierchy.* XXVII. Kraków 1959.
58. —: Preglacialny lapiez w Szaflarach na Podhalu. Preglacial lapies at Szaflary in the Podhale region. *Kwartalnik Geol.* IV. Warszawa 1960. pp. 1039—1053.
59. WRZOSEK, A.: Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich. *Wiadom. Służby Geogr.* III. Warszawa 1933. pp. 1—43.

NEUE DATEN UND BEOBACHTUNGEN

ZUR KENNTNIS DER PALÄOKARSTERSCHEINUNGEN IN UNGARN

Mit 7 Abb. und 3 Bildern

P. Z. SZABÓ

Die Untersuchung der in Ungarn durchweg bedeckten Paläokarstformen ist nicht nur eine morphologische Aufgabe, sie ist auch mit dem Studium der Füllsedimente in den Hohlformen verbunden und darüber hinaus mit einer stets schwer zu lösenden Frage des Bergbaus: Der Ermittlung der wahrscheinlichen Stellen von Karstwassereinbrüchen. So kann sich der Karstmorphologe im Verein mit dem Geologen, Paläoklimatologen und Geochemiker an der Lösung praktischer Probleme nützlich beteiligen.

Die Korrosion schafft im Bereiche der Karbonatgesteine einen äußerst vielfältigen Formenschatz. Die Formausbildung und Formänderung ist außer von den klimatischen Faktoren in hohem Maße von der Gesteinsbeschaffenheit abhängig. Dazu schreibt H. LEHMANN (1): „Keineswegs aber ist das Kegelkarstgebiet identisch mit der Verbreitung der Kalke überhaupt. Es gibt sowohl auf Kuba, wie auf Jamaica mehr oder minder ausge-

dehnte Kalkgebiete, die nicht den Formenschatz des tropischen Kegelkarstes aufweisen, sondern nur die gewöhnlichen Karsterscheinungen. Wo dies nicht der Fall ist, kann das Fehlen der sonst typischen Kegelkarstformen in ursächlichem Zusammenhang mit der unreinen, kreidigen oder mergeligen Beschaffenheit der Kalke gebracht werden.“

In Ungarn lenkte die Bauxit- und Steinkohlenforschung die Aufmerksamkeit auf die Karstreliktformen aus der Kreidezeit (2, 3). Heute können wir schon mit Recht die bedeckten Karstformen der Kreidezeit und des Paläozäns als ein Ergebnis eines tropischen Vorzeitklimas betrachten (4, 5). Dennoch zeigen diese Formen nicht in jedem Falle die charakteristischen Merkmale des Tropenkarstes. Im norischen Dolomit und rhätischen Kalkstein der oberen Trias, weiterhin im Kalk vom Dachsteintyp des unteren Lias, und schließlich in den Obermalmkalken finden wir typische, unverkennbar tropische Karstformen. Dagegen

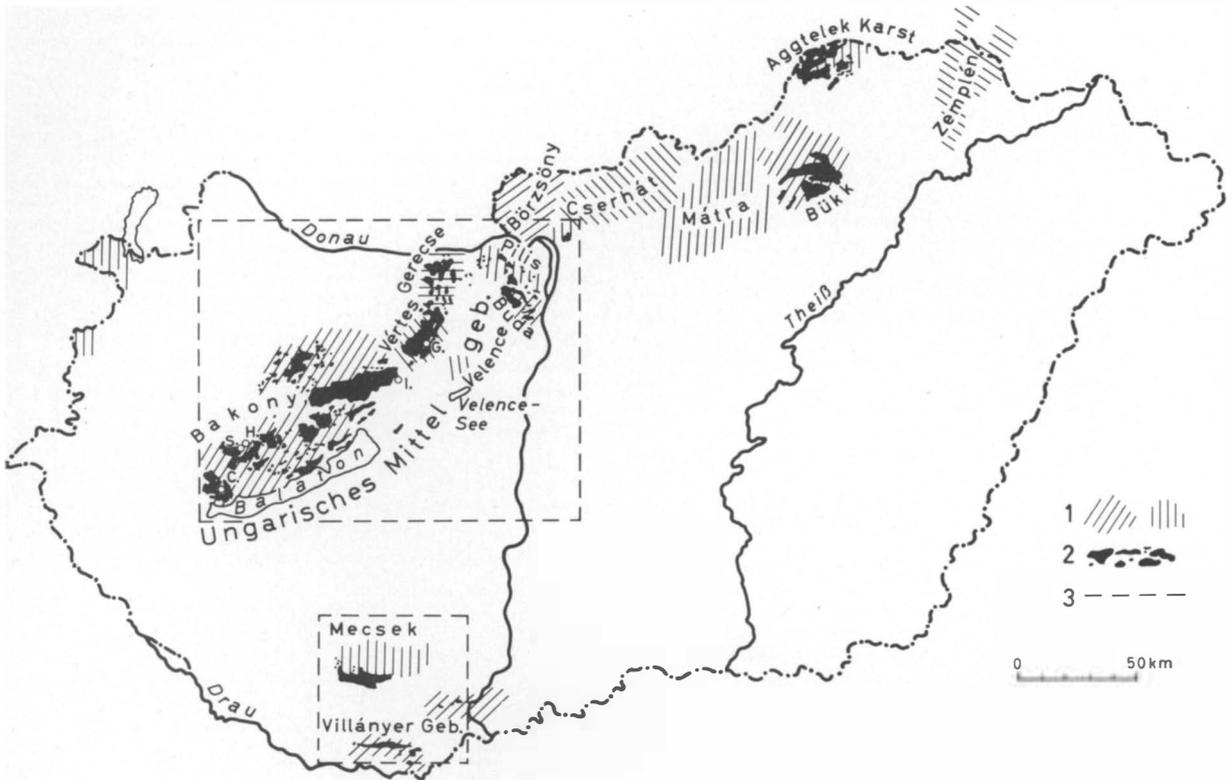


Abb. 1: Übersichts- und Lageskizze des Ungarischen Mittelgebirges als Sammelname für Bakony-Wald, Vértes-, Pilis-, Gerecse- und Buda-Gebirge.

