

Alb zeigen demgegenüber bei ähnlicher relativer Höhe eine viel weitständigere Streuung. Eine Gegenüberstellung der entsprechenden Kartenausschnitte führt diesen nicht zu übersehenden Tatbestand sehr drastisch vor Augen. Im einzelnen wird es schwer sein, eine Form des tropischen Kegelkarstes heute in den gemäßigten Breiten wiederzuerkennen, solange das Ausmaß und die Art der inzwischen erfolgten Umbildung nicht bekannt ist.

Der letzte Tag der Arbeitstagung war schließlich den prinzipiellen Fragen der Schaffung einer einheitlichen internationalen Nomenklatur der Karstphänomene gewidmet. Zweifellos werden an sich richtige Beobachtungen mißverstanden, wenn sie unter Ausdrücken subsummiert werden, deren Inhalt schwankend ist. Die Amerikaner gebrauchen z. B. für Doline und Ponor oft gleichermaßen das Wort sinkhole. Andererseits ist der aus dem Dinarischen Karst stammende Begriff der Doline an bestimmte Vorstellungen geknüpft, die nicht mehr auf die mit dem gleichen Wort bezeichneten Hohlformen in den tropischen Gebieten zutreffen. Nach dem Abschluß der klassischen Epoche der Karstforschung sind eine Reihe von morphologischen und hydrographischen Phänomenen des Karstes bekannt geworden, die mit der klassischen Nomenklatur nicht zu erfassen sind. Allein der Begriff des „Kegelkarstes“ mag hier als Beispiel dienen.

Die Kommission konnte aus Zeitmangel eine solche einheitliche Terminologie nur an einem einzigen Bei-

spiel durchführen, nämlich an den Kleinformen, den Karren. Schon hierbei zeigte sich, wie außerordentlich notwendig eine Vereinheitlichung der Klassifizierung und der Benennung der Phänomene ist, aber auch welche Schwierigkeiten sich dabei ergeben.

#### ANSCHRIFTEN DER TAGUNGSTEILNEHMER

- Prof. Dr. *J. Roglič*, Geografsko Društvo, Société de Géographie, Zagreb, Maruličev Trg 19  
 Prof. Dr. *G. Chabot*, Université de Paris, Institut de Géographie, 191, rue Saint Jacques, Paris  
 Prof. Dr. *H. Lehmann*, Geographisches Institut der Universität, Frankfurt a. Main, Schumannstraße 58  
 Prof. Dr. *Milojevič*, Institut für Karstforschung „J. Cvijič“, Studenski Vrh, Beograd  
 Prof. Dr. *P. Birot*, Professeur à la Sorbonne, 10, av. Schneider, Clamart (Seine)  
 Prof. Dr. *G. Lasserre*, Faculté des Lettres de Bordeaux, Institut de Géographie, 20, Cours Pasteur, Bordeaux  
 Prof. *Barrère*, Faculté des Lettres de Bordeaux, Institut de Géographie, 20, Cours Pasteur, Bordeaux  
 Prof. Dr. *J. Corbel*, 30 Chemin de Boutary, Caluire (Rhône)  
 Prof. *A. Blanc*, 76 Rue Jean Jaurès, Stains (Seine)  
 Prof. Dr. *H. Harrassowitz*, Gießen, Wilhelmstraße 13  
 Prof. Dr. *H. von Wißmann*, Geographisches Institut der Universität, Tübingen, Schloß  
 Prof. Dr. *W. Panzer*, Geographisches Institut der Universität, Mainz, Saarstraße 19  
 Doz. Dr. *C. Rathjens*, Geographisches Institut der Technischen Hochschule, München 2, Walter-von-Dyck-Platz 1

## 2. DER KARST DER HUMIDEN HEISSEN UND SOMMERHEISSEN GEBIETE OSTASIENS

*H. v. Wißmann*

Mit 8 Abbildungen

*Summary.* Karst regions of the humid tropics and summerhot perhumid subtropics mostly (not in marly limestone f. i.) show features different from karst topography in any other climate: They show a dissolution into hillocks or cones or turrets, towers and castles, which are more or less regularly arranged and often of similar or same height and even size in one area. This is the Kegelkarst or karst à pitons. The boundary of its occurrence in China (Taihu — south of Nanking — including Kweichow, E. Yunnan, excluding Central Yunnan) runs along the margins of the climates mentioned above, thus showing its dependence on climate, its being a feature of climatological geomorphology. Of the various formations of kegelkarst, two widely differ in appearance from one another: 1. A low karst with rounded hillocks of even height (300 ft f. i.). The hillocks are separated from each other by shallow enclosed depressions (dolines). This is the “cock pit”-karst (karst en écumoire) of Jamaica, Portorico, Java and New Guinea. A similar karst, with conical hills (“like hundreds of pegtops turned upside down”), and deeper dolines between, is common in Kweichow and E. Yunnan. In the mountains of Laos and N. Vietnam, of regions of recent strong uplift, there is a wild, almost unpassable karst of peaks deeply furrowed by lapiez and of precipitous abysses. 2. A river plain, dotted with groups or swarms of limestone towers or castles (200 to 700 ft. high), isolated from each other by the plain (fig. 4, 5), to which they fall down in vertical walls. This is the towerkarst, Turmkarst or karst à tourelles. Its principal domain are the basins of Kwangsi. But it also

occurs in Vietnam, Siam, Tenasserim, Malaya, Central Sumatra and in Cuba. The bedding planes of the towers may vary from horizontal to vertical. The contrast of the ricefield plain and the picturesque towers has often incited Chinese painting. In the level of the plain, the towers are undermined by grottoes and horizontal caves. So the plain grows by undercutting (lateral erosions) due to dissolution of limestone. In the Bay of Halong (NE Tongking) all transitions from wild mountain-karst to tower-karst can be studied. Dolines reaching the level of active caves are enlarged into uvalas (poljes) in this level, until the walls dividing the uvalas from one another or from the marginal plain break down and vanish (fig. 2, 3). The plain is partly replaced by a very shallow sea, with flats, dry during low tide. The surf is undermining quicker than running and stagnant water of the plains. 3. While being laterally enlarged by undercutting, the limestone plane is buried by residues and deposits. The final stage of this cycle is a buried limestone plane (Überschüttungsebene, plaine de recouvrement). Where the limestone surface has been excavated in the tin mines of Malaya, one sees a field of “pinacles”, sometimes 50 ft high, with deep pockets between. Where such a pinnacle-area is exhumated by erosion, it becomes a wild area of lapiez, like the “stone forest” round Lunan in E. Yunnan. 4. When a limestone river-plane gets out of action, because the river has cut down into the underlying limestone, or because the flowing water sinks down into cavities, the karst towers lose their vertical walls, and their bases become surrounded by debris slopes (fig. 7).

Daß bei mächtigen und reinen Kalken die Karstentwicklung in den humiden Tropen verschieden von derjenigen in gemäßigten und Trockenklimaten ist, daß es einen Karst der humiden Tropen als Erscheinung der klimatischen Morphologie gibt, dies hat als erster *Herbert Lehmann* aus regionalem Vergleich sicher festgestellt<sup>1)</sup>. *J. Fromaget*, *H. v. Handel-Mazzetti*<sup>2)</sup>, *L. Cuisinier* und *P. Gourou*<sup>3)</sup>, der beste geographische Kenner von Tongking, hatten es bisher vermutet. *H. Lehmann* erkannte, daß in feuchtheißen Gebieten in relativ reinen Kalken nicht so sehr die Hohlformen — wie im Karst der gemäßigten Zone — als die Vollformen das Landschaftsbild bestimmen, daß sich das Karstareal hier in der Regel in eine Schar von Berggipfeln (mit mehr oder weniger kreisförmigen Isohypsen) gliedert, und daß dieser Karst, der in seiner ganzen Entwicklung von demjenigen anderer Klimate verschieden ist, somit nicht, wie *A. Grund*<sup>4)</sup> es lehrte, als Spätstadium des *Davisschen* Karstzyklus aufgefaßt werden kann. Alle untereinander oft recht verschiedenen Typen des sich gewissermaßen in ein Gipfelmeer auflösenden Karstes der humiden heißen und sommerheißen Klimate vereint *H. Lehmann* unter dem Begriff *K e g e l k a r s t*.

Diese Bezeichnung stammt aus der Bearbeitung der geographischen Ergebnisse der Reise von *H. v. Handel-Mazzetti*<sup>2)</sup> in Ost-Yünnan und Kweitschou durch *Otto Lehmann*<sup>5)</sup>. Sie ist augenscheinlich eine Übertragung des Ausdruckes „région karstique de pitons“, den *A. Leclère* und *J. Deprat* in den Darstellungen ihrer Reiseergebnisse in Tongking und Südwest-China verwenden<sup>6)</sup>. Daher wird man aus Prioritätsgründen den Kegelkarst im Französischen vielleicht als *karst à pitons*, den Karstkegel als *piton karstique* zu bezeichnen haben (so auch *G. Chabot*).

Bevor wir wichtige Formengruppen des Kegelkarstes betrachten, soll uns die Verbreitung dieses Phänomens in Ostasien beschäftigen. In Ost-China verläuft der Übergangssaum zum Karst der gemäßigten Zone schmal durch das untere Yangtse-Gebiet nördlich des

Taihu und südlich der Bergländer im Umkreis von Nanking. Von dieser Grenze an südwärts verliert der Kalkstein ziemlich unvermittelt seine Eigenschaft als Schichtstufen- und Schichtrippenbildner. Während mächtiger (ordovizischer) Kalkstein im Bergland von Schantung hohe Schichtstufen bildet, und während im Schichtrippenland von Nanking die Kalkrippen denjenigen aus Quarzit an Höhe fast gleichkommen, ist in den Bergländern südlich der genannten Grenze Kalkstein flächenhaft außer im Bereich junger kräftiger Hebung nur auf Becken, Talzüge und niederes Bergland beschränkt, als Kegelkarst von etwa 50 bis 200 m relativer Höhe, während ringsum Gebirge aus Quarzsandstein, Quarzit und grobkörnigem Granit zu mehrfacher Höhe aufragen<sup>7)</sup>.

Diese Grenze fällt am unteren Yangtse mit der Nordgrenze der z. T. lateritisierten Roterden und der Böden mit weniger als 6,0 p. H. zusammen<sup>8)</sup>, aber auch mit der Nordgrenze vorwiegend lorbeerblättriger Laubwälder. Zugleich lag hier in der letzten Eiszeit die Südgrenze des Steppenklimas und der Lößablagerung, die sich seither um 4 Breitengrade nordwärts zurückzog<sup>9)</sup>. Der Schmalheit des Übergangssaums entspricht das starke gleichsinnige Gefälle der hygrischen und thermischen Klimakomponenten<sup>10)</sup>.

In West-China steigt die Obergrenze des Vorkommens von Kegelkarst mit den Isothermenflächen und der Obergrenze des lorbeerblättrigen Waldes stark westwärts an, zu 1800 bis über 2000 m (!) in Kweitschou und Ost-Yünnan. — Im Hochland von Zentral-Yünnan aber verschwindet der Kegelkarst bei starker Abnahme der Niederschläge und deren Konzentration auf fünf Sommermonate, etwa an der Grenze zwischen Lorbeer- und Hartlaubwald. Auch thermisch unterscheidet sich das Klima Zentral-Yünnans von dem des östlicheren China: bei gleich milden Wintern sind die Sommer um 7—10 ° weniger heiß; darin ähnelt es dem Mittelmeerklima<sup>11)</sup>. — Im feuchteren, tropischen Süd-Yünnan, in Siam außerhalb seiner recht wintertrocke-

<sup>1)</sup> *H. Lehmann*: Morphologische Studien auf Java. Geogr. Abh., Stuttgart 1936; *H. Lehmann*: Chinesische Landschaften aus der Vogelschau, Reichsanst. f. Film und Bild in Wissensch. u. Unterricht. Hochschulfilm C 356/1940, Erläuterungen.

<sup>2)</sup> *J. Fromaget*: Études géologiques sur le Nord de l'Indochine centrale. Bull. Service Géol. de l'Indochine 16, 2, Hanoi 1927. *H. v. Handel-Mazzetti*: Naturbilder aus Südwest-China. Wien 1927, S. 283/85.

<sup>3)</sup> *L. Cuisinier*: Régions calcaires de l'Indochine. Ann. de Géogr. 38, 1929, 266/73. *P. Gourou*: Le Tonkin, Paris 1931, S. 183 ff.

<sup>4)</sup> *A. Grund*: Der geographische Zyklus im Karst. Z. Ges. Erdk. Berlin 1914.

<sup>5)</sup> *O. Lehmann*: Die geographischen Ergebnisse der Reise durch Guidschou, Expedition Dr. *Handel-Mazzettis* 1914 bis 1918. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl. 100, 1925, S. 81 f, 97 f.

<sup>6)</sup> *A. Leclère*: Géographie générale des provinces chinoises voisines du Tonkin. La Géographie 1900, 1, S. 267/88. — *Ders.* in Comptes Rendus Ac. Sci. Paris 130, 1900, S. 184 f, 131, 1900, S. 966 ff. und in Ann. des Mines, N. S., Mémoires, 20, 1901, S. 287—492. — *J. Deprat*: Étude géologique du Yunnan Oriental. I. Géologie générale. Mém. Serv. géol. de l'Indochine. Hanoi 1912.

<sup>7)</sup> *H. v. Wißmann*: Südwest-Kiangsu. Wiss. Veröff. d. Deutschen Museums für Länderkunde zu Leipzig NF 8, 1940, S. 72 ff, 75 ff. Über die schnellere Abtragung des Kalkes in den warmen und humiden Klimaten im Vergleich zu allen anderen Klimaten vgl. *L. Cuisinier* a. a. O., *P. Birot*: Problèmes de morphologie générale, Lissabon 1949, S. 113 ff, sowie auch Abb. 4 der vorliegenden Arbeit.

<sup>8)</sup> Ohne die ausgelaugten Reisfeldeböden. *J. Thorp*: Geography of the Soils of China. National Geol. Survey China. Nanking 1936.

<sup>9)</sup> *H. v. Wißmann*: Über Lößbildung und Würmeiszeit in China. Geogr. Zeitschr. 44, 1938, S. 201—220, insb. Karte S. 213. *B. Frenzel* u. *C. Troll*: Die Vegetationszonen des nördlichen Eurasiens während der letzten Eiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 2, Öhringen 1952, insbesondere Klappkarte.

<sup>10)</sup> Mit dicht gescharten Isothermen und Isohyeten, die zueinander parallel laufen.

<sup>11)</sup> Auch der Karst scheint hier dem mittelmeerischen zu ähneln. Vgl. *H. v. Wißmann*: Klimadiagramme von China, in: Begleitworte zu einer Niederschlagskarte von China. Z. Ges. Erdk. Berlin 1937, S. 38 ff; *ders.*: Karte der Klimagebiete von China in: Klima- und Vegetationsgebiete Eurasiens. Z. Ges. f. Erdk. Berlin 1939, S. 7.; *H. v. Handel-Mazzetti*: Die pflanzengeographische Gliederung Chinas. Botan. Jb. f. Syst. usw. 64, 1931, S. 309 ff.

nen Becken, in Cambodja, Tenasserim und Malaya sind wiederum Kegelkarstformen verbreitet<sup>12)</sup>. In Tongking und Laos nehmen sie weite Flächen ein; in Annam südlich Tourane fehlen geeignete Kalksteine<sup>13)</sup> wie auch in weiten Teilen Südost-Chinas<sup>14)</sup>. Besonders geeignet ist der reine, lichte, dichtgebantke uralo-permische Kalkstein, der von West-Kwangtung und von Kweitschou bis Ost-Birma und Nord-Siam große Mächtigkeiten erreicht und von Nanking bis Sumatra reicht.

Die Verbreitung des Kegelkarstes im kontinentalen Ost- und Südost-Asien deutet somit darauf hin, daß nur hohe, insbesondere ganzjährige Niederschläge, hohe Temperaturen wenigstens in einem langen Sommer und Seltenheit (oder Fehlen) des Frostes die Bildung des Kegelkarst-Phänomens ermöglichen.

W. Credner<sup>15)</sup> und W. Panzer<sup>16)</sup> haben gezeigt, daß in Hinterindien und Südchina wie wohl in allen humid-heißen Gebieten (mit Regenwald und Feuