

POLJEBÖDEN UND KEGELKARST IM LLUIDAS VALE (JAMAICA)

von

Martin LANDMANN¹

(5 Abbildungen und 1 Photo)

RESUME. - Fonds des poljés et karst à pitons dans la Lluidas Vale, Jamaïque.

La Lluidas Vale, dans la partie centrale de la Jamaïque, est un poljé tropical développé dans les calcaires de l'Eocène moyen à l'Oligocène de la White Limestone Formation.

Un levé détaillé de la cartographie géomorphologique de la partie ouest du poljé est présenté. Dans le poljé s'observent plusieurs niveaux correspondant à des aplanissements dans le karst à pitons avoisinant.

L'analyse morphologique montre que c'est la corrosion latérale qui est responsable de l'élargissement des dépressions fermées. Ce type de corrosion ne peut agir qu'à l'altitude du niveau de base lui-même ("Vorfluterniveau").

L'élargissement par corrosion latérale au niveau de la surface de l'eau karstique s'observe aux bords des cônes alluviaux du poljé et dans les cockpits. Cet élargissement isole les cônes, provoque un développement des cavernes et réunit au sol du poljé les cockpits et les petits bassins.

L'abaissement du niveau de base provoque un arrêt de la croissance latérale et est suivi de l'érosion du fond de poljé par des rigoles et des dolines.

Le processus d'aplanissement lié à la corrosion latérale suivi de l'inactivité du fond du poljé s'est répété un nombre de fois distinct, correspondant au nombre de fonds de poljés liés à l'enfoncement du niveau de l'eau karstique.

ABSTRACT. - Polje bottoms and cone karst in Lluidas Vale, Jamaica.

The Lluidas Vale in the central part of Jamaica is a tropical polje, which is developed in the White Limestone Formation of Eocene to Oligocene time.

A detailed morphological map of the western part of the polje is presented. In the polje different levels in different altitudes are linked to plain bands in the cone karst surrounding the polje.

A morphological analysis shows that the process of lateral corrosion is responsible for the expansion of these depressions; lateral corrosion is working only in the base level of karst water.

This process took place at the border of alluvial fans in the polje and in the isolated cockpits and little basins in the neighbouring needle karst area. The result is the dissolution of cones and the affiliation of cockpits and little basins to the polje.

A lowering of the base level of karst water stops the process of lateral corrosion. Now the polje will be dissected, channels and sinkholes will be created.

The different levels in the polje show that the active process of lateral corrosion and the expansion of the polje changed often with the dissection due to a sinking base level of karst water.

1. - EINLEITUNG

Zu geomorphologischen Fragestellungen liegen für den Bereich des Poljes Lluidas Vale einige Forschungen (Biro *et al.*, 1967; Danes, 1914; Gerstenhauer, 1970; Pfeffer, 1963, 1973; Sweeting, 1958, 1972) vor, die jedoch stark abstrahierend nur Teilaspekte des Karstbeckens im Zusammenhang einer umfassenderen Thematik berücksichtigen.

Ein umfangreicheres Manuskript (Sweeting &

Versey, 1966) für den internationalen Karstatlas blieb bisher unveröffentlicht.

Im Rahmen von Feldstudien wurde im Frühjahr 1983 eine detaillierte Reliefanalyse des Karstbeckens und seiner Umrahmung vorgenommen, die hier zu einem Teil vorgestellt wird.

¹ Fontanestr. 6, 5000 Köln 40, Deutschland.

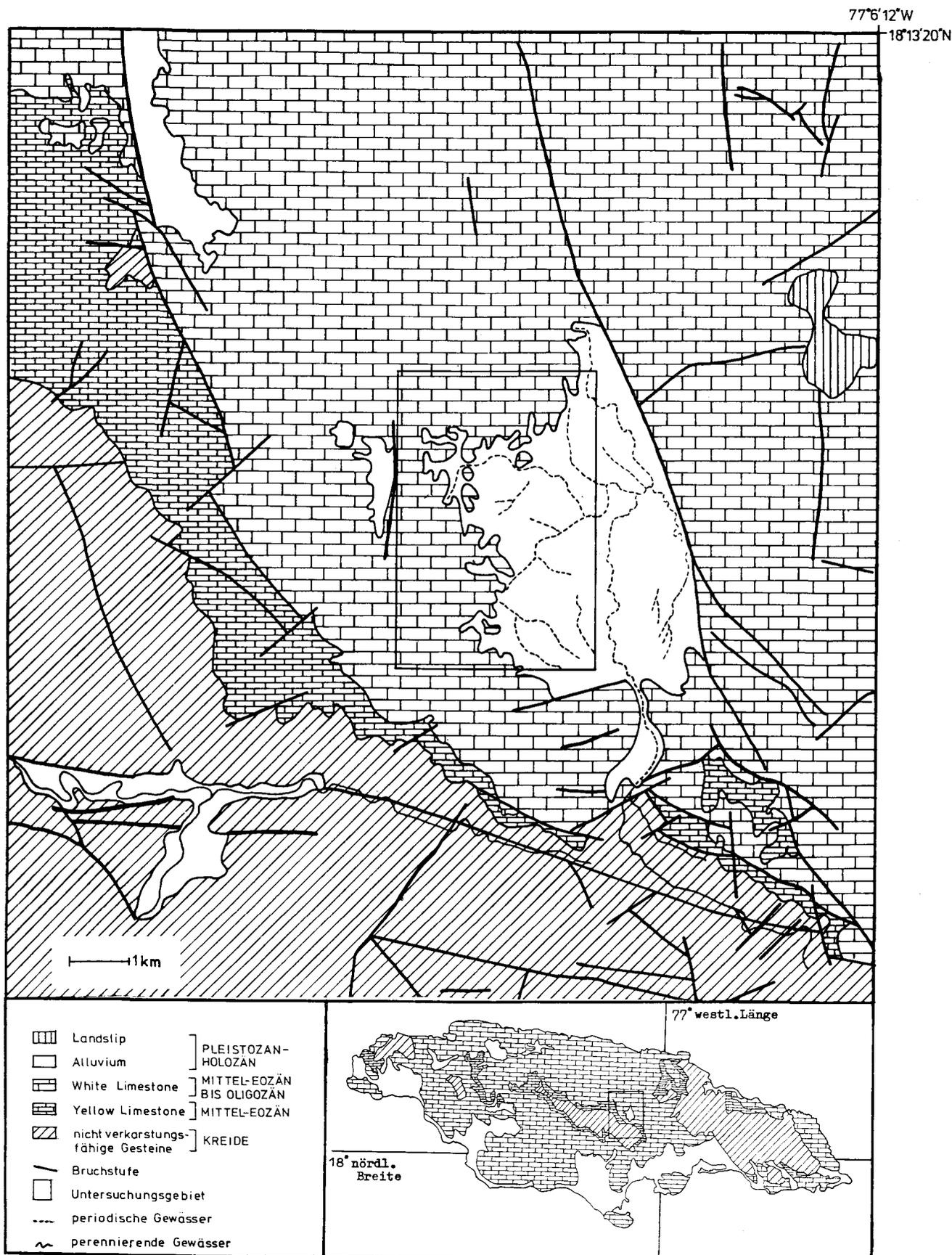


Abb. 1. - Geologische Übersicht. Auf Grundlage der geologischen Karte Jamaica 1 : 50000.

1.1. - KURZBESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGS- GEBIETES

Das Lluidas Vale im zentralen Teil Jamaicas ist ein über 350 m Höhe gelegenes tropisches Polje. Es ist eingelagert in ein durch Bruchtektonik geprägtes Kegelkarstgebiet, das einen südlichen Teil des Cockpit Country darstellt (Sweeting & Versey, 1966). Die Ostbegrenzung des Karstbeckens wird von einer morphologisch markanten, bis 450 m hohen Verwerfung gebildet, die in nord-nordwest-südsüdöstlicher Richtung streicht (Gerstenhauer, 1970; Sweeting & Versey, 1966).

Stratigraphisch ist das Polje in den reinen dickbankigen Kalken der mitteleozänen bis oligozänen White Limestone Formation entwickelt (Versey, 1962; Abb. 1).

Im Süden reichen die nicht verkarstungsfähigen kretazischen Schichten des Central Inliers bis an das Karstbecken heran (Chubb, 1962; Wright, 1974), so dass dieses als "Randpolje" im Sinne von Lehmann (1959, S. 289) zu typisieren ist.

Der im Bereich der metamorphen, mit Intrusiva durchsetzten Gesteine perennierende Seitenarm des Rio Cobre versinkt bei Erreichen des Poljes und gibt seinen Charakter als Höhlenfluss erst weit ausserhalb des Beckens wieder auf (White *et al.*, 1983; Smart & Smith, 1976).

An der Südbegrenzung des Poljes setzen mehrere zerschnittene, ineinander verschachtelte Schwemmkegel an, die von fluviatilen Sedimenten aufgebaut werden.

1.2. - PROBLEMSTELLUNG UND METHODIK

Thematischer Schwerpunkt der Ausführungen ist eine Analyse der Poljeausweitung des Lluidas Vale gegenüber einem mit ihm buchtartig verzahnten Kegelkarstgebiet. Dies soll im Rahmen eines induktiven Vorgehens anhand einer Detailkartierung entwickelt werden, die auf der Basis der topographischen Karte 1:12500 aufgrund von Geländebegehungen und Luftbildinterpretation gezeichnet wurde.

Als engeres Untersuchungsgebiet wurde der westliche Teil der Poljebegrenzung ausgewählt, der hier exemplarisch vorgestellt wird.

2. - MORPHODYNAMIK DER POLJEAUSWEITUNG

2.1. - MORPHOLOGISCHE ANALYSE

Das das Lluidas Vale im Westen begrenzende Kegelkarstgebiet ist durch eine grosse Dichte (40-50 Mogoten pro qkm) sowie die Steilkuppigkeit der sinoiden Vollformen geprägt (Abb. 2 und 3).

Trichterartig eingesenkte Cockpits mit oft sternförmigem Grundriss machen das Gebiet schwer passierbar. Die Mogoten erreichen bis zu 100 m Höhe über dem flachgewellten, differenzierten Poljeboden. Die Verteilung der Cockpits und Mogoten, die z.T. hinter-

einander aufgereiht erscheinen, orientiert sich am generellen Streichen der tektonischen Linien, so dass man von einem "gerichteten Karst" im Sinne von Lehmann (1954, S. 134; 1955, S. 130) sprechen kann.

Die morphologische Karte (Abb. 2) weist für das Polje Teile unterschiedlicher Schwemmkegelniveaus aus, die jeweils durch eine terrassenartige Geländestufe voneinander getrennt sind.

Diese Poljeböden in etwa 375 m, 370 m, 360 m und 350 m Höhe liegen weit über der aktuellen Karstwasserfläche, so dass die sie gliedernden Rinnen auf einen tieferen Vorfluter eingestellt sind.

Über den Poljeniveaus ragen isolierte Mogoten auf, die teils im Fussbereich turmartig versteilt, teils zu Blockhaufen aufgelöst oder nur karrensteinartig erscheinen. Von diesen Niveaus aus greift das Polje in buchtähnlichen Verflachungen, die in Jamaica auch "glades" genannt werden (Sweeting & Versey, 1966), gegen das höher aufragende Kegelkarstgebiet vor (Photo 1).

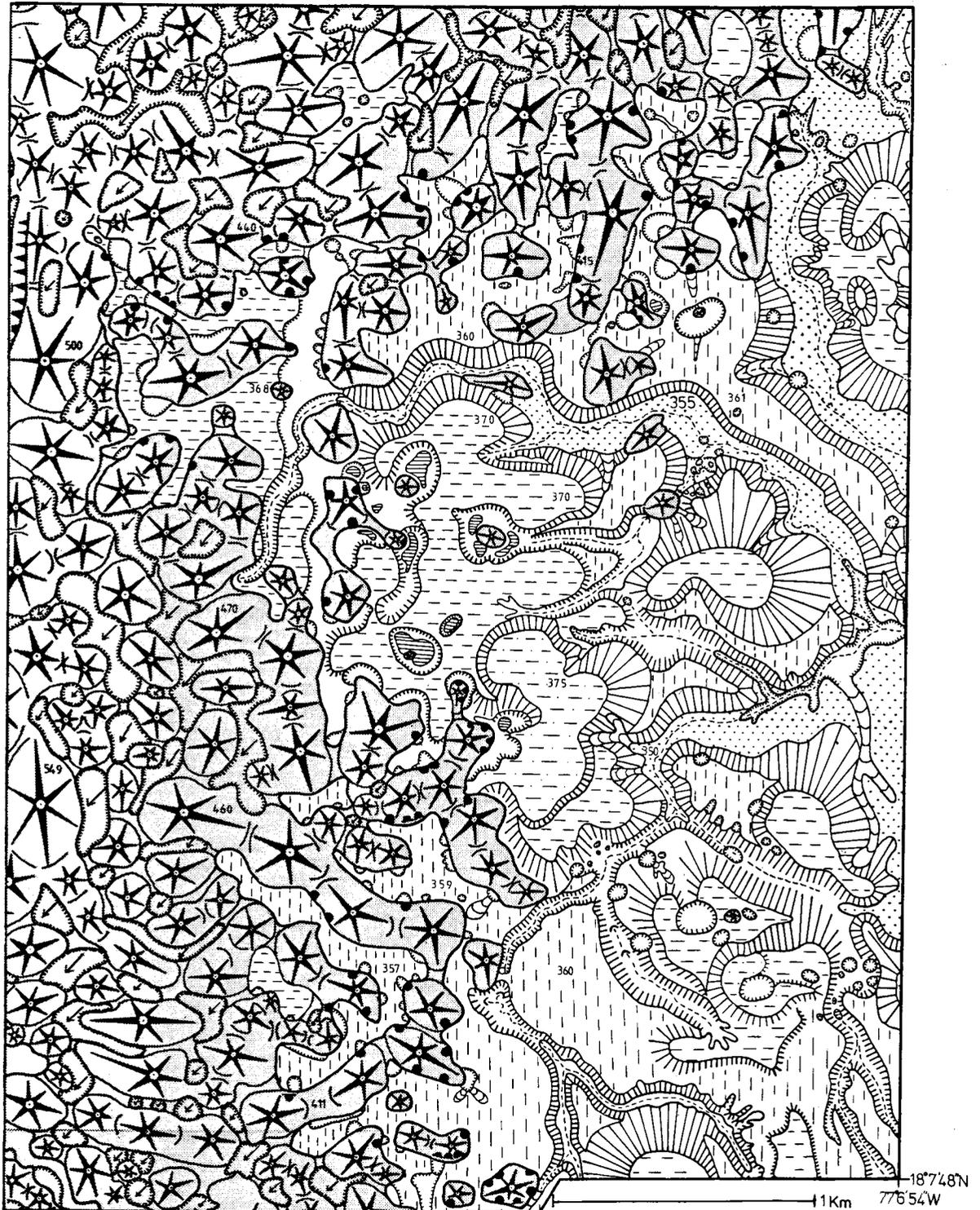
Dem Grundriss nach zeigen die Wachstumsspitzen eine streifenartige, spitz zulaufende sowie eine vernetzte bis perlschnurartige mit runden Ausweitungen versehene Form. In ihrem Erscheinungsbild entsprechen die langgestreckten, den Kegelkarst aufgliedernden Verebnungen Formenelementen, die Bremer (1981, S. 97) als "Flächenstreifen" bezeichnet.

Die mit dem Kegelkarstgebiet flächenstreifenartig verzahnten Poljeböden in unterschiedlicher Höhenlage heben sich durch einen sehr scharfen Knick von dem fast senkrechten Hangfuss der Mogoten ab (Abb. 4). Diese werden von Hohlkehlen und Fusshöhlen mit reichem Stalaktitenbesatz unter schnitten und sind durch Abbrüche überhängenden Gesteins gekennzeichnet. Unterhalb von bis zu 40 m hohen Steilwänden liegen gewaltige Blöcke dem Poljeniveau auf.

Wie Aufschlüsse des Poljebodens zeigen, umfasst dieser neben Aufschüttungsmaterial auch Felsverebnungen. In einigen Beispielen bilden äusserst flache Gesteinsschwellen die Grenze zwischen Polje und dem ihm angelagerten Cockpit. In anderen Fällen geben nur Abrissstellen an den Flanken der umrahmenden Kegel einen Hinweis auf die ehemalige Existenz eines Sattels. Die Poljeböden sind durch dellentartige Talungen sowie Dolinen, die vielfach an den Grenzbereich von Poljefüllung und Kalk angelehnt sind, aufgelöst.

Bis zu 10 m tiefe Ausraumzonen umgreifen einzelne Kegel oder Teile des Kegelkarstkomplexes. In diesen Hohlformen können sich lokal z.T. nur periodisch Vernässungen sowie flache Seen bilden. Als weiteres Element des Formenschatzes sind kleine, ganz von Kegelkarst umschlossene Becken mit ebenem Boden und einem markanten Hangknick zu den begrenzenden Mogoten hin zu erwähnen.

Die Beckenböden der Kleinpolygonen treten in unterschiedlichen Höhenlagen auf und lassen sich den entsprechenden Poljeniveaus zuordnen.



<p>Alluvium</p>	<p>White Limestone</p>	<p>Water Features</p>
<p>1 Niveau</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>Karstkegel</p> <p>Sattel</p> <p>Cockpit</p> <p>Fußhöhle</p>	<p>) Ponor</p> <p>☉ Doline</p> <p>~ Geländestufe</p> <p>--- periodische Gewässer</p> <p>☉ See/Vernässung z.T. periodisch</p>

Abb. 2. - Morphologische Karte des westlichen Lluïdas Vale.

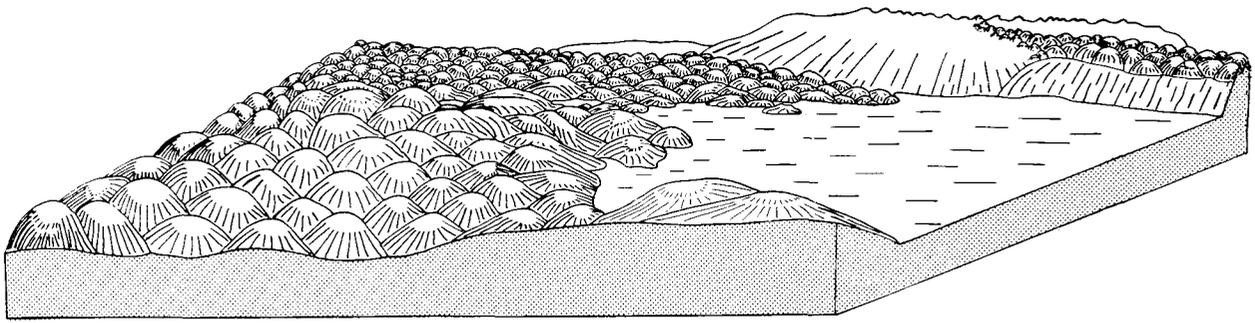


Abb. 3. - Übersicht über das Lluidas Vale und das angrenzende Kegelkarstgebiet. Der Poljeboden ist undifferenziert dargestellt.

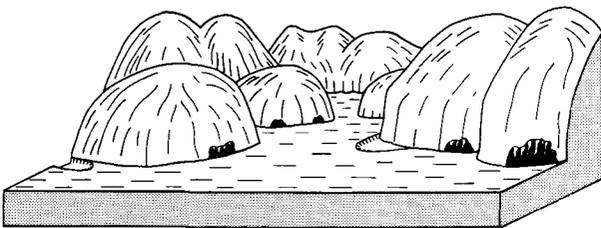


Abb. 4. - Beispiel für einen mit dem Kegelkarst verzahnten Flächenstreifen.

2.2. - DEUTUNG DER FORMENELEMENTE

Felsverebnungen und isolierte Kuppen bezeugen eine Ausweitung des Poljes auf Kosten des Kegelkarstes. Wie Gesteinsabbrüche, Unterschneidungen und Versteilung der Kegel zeigen, ist die Dynamik des Lateralwachstums auf die Seitenkorrosion zurückzuführen. Obwohl ein Kalkriegel die Sedimentation von Schwemmkegelmaterial in die Kleinpolygonen verhindert, lassen sich die Böden der ganz von Kegelkarst umschlossenen Kleinbecken der Höhenlage nach mit den unterschiedlichen Poljeniveaus des Lluidas Vale korrelieren.

Wie speleologische Untersuchungen (Fincham, 1977; Fincham & Ashton, 1967; McGrath, 1960) ergaben, lassen sich diese wiederum mit horizontalen Höhlensystemen der Poljeumrahmung verknüpfen. Sie repräsentieren damit ehemalige höhere Lagen der Karstwasserfläche.

Daraus lässt sich folgern, dass ein laterales Wachstum von geschlossenen Hohlformen an das Niveau des Vorfluters gebunden ist.

Im Bereich des Poljebodens kann die Seitenkorrosion nur bei einem flächenhaften Abfluss auf dem Schwemmkegelmaterial oder einer regelmässigen Teile des Poljerandes erfassenden Inundation morphologisch wirksam werden.

Demnach erfolgt eine seitenkorrosive Ausweitung im Niveau der Karstwasserfläche gleichzeitig von dem Schwemmkegelboden des Poljes einerseits und von den im Kegelkarst liegenden Cockpits und Kleinpolygonen andererseits aus.

3. - GENESE DER WESTLICHEN POLJEBEGRENZUNG

Als eine Funktion der Lage des Vorfluters sowie der durch die Geologie und die Vorformen bedingten topographischen Situation lassen sich verschiedene Entwicklungsstadien differenzieren, die nebeneinander auftreten können (Abb. 5).

A. Oberhalb der Karstwasserfläche dominiert das Tiefenwachstum der Cockpits.

B. Die sich im Vorfluterniveau seitlich ausdehnenden Cockpits wachsen durch die korrosive Einebnung vor allem der Sättel zusammen, die gegenüber den Karstkegeln geringere Gesteinsmassen aufweisen.

So entstehen perlschnurartig gereihte, kreisförmige bis ovale Verflachungen.

Bei weiterer Seitenkorrosion werden die konvex in die Hohlform hereinragenden Teile der Kegel unterschritten und durch Abbruch gekappt, wobei hohe, die Mogoten fast teilende Steilwände entstehen. Das abgestürzte Material wird im Niveau der Inundation rasch durch Lösung aufgezehrt.

Im Grundriss geht somit das ererbte sternförmige sowie ovale Element der ehemaligen Cockpitbegrenzung zugunsten einer streifenartigen Form mit eher linearer Begrenzung verloren. Die sich selbständig ausweitenden Kleinbecken und Cockpits können von dem Schwemmkegelniveau des Poljes aus seitenkorrosiv angeschnitten und diesem angelagert werden. So können im Vorfluterniveau geschlossene Hohlformen netzartig zusammenwachsen, während die Mogoten isoliert und aufgezehrt werden.

C. Bei einem Absinken des Vorfluters tritt eine Auflösung des Poljebodens durch Rinnen und Dolinen ein. Es fehlt die regelmässige Inundation, wie auch die Wasserzufuhr des nun eingeschnittenen Rio Cobre den Rand des jetzt inaktiven Poljebodens nicht mehr erreicht.

Also ist die an das Vorfluterniveau gebundene Seitenkorrosion gestoppt und es dominieren vertikal gerichtete Formungsprozesse.

Die Plombierung des Poljeniveaus durch Alluvial-

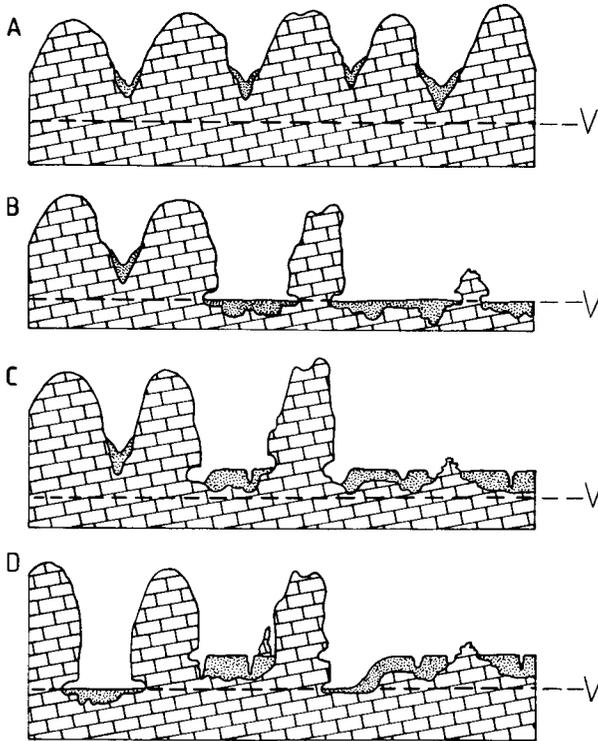


Abb. 5. - Schematische Darstellung der Poljeausweitung im Bereich des westlichen Lluidas Vale.

V: Vorfluterniveau; Punktirt: Alluvial- bzw. Residualmaterial.

A. Oberhalb des Vorfluters: Tiefenwachstum der Cockpits.

B. Im Vorfluterniveau: Laterales Ausdehnen der geschlossenen Hohlformen durch Seitenkorrosion; Anlagerung von Cockpits und Kleinbecken an das Schwemmkegelniveau des Polje; Netzartiges Zusammenwachsen der Verebnungen; Isolierung der Kegel.

C. Absinken des Vorfluters: Auflösung des Poljebodens durch Rinnen und Dolinen; Inaktivierung des Poljeniveaus.

D. Im tieferen Niveau des Vorfluters: Bildung von Korrosionsverebnungen entsprechend den Prozessen B.

material und Verwitterungsresiduen kann von der Seite her durchbrochen werden, da die Fussbereiche der begrenzenden Karstkegel von der Bodenbedeckung entblösst sind und damit als Ansatz für die Dolinenbildung dienen.

Dort, wo eingeschwemmtes Feinmaterial Hohlformen abdichtet, können lokal Vernässungen und periodische Seen entstehen.

Felsabbrüche können oberhalb des Inundationsniveaus nicht mehr dem Poljeboden einverleibt werden und liegen dem Niveau auf.

D. Haben einzelne in die Tiefe wachsende Cockpits den Karstwasserspiegel erreicht oder wurde die Poljefüllung im Grenzbereich zum Kegelkarst zu grösseren Teilen ausgeräumt, kann die seitenkorrosive Ausweitung im tieferen Niveau des Vorfluters neu ansetzen und Korrosionsverebnungen schaffen.

Dies erklärt, dass die Fushöhlen der Poljeumrahmung in 2 bis 3 Stockwerken, die mit den Poljeniveaus korrelieren, gereiht übereinander liegen.

Entsprechend der Anzahl der erwähnten vier ehemaligen Poljeböden hat sich der Prozess der lateralen Ausweitung im Vorfluterniveau mit folgender Zerschneidung bei Sinken der Karstwasserfläche wiederholt.

4. - SCHLUSSBEMERKUNG

Die laterale Ausdehnung des westlichen Lluidas Vale kann nur durch eine Kombination der poljengenetischen Vorstellungen Gerstenhauers (1970) und Louis (1956), dessen Theorie hier leicht variiert angewendet wurde, erklärt werden.

Auf die Knüpfung der Bildung von Korrosionsverebnungen an das allgemeine Vorfluterniveau haben für das Lluidas Vale bereits Pfeffer (1963, 1973) und Gerstenhauer (1970) hingewiesen.

Über die Bedeutung der Seitenkorrosion als Mechanismus der Poljeausweitung besteht zwischen den Forschern Gerstenhauer (1970); Birot *et al.* (1967); Pfeffer (1963, 1973) und Sweeting (1972) Einvernehmen.

LITERATUR

- BIROT, P., CORBEL, J. & MUXART, R., 1967. Morphologie des régions calcaires à la Jamaïque et à Puerto Rico. Phénomènes karstiques, Mémoires et Documents, année 1967, nouvelle série, vol. 4 : 335-392.
- BREMER, H., 1981. Reliefformen und reliefbildende Prozesse in Sri Lanka. In: Bremer, H. *et al.*, Zur Morphogenese in den feuchten Tropen. Verwitterung und Reliefbildung am Beispiel von Sri Lanka. Relief, Boden, Paläoklima, Bd. 1, Berlin, Stuttgart : 7-183.
- CHUBB, L.J., 1962. Cretaceous Formations. Synopsis of the Geology of Jamaica. Geological Survey Department, Jamaica. Bull. 4 : 6-20.
- DANES, J.V., 1914. Karststudien in Jamaika. Sitz. Ber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. Math. Naturwiss. Kl. Jg. 1914, Nr. 20, Separatabdruck : 1-72.
- FINCHAM, A.G., 1977. Jamaica Underground. A Register of Data Regarding the Caves, Sinkholes and Underground Rivers of the Island. Kingston, 247 S.
- FINCHAM, A.G. & ASHTON, K., 1967. The University of Leeds Hydrological Survey Expedition to Jamaica 1963. Trans. Cave Res. Group GB, vol. 9, No 1 : 1-60.
- LEHMANN, H., 1954. Der tropische Kegelkarst auf den Grossen Antillen. Erdkunde 8 : 130-139.
- LEHMANN, H., 1955. Der tropische Kegelkarst in Westindien. Tagungsber. u. Wiss. Abh. Geographentag Essen : 126-131.
- LEHMANN, H., 1959. Studien über Poljen in den venezianischen Voralpen und im Hochapennin. Erdkunde, 13 : 258-289.
- LOUIS, H., 1956. Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabtragung auf Grund von Beobachtungen im Taurus. Erdkunde, 10 : 33-53.
- McGRATH, B.R.G., 1960. Swansea Cave, St. Catherine. Geonotes, 3 : 23-26.

- PFEFFER, K.H., 1963. Charakter der Verwitterungsresiduen im tropischen Kegelkarst und ihre Beziehung zum Formenschatz. *Geol. Rundschau*, 58 : 408-426.
- PFEFFER, K.H., 1973. Flächenbildung in den Kalkgebieten. *Geogr. Zeitschr. Beihefte*, Heft 32 : 112-133.
- SMART, P.L. & SMITH, D.I., 1976. Water Tracing in Tropical Regions, The Use of Fluorometric Techniques in Jamaica. *Journ. of Hydrology*, 30 : 179-195.
- SWEETING, M., 1958. The Karstlands of Jamaica. *Geogr. Journ.* 124 : 184-199.
- SWEETING, M., 1972. Karst Landforms. London and Basingstoke. 362 S.
- SWEETING, M. & VERSEY, H.R., 1966. Internationaler Karst-atlas, Blatt 4, Lluidas Vale, Jamaica. unveröff. Manusk.
- VERSEY, H.R., 1962. Older Tertiary Limestones. Synopsis of the Geology of Jamaica, Geolog. Depart. Jamaica, Bull. 4: 26-43.
- WHITE, M.N., WALTERS, M.O. & BROOKS, S., 1983. Water Resources Appraisal of the Upper Rio Cobre Basin. Vol. 1 : Text, Vol. 2 : Maps, Fig. and Tab. Water Resources Division, Kingston.
- WRIGHT, R.M. *et al.*, 1974. Field Guide to Selected Jamaican Geological Localities. Mines and Geology Division. Special Public. Nº 1, Kingston, 57 S.

PHOTO 1

Luftbild des westlichen Lluidas Vale. (Luftbild : Survey Department, Kingston).