1 Gebirgsgruppen (schematisiert); 2 Kalk- und Dolomitgebiete; 3 Lage der Abb. 2 und 3; S. = Szöc, H. = Halimba, G. = Gant, I. = Iszcaszentgyörgy, C. = Cseszegtomaj.

zeigen sowohl die Karbonatsedimente der Eozäntransgression, als auch die noch jüngeren Kalkformationen keine Karstformen tropischen und subtropischen Charakters, obwohl ein feucht-warmes Klima wenigstens bis zur Mitte des Miozäns nachgewiesen werden kann. Den transgredierenden Sedimenten ist nämlich ein großer Prozentsatz nicht-kalkigen Materials terrestrischen Ursprungs beigemischt, so daß die Bedingungen für die Ausbildung eines tropischen Karstreliefs von petrographischer Seite her nicht gegeben waren.

Die typischen tropischen Karstformen treten im Ungarischen Mittelgebirge und dem Gebirge von Villány auf (Abb. 1). Das Ungarische Mittelgebirge ist ein mesozoisches Grundgebirge, das im Süden von einem hauptsächlich aus kristallinen Schiefen aufgebauten varistischen Grundgebirge begrenzt wird. Diese sind jedoch von mächtigen jüngeren Tertiärschichten bedeckt, so daß sich nur vereinzelte Schollen, hauptsächlich das Velence-Gebirge über die Oberfläche erheben (Abb. 2).

Das varistische Grundgebirge ragte bis in die Mitte des Tertiärs noch über die Erosionsbasis auf. Seine Oberfläche war unseren Kenntnissen nach eine Rumpffläche. Die Verwitterungsprodukte

wurden von den Gewässern in W-, NW- und N-Richtung verfrachtet und auf der Kalkoberfläche des Ungarischen Mittelgebirges abgelagert. Auch die Tonmineralien, welche die Hohlformen der hier entstandenen Karstgebilde ausfüllen, lassen auf eine Herkunft aus dieser Richtung schließen.

Die Klärung des Entstehens der Bauxitformation und der Bauxitbildung verdanken wir der Arbeit von E. VADASZ (2). Ihm folgte in seiner Arbeit K. BARNABAS. Das Problem der Bauxitbildung untersuchte Gy. BARDOSSY mittels geochemischer Methoden sehr eingehend. Er arbeitete statistisch ungefähr 150 000 Analysendaten auf (11) und wies durch kartographische Darstellung der Mittelwerte des Al_2O_3 -Gehaltes der einzelnen Bauxitlager nach, daß das Bauxitvorkommen mit höchstem Al_2O_3 -Gehalt in der Achse des Ungarischen Mittelgebirges liegt, und zwar in zwei parallelen, von NO nach SW orientierten Zonen (Abb. 3). Die Breite des optimalen Bereiches beträgt ungefähr 10 km. BARDOSSY bemerkt, daß „die optimale Zone wahrscheinlich jene Ebene mit niedrigem Kegelkarstcharakter war, welche das Ufer des Meeres der Kreidezeit umsäumte und auf der die Bauxitbildung im primären Sediment von



Abb. 2: Geologische Verhältnisse des Ungarischen Mittelgebirges (schematisiert nach Gy. BÁRDOSSY).

1 großtektonische Grenzen (n. E. Vardász); 2 Paläozoikum unter junger Bedeckung; 3 paläozoische Gesteine an der Oberfläche; 4 Trias und Jura; 5 Kreide; 6 Eozän; 7 Basalt und Andesit.

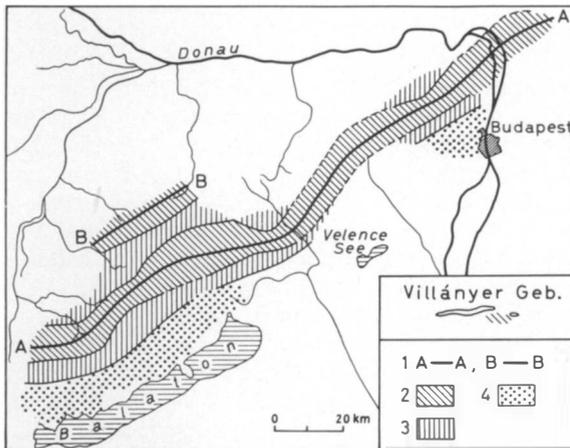


Abb. 3: Der Al_2O_3 -Gehalt im Ungarischen Mittelgebirge (nach Gy. BÁRDOSSY).

1 A—A, B—B Achsen des durchschnittlich größten Al_2O_3 -Gehaltes; 2 Bauxitlager bester Qualität und tonige Bauxitablagerungen; 3 Tone mit Bauxiten; 4 kaolinitische Tone. Rechts unten die Bauxitlager von Nagyharsány im Villányer Gebirge.

noch tonartigem Charakter vor sich ging“ (11). Je mehr wir uns von der optimalen Zone entfernen, um so mehr wird der Ton kaolinitisch.

Die Verwitterungsprodukte der metamorphen und eruptiven Gesteine des Paläozoikums, die von Südwesten her in das Karstgebiet eingeschwemmt wurden, waren überwiegend von kaolinitischem Charakter (fireclay). In den Karsthohlformen begann die Bauxitisierung. Die Desilifizierung wurde begünstigt bzw. ermöglicht durch das Zusammen-

treffen des schwach saure Reaktion aufweisenden Residuums und der sedimentierten kaolinitischen Tone mit dem basischen Karstwasser. Das Kieselsäuregel wurde durch die Karstwasserbahnen abtransportiert (12). Die Umwandlung des in den Dolinen angesammelten allochthonen Sediments in Bauxit geschah demnach lokal, der Bauxit ist also nicht aus der Ferne eingeschwemmt worden.

Im Bauxit der oberen Kreide von Halimba befanden sich nach den Mitteilungen von H. M. DEAK und I. PALFALVI schlecht erhaltene Blätterreste, die mit heute lebenden Formen verglichen, auf subtropisches Klima hinweisen. Es handelt sich nicht um angeschwemmte Pflanzenteile, da ihre pyritischen Wurzeln in den Bauxit eindringen (19). K. BARNABAS fand im oberen Teil des Bauxitvorkommens von Halimba-Cseres eine tropische Süßwasser-Gastropodenfauna (20), J. NOSZKY Bruchstücke von Krokodilzähnen, J. KISS hingegen im Bauxit von Gánt den Farn Osmundacea, der gleichfalls für ein tropisches Klima zeugt (21). Der Klima charakter wird also auch durch die Biozönose angezeigt.

In der unteren Kreide, dem Barrem entsprechend, zeigen sich im Ungarischen Mittelgebirge in der Umgebung von Ajka und von Alsóperre erste Spuren des Karstbauxits. Dieser erstreckte sich in südlicher Richtung auch in das Gebiet des Mecsek- und Villányer-Gebirge (Abb. 1). Möglicherweise bildeten sich damals jene Abflußverhältnisse aus, durch welche die kaolinitischen Tone auf die Karstoberfläche des Ungarischen Mittelgebirges gelangen konnten. Später wandelten sich stellenweise die von Karstkegeln umsäumten, poljeartigen Vertiefungen infolge weiterer Senkung, in kleinere oder größere Binnenseen um. Zu dieser Zeit trat an die Stelle der Bauxitbildung die Steinkohlenbildung aus tropischem bzw. subtropischem Pflanzenmaterial.

Morphologische Untersuchung des Paläokarstes

Paläokarstformen in der Umgebung von Nyírád, Halimba und Szóc.

Dolomit und Kalkstein aus der oberen Trias sind verkarstet. Die Verkarstung folgt den tektonisch vorgezeichneten Linien. Das Gebiet zerfällt strukturell und morphologisch in drei Teile. Am umfangreichsten ist das Becken von Nyírád mit einer abwechslungsreichen Oberfläche. Das kleine Becken von Szóc — Rókaharasz — ist ein charakteristisches Urpolje. Im Halimba-Becken ist nur dessen Südrand stark gegliedert, gegen N setzt es sich in einer charakteristischen Karstrandebene fort, aus der nur wenige stumpfe Kegel aufragen. Die liegende Dolomitoberfläche — im we-

sentlichen handelt es sich um die Karstrandebene — befindet sich in ungefähr 100 m absoluter Tiefe (20). Aus dieser Tiefe erhebt sich steil, morphologisch durch senkrechte Wände begrenzt, einsam der Gyürhegy bis zu einer Höhe von 320 m.

Gestützt auf die beobachtbaren Phänomene, versuchte ich, in einem idealen Landschaftsbild die Charakteristika des Paläokarstes zu veranschaulichen (Abb. 4).

Neben der Ortschaft Szóc im Bauxitbergwerk von Rókaharasztt (Abb. 4) ist der Karstformenschatz sehr vielfältig. Es liegt hier ein Urpolje mit gegliedertem Rand vor. Die Kante des in den Dolomit eingebetteten Poljes ist stellenweise an der Oberfläche exhumiert gut erkennbar. Diese Bauxitlagerstätte von Szóc besteht aus dicht beieinanderliegenden Dolinen mit steiler Wandung, die eine Vertiefung umgeben. Die Tiefe der Dolinen

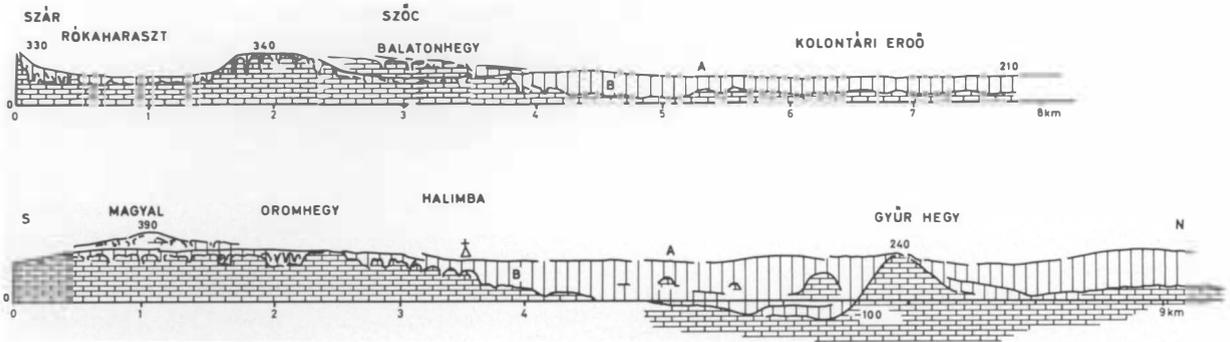


Abb. 4: Die oberkretazischen Paläokarstformen in der Umgebung von Szóc und Halimba (z. T. theoretisch).

A = heutige Oberfläche, B = oberkretazische Karstoberfläche; Rókaharasztt = steilrandig begrenzte Urpolje; nördlich Balatonhegy und Halimba Karstrandebenen; Gyür Hegy = Rest eines Karstturmes.

Unter Einwirkung des tropischen Klimas nahm der Vorgang mit der Ausbildung der Karstrandebene seinen Anfang. Es entstand die charakteristisch gewellte Oberfläche der Karstrandebene des Halimba-Beckens. Aus ihr ragen als Zeugen der Gyürhegy und noch einige Turmtrümmer hervor (Abb. 4). Das südliche Hintergelände ist hingegen durch Kegel und steilwandige Dolinen von 20 bis 30 m Tiefe vertikal zergliedert. Dieser Vorgang setzte sich auf Kosten des nach SO gelegenen Geländes fort. Auf den bauxithaltigen Ton lagerten sich in Richtung NW—SO Süßwasser-, Brackwasser-, später Salzwassersedimente (20). Die Verkarstung und Bauxitbildung verschob sich demnach in der oberen Kreideperiode in südlicher Richtung.

Wir müssen hier die Bedeutung der unterirdischen Karstgänge besonders hervorheben. Das Tonmaterial gelangte nicht von oben in die Dolinen, vielmehr brachten die unterirdischen Gänge aus SO-Richtung sowohl die sauren Lösungen, als auch die schwebenden Teilchen vom Abtragungsgebiet des Grundgebirges. Am Boden und an den Wänden der Dolinen können wir heute mit Tonen verstopfte Gänge finden. In Halimba wurde unter dem bauxitischen Ton im Dachsteinkalk in einer Tiefe von 70 m Roterde erbohrt (27). In den Kalcken waren die unterirdischen Gänge so entwickelt, daß sie vermutlich nicht nur beim Antransport der feinkörnigen Tonmineralien, sondern auch bei deren Abtransport eine Rolle spielen konnten.

beträgt 20—25 m. Der bauxitische Ton deckt die Dolinen völlig ein und reicht bis an den Rand des über den Dolinen liegenden Urpoljerandes. Die Dolinen haben eine Länge von 50—200 m und eine Breite von 20—80 m, ihre Wandung ist jedoch immer steil (26). Diese Maße weisen darauf hin, daß sich mehrere Dolinen infolge der Kalklösung vereinigten. Das Bodenniveau der Dolinen ist flach, stellenweise mit Überbleibseln stumpfer Kegel durchsetzt. Anscheinend verlief die Verkarstung in zwei Etagen: Auf einer tiefer gelegenen durch Dolinen und poljeartigen Vertiefungen abwechslungsreichen Oberfläche, die jedoch verschüttet und so zum oberen Niveau wurde. Dieses obere Niveau stellt eine weite, eingeebnete Fläche dar, die von niedrigen Rändern umsäumt ist. Auf ihr bildeten sich die Bauxitflöze des Beckens aus.

Die Dolinen von Cserseztomaj

Im Dolomit sind dicht nebeneinander Trichter vorhanden, die stellenweise nur mehr durch einen schmalen, niedrigen Kamm verbunden sind. Ihre Tiefe beträgt 10—60 m, die Wände sind steil, senkrecht und an einigen Stellen überhängend. Eine Deckformation ist nicht vorhanden, ja sogar die Rumpffläche des Dolomits ist stark abgetragen. Unzweifelhaft gingen die Dolinen im Kreidezeitalter von einer Rumpffläche aus, also von einem Niveau, welches wesentlich höher lag als das heutige. Daher ist ihre jetzige Tiefe, mit der ursprünglichen verglichen, geringer. Im kaolinitischen

schen Ton, der die Dolinen ausfüllt, begann die Bauxitbildung. Dies beweist die stellenweise Anwesenheit von 10—15 % Hydrargillit (28). Das mit Dolinen gespickte Gelände hat — unseren heutigen Kenntnissen nach — ein Areal von 4 km²; es dürfte aber viel größer gewesen sein.

Zieht man in Betracht, daß die Dolinen in ihrem heutigen verstümmelten Zustand 10—40 m voneinander entfernt liegen, so wird bei vertikaler Ergänzung der Dolomitwände ein Bild entstehen, das einer Cockpitlandschaft gleicht (Abb. 5). Die Dolinenwurzeln reichen dann bis in die Nähe des Karstwasserniveaus. Ähnliche Formen können wir nur in reinen Karbonatgesteinen finden, die unter tropischem Klima verwittern.

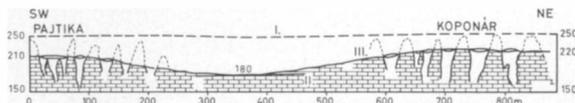


Abb. 5: Die Paläokarstdolinen bei Cserszegtomaj zwischen den Bergücken Pajtika und Koponár (z. T. theoretisch). I wahrscheinliche Lage der Rumpfoberfläche in der Kreidezeit; II Niveau der Pliozän-Transgression; III heutige Landoberfläche; die abgetragenen Kegel sind rekonstruiert.

Die Wände der Dolinen sind immer steiler als 70°. Ihr Querschnitt ist kreis- oder ellipsenförmig. Gegen den Boden zu verjüngen sich einige sehr stark, so stark, daß während des Bergwerkbetriebes nur für eine Person Arbeitsraum vorhanden war. Die Seitenwände zeigen eine stark korrodierte Oberfläche. Die feinen Tonsedimente, deren Korngröße hier bis zu 6 μ ansteigt, dürften gleichfalls durch Boden- und Seitenspalten in die Doline gelangt sein. Nur später, nach Hebung der Erosionsbasis konnte die Sedimentation sämtliche Karstvertiefungen ausfüllen. Wo der Rand dieser Kegelkarst-Oberfläche gewesen sein mag, können wir heute noch nicht bestimmen.

Der Paläokarst von Urkut-Csárdahegy

Östlich von Akja tritt heute liassischer, reiner Brachyopodenkalk und Ammonitenkalk zutage. Der Manganerzbau neben Urkut am Csárdahegy erschloß die mit Lockermassen verhüllte Oberfläche des verkarsteten Kalkes. Die durch den Bergbau bis 25 m Tiefe freigelegte Karstschlucht ist mit manganerzführendem Material, das genetisch mit der Verkarstung nicht im Zusammenhang steht, und Tonsedimenten gefüllt. Die Tiefe der Schlucht wurde bis 36 m abgeteufte. Die heutige Oberfläche des Jurakalkes wurde durch flächenhafte Denudation geschaffen.

Die Karstform des Csárdahegy ist eigentlich eine sich nach unten verengende Karstschlucht von 30—40 m Tiefe, eine Karstgasse mit senkrechten

Wänden. Sie entstand entlang einer von NW nach SO verlaufenden Bruchlinie, besitzt aber auch hierzu quer verlaufende Abzweigungen. Dem Ende der Karstformenbildung folgte die Abfüllung mit tonigen Sedimenten.

Die verkarsteten grabenartigen Verwerfungen von Iszkaszentgyörgy

Der vorherrschenden NW-SO-Tektonik entsprechend besitzt das Terrain des Liegenden im Tagebau von Bitto (Abb. 6) südlich von Guttamási-Ujtelep den Charakter einer Karstrandebene und zeigt nur wenig Gliederung. Zwei Kilometer weiter nach Süden im József-Tagebau können wir in östlicher Richtung eine alte Karstoberfläche studieren. Die hervorragenden Dolomitformen sind abgerundet, oft liegt unter der Rinde aus Eisenoxyd eine Dolomitaschicht. Die Höhe der stumpfen Kegel läßt sich nicht gut bestimmen. Sie dürfte jedoch kaum höher als 5 bis 10 m betragen.

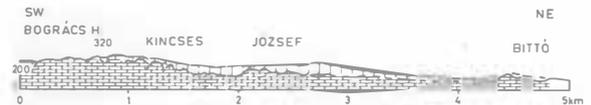


Abb. 6: Die Formenänderung der Paläokarstoberfläche von Bitto bis zum Bográcshegy bei Iszkaszentgyörgy (z. T. theoretisch).

Weiter südlich vom József-Tagebau, kaum 2 km entfernt, folgt der Tagebau von Kincses. Hier finden wir höhere, breitere Kegel als die soeben beschriebenen sowie steilwandige Blöcke mit gekappter Spitze. An ihren Seiten sind an mehreren Stellen die Spuren der Höhlenwasserläufe gut zu erkennen (Bild 1).

Hier herrschen schon die dolomitischen Kalksteine vor. Daher sind auch die Auflösungsformen reichlicher gegliedert (Bild 2). In Unkenntnis des Basisniveaus läßt sich die Kegelhöhe nicht bestimmen. Die Verkarstung erreichte eine wahrscheinliche Tiefe von 20 bis 30 m.

Das verhältnismäßig ausgeglichene Terrain des Tagebaus von Bitto kann also als Karstrandebene aufgefaßt werden. Davon südlich beim Tagebau von József erscheinen immer mehr Kegelrelikte und Kegelgruppen. Im Tagebau von Kincses stehen schon steilwandige Blöcke und Säulen von beträchtlicher Stärke. Ihre Höhe wurde durch die Denudation verstümmelt (Abb. 6).

Paläokarst des Vértes-Gebirges

Die Erdkrustenbewegungen, die dem Eozän folgten, versenkten oder hoben jene kleinen Becken, Urpöjlen, die tektonisch vorgezeichnet, jedoch durch die Verkarstung in endgültiger Form er-

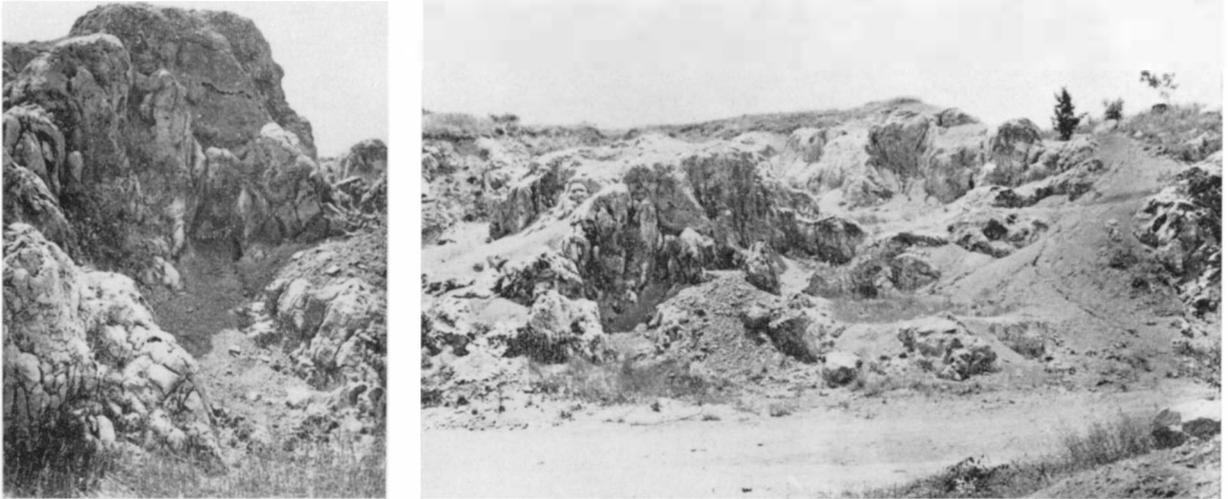


Bild 1 u. 2: Tagebau von Kincses bei Iszkaszentgyörgy.

1. Der Karstkegel besitzt an der Innenseite unten einen mit bauxitischem Ton gefüllten Höhlengang. 2. Das durch Auflösungsformen reich gegliederte Paläokarstrelief.

scheinen. In der Nähe von Gánt sind solche Urpoljen in einem Gebiet von ungefähr 3 bis 4 km² bekannt (27). An einigen Stellen der Karstoberfläche von Gánt ist jene Zerstückelung gut erkennbar, die sich nach dem nordwestlich-südöstlich verlaufenden Verwerfungssystem richtet. Die Karstformen erscheinen gerichtet (Bild 3). Hier sind die Dolomitrückens, die die Bauxitgräben an beiden Seiten begrenzen, stumpfrundförmig. Abgestumpfte Rumpfe ausgesprochen turmartiger Kegel ragen aus der mächtigen Bauxitschicht hervor. Die Höhe der Turmrelikte ist schwer zu bestimmen. In der Umgebung des Bagolyhegy müssen sich Kegel von mindestens 30 m Höhe befinden. Auch ist gut ersichtlich, daß hinter dem kegelartigen Rand des Bagolyhegy tiefe Dolinenreihen mit senkrechten Wänden zu erwarten sind (Abb. 7).



Bild 3: „Gerichtete“ Dolomitkarstwände bei Gánt. Sie spiegeln die tektonische Struktur wider. (Foto Z. TILDY)

Die tief abgesenkten Karstformen sind auch außerhalb des Südrandes des Vértes-Gebirges im Becken von Zámoly mit Sedimenten bedeckt. 14 km von Gánt in SW-Richtung, in der Umgebung von Magyaralmás, wurde in der Tiefe von 30—60 m in einer poljeartigen Einsenkung die Bauxitablagerungen erreicht, die von Kalkstein des mittleren Eozäns bedeckt waren.



Abb. 7: Die Dolomitkegel „Bagolyhegy“ in einer aufgelassenen Bauxitgrube bei Gánt.

Paläokarst der Gebirge von Buda, Pilis und Gerecse

Im Pilis-Gebirge, im Becken von Nagykovácsi, sowie in dessen Nachbarschaft, in Pilisvörösvár, Piliscsaba, Pilisszántó und in der Umgebung von Tinnye, aber auch anderenorts, finden wir einige Hohlformen, stumpfe Dolinen mit Bauxitresten. Diese stammen alle aus dem Ende der Kreidezeit. Ihr Hangendes bilden Schichten des unteren und oberen Eozäns, stellenweise solche des Pannonikums. Das Liegende ist überall obertriassischer Kalk und Dolomit (2).

Die Relikte der Dolinensysteme im Pilis-Gebirge haben infolge der ausgedehnten Oberflächen-denudation sehr verschiedene Tiefen. Beim Bergbau wurde festgestellt, daß es auch Dolinen mit einer Tiefe von 30—45 m gibt (32).

GY. VARJU schreibt: „In den Dolomitdolinien, bzw. in ihren Trümmern finden wir rote, gelbe und weiße Tone, die bei ihrer Entblößung an der charakteristischen roten Farbe leicht zu erkennen sind. Wir können mit Recht annehmen, daß sie einst die Oberfläche eines größeren Gebietes gleichmäßig bedeckten, da wir ihre Trümmer auf Schritt und Tritt finden. Infolge Denudation lange andauernder festländischer Zeitperioden verschwanden sie oder wurden überschichtet . . .“ (32).

Wenn wir die paläomorphologischen Rekonstruktionen des Profils von S. JASKO versuchen, können wir im Falle des Bauxitlagers von Pilisszántó die Karstform tropischen Charakters als wahrscheinlich annehmen. Am Rande des Poljebodens mit ungleicher Oberfläche erhebt sich ein verstümmelter Kegelkarst. Besonders auf der Flur Krizsnyi-Cseszt von Pilisszántó läßt sich in der Umgebung des Bauxits guter Qualität der Formenschatz des tropischen Karstes erkennen (33). Die Gesteinsoberfläche des Urkarstes bedeckt eine glänzende, schwarze Eisenrinde. An einzelnen Stellen werden die 1 bis 2 m starken verwitterten und eingestürzten Felsblöcke des Kegelkarstes durch Rotlehme tropischen Charakters verkittet. Das Hangende der Bauxitablagerungen besteht aus Eozän-Tonen mit Pyritknollen. JASKO erwähnt, daß in diesen Decktonen die Frucht einer Palme gefunden wurde (33).

Das Gebiet des Braunkohlenbergbaus in Dorog

Die tropische Verkarstung schuf in diesem Gebiet äußerst komplizierte Formen. Die Poljen und Dolinen werden von Steinkohle, Kalk und Mergel enthaltendem Süßwassersediment des unteren Oligozäns ausgefüllt. Den Bergbau bedrohen jene Urhöhlen, deren Gänge durch tonige Sedimente verstopft wurden. Die mit Wasser gefüllten Höhlen sind jedoch erhalten geblieben. Unter ihnen gibt es aber auch solche, die durch jüngere Brüche aufgeschlossen und dem rezenten karsthydrologischen System einverleibt wurden.

Die Frage der Weiterverkarstung

Mit dem Verlauf der Gestalterhaltung, bzw. der Gestaltänderung der exhumierten, also wieder an die Oberfläche gelangten Formen, befaße ich mich an anderer Stelle. Hier interessieren uns die Änderungen der unter der Oberfläche befindlichen, richtiger, der im geologischen Sinne bedeckten Formen. In Verbindung mit der Frage möchte ich auf jene Feststellungen von GY. BARDOSSY hinweisen, die sich auch an das morphologische Problem knüpfen.

Als die bauxitischen Tonmineralien in der Kreidezeit die Karstvertiefungen ausfüllten und die

damalige Erosionsbasis — infolge Sinkens des Geländes — mit den Karst-Bauxit-Bildungen auf ein Niveau gelangte, begann im erdgeschichtlichen Sinn die andauernde Überflutung, das Versumpfen, das von der kohlenführenden Ablagerung begleitet war. Das Grundwasser entfernte die ausgelöste Ferrosäure, es entstand eisenarmer, pyritischer Bauxit, bzw. bauxitischer Ton (11, 12). Die faulenden organischen Stoffe entwickelten H_2S . Das Ferrieisen wurde in den losen oberen Schichten zu Pyrit und Markasit reduziert. Später sickerte die, infolge Pyritzerfalls entstandene, Schwefelsäure abwärts und wurde, als sie auf die Oberfläche des Dolomits, bzw. Kalksteins gelangte, ausgefällt. Hierdurch bildete sich eine hämatit-goethitartige Eisenschicht von einigen Zentimetern. Unter dieser entstand ein staubartiges, weiches Dolomitpolster.

Entlang der Lithoklasen sickerten die schwefelsauren Lösungen weiter und drangen auch in das Gefüge des Dolomits ein — stellenweise (Nyírád, Halimba) bis in Tiefen von 2 bis 3 Metern — wo sie den Dolomit zersetzten und, mit Karstwasser vermischt, diesen breiig und brüchig machten. Umwandlungen solcher Art besitzen jedoch ein geringes Ausmaß, sie sind nicht formbildend, sondern formzerstörend. Ihr von den örtlichen Umständen abhängender Charakter läßt sich leicht erkennen. Den Formenschatz der tropischen Verkarstung verstümmeln sie nicht wesentlich.

Literaturverzeichnis

1. Lehmann, H.: Der tropische Kegelkarst auf den Großen Antillen, Erdkunde, Bd. VIII, Heft 2, 1954.
2. Vadász, E.: Bauxitföldtan, [Bauxitgeologie], Budapest, 1951.
3. Barnabás, K.: A magyarországi bauxitbányászat földtani feltételei, [Die geologischen Verhältnisse des ungarischen Bauxitbergbaus], Bányászati Lapok, 10/88, 9. 1955.
4. Szabó, P. Z.: Magyarországi karsztformák kimatorténeti vonatkozásai, [Paläoklimatische Beziehungen der Karstformen in Ungarn], Földrajzi Közlemények, IV/LXXX, 1956.
5. Szabó, P. Z.: Karstic Landscape Forms in Hungary in the Light of Climate History, Studies in Hungarian Geographical Sciences, Budapest, 1960.
6. Végh Sándorné: Üledékföldtani jellegzetességek triász karbonátos kőzetekben, [Frau S. Végh: Sedimentpetrographische Eigenschaften karbonatischer Gesteine aus der ungarischen Trias], Földtani Közöny, LXXXVII, 1, Budapest, 1957.
7. Szentes, F.: Bauxitkutatás Ajka-Városlöd-Öcs közötti területen, [Bauxitschürfung im Gebiete zwischen Ajka, Városlöd und Öcs], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957.
8. Vadász, E.: Magyarország földtan, [Geologie Ungarns], Budapest, 1960.
9. Barnabás, K.: A magyarországi kréta bauxitelfordulások rétegtani helyzete, [Stratigraphische Lage der kreatazischen Bauxitvorkommen in Ungarn], M. All. Földtani Int. Évk., XLIX, 4, 1961.
10. Jaskó, S.: Adalékok a Gerecse- és Pilishegység közötti földtanához, [Beiträge zur Geologie des Gebietes zwischen den Gebirgen Gerecse und Pilis], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957.

11. *Bárdossy, Gy.*: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata, [Examen geochimique des bauxites Hongroises], Budapest, 1961. M. All. Földt. Int. alkalmi kiadványa..
12. *Bárdossy, Gy.*: A magyar bauxit összetételének és keletkezésének kérdései, [Die Fragen der Zusammensetzung und Genese des ungarischen Bauxits], M. All. Földt. Int. Évk., XLIX, 4, Budapest, 1961.
13. *Vörös, I.*: Iszkaszentgyörgyi bauxitszelvények mikro-mineralógiai és nyomelemvizsgálata, [Examen micro-mineralogique et des éléments sporadiques des coupes de bauxite de Iszkaszentgyörgy], Földt. Közlöny, LXXXVIII, 1, Budapest, 1958.
14. *Stevens, R. E.* — *Carron, M. K.*: Simple field test for distinguishing minerals by abrasion pH. — Amer. Miner. 33, 12, 1948.
15. *Széky-Fux, V.* — *Szepesi, K.*: The role of loess in alkali soil formation. — Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 6. 1-2, 1959.
16. *Okamoto, G.* — *Okura, T.* — *Gota, K.*: Properties of silice in water. — Geochimica et Cosmochimica Acta. 12. 1-2, 1957.
17. *Rozlozsnik, P.*: A csingervölgyi bányászat msultja, jelene és jövője, [Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Bergbaues im Csingertale], Földt. Int. Évi Jel., 1933—1935-ről, 3, 1940.
18. *Lóczy, L.*: A Balaton környékének geologiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése, [Geologie der Umgebung von Balaton . . .], Budapest, 1913.
19. *H. Deak, M.* — *Palfalvy, I.*: Növényi maradványok a halimbai bauxitban, [Pflanzenreste aus dem Halimbaer Bauxit], Földt. Közl., LXXXVIII, 1, 1958.
20. *Barnabás, K.*: A halimbai és nyirádi bauxittelep földtani kutatása, [Geologische Untersuchung des Bauxitgebietes von Halimba und Nyirád], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957.
21. *Kiss, J.*: Vertige végétal dans la bauxite de Gánt. — Acta Geol. Acad. Sci. Hung., Tom. II, fasc. 1—2, 1954.
22. *Ottlik, P.*: Adatok az Északi Bakony földtanához, [Contributions to the Geology of Northern Bakony Mountains], Földt. Közl., LXXXVIII, 2, 1958.
23. *Szantner, F.* — *Szabó, E.*: Uj tektonikai megfigyelések az utóbbi évek bauxitkutatása alapján, [New tectonic observation on the basis of the recent years prospecting for bauxite], Földt. Közl., XCII, 4, 1962.
24. *György, A.*: Bauxittelep Halimbán és környékén Veszprém megyében, [Bauxitlager in Halimba und in dem Komitate Veszprém], Bányász. és Koh. Lapok, 56, 7—8, 1923.
25. *Businszkij, G. I.*: Ob uslowijach obrazowanija boksitow i zakonornostjach razmeschtschenija boksitowüch mestoroschdenij, Moskau, 1958.
26. *Bárdossy, Gy.*: A Szóc és Nyirad környéki bauxit, [Der Bauxit der Umgebung von Szóc und Nyirad], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957.
27. *Barnabás, K.*: Geologische Untersuchung des Bauxitgebietes von Halimba und Nyirád, M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957. [Bauxitföldtani kutatások Magyarországon 1950—1954 között.]
28. *Bárdossy, Gy.*: Adatok a csereszegtomaji kaolinites tűzállóagyag telepek ismeretéhez, [Angaben zur Erkenntnis der kaolinitischen feuerfesten Tonlager von Csereszegtomaj], M. All. Földt. Int. Évk., XLIX, 4, Budapest, 1961.
29. *Szentes, F.*: Bauxitkutatás a Keszthelyi hegységben, [Bauxitschürfungen im Keszthelyer Gebirge], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, Budapest, 1957.
30. *Vadász, E.*: A bakonyi mangánképződés, [Die Manganbildung im Bakony], MT Akadémia Müsz. Tud. Ostz. Közl., 5, 1952.
31. *Szabóné Drubina, M.*: A bakonyi liász mangántelepek, [Liassische Manganlager in Bakony], M. All. Földt. Int. Évk., XLIX, 4, Budapest, 1961.
32. *Varju, Gy.*: A pilisi tűzálló agyagok helyzetéről, kézirat, [Über die Lage der feuerfesten Tone in Pilis, Handschrift], 1955.
33. *Jaskó, S.*: A pilisszántói bauxit, [Der Bauxit von Pilisszántó], M. All. Földt. Int. Évk., XLVI, 3, 1957.
34. *v. Wissmann, H.*: Der Karst der humiden heißen und sommerheißen Gebiete Ostasiens, Erdkunde, Bd. VIII, H. 2, 1954.
35. *Gerstenbauer, A.*: Der tropische Kegelkarst in Tabasco/Mexico, Intern. Beiträge zur Karstmorphologie, 1960. Zeitschr. f. Geom., Suppl. 2.
36. *Sunartadirdja, M. A.* — *Lehmann, H.*: Der tropische Karst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi), Intern. Beiträge zur Karstmorphologie, 1960. Zeitschrift f. Geomorph., Supplbd. 2.

FOSSILE GROSSFORMEN IM OSTALPINEN KARST

Mit 1 Karte

J. ZÖTL

Im reichhaltigen Schrifttum zur morphologischen Entwicklung der Ostalpen fand für den kalkalpinen Teil des Gebirges die Rolle der Verkarstung in der Landschaftsgenese nur in Ausnahmefällen Beachtung. Dennoch haben Großformen des Karstes, Blindtäler, Kesseltäler und Poljen, auch in den Kalkalpen bestanden. Ihre Restformen sind einerseits noch eindeutig zu erkennen, andererseits kann auf diese Entwicklungsphase nur mehr geschlossen werden.

Am klarsten sind die Verhältnisse am Südostrand der Alpen. Hier bildet das Steirische Rand-

gebirge mit den breiten Rücken der Kor-, Stub- und Gleinalpe, mit den Fischbacher Alpen und dem Wechsel den altkristallinen, äußeren Rahmen der Steirischen Bucht, in den als zweiter Bogen die paläozoischen Gesteine (Kalke und Schiefer) des „Grazer Berglandes“ eingeschaltet sind. Die ganze Serie wird durch das Durchbruchstal der Mur zwischen Bruck und Graz gequert. Erst ab Graz begleiten den Fluß die weit ausgedehnten pleistozänen Terrassen, wiederum flankiert von den jungtertiären Aufschüttungen des Ost- und Weststeirischen Hügellandes. Für das Grazer Bergland hat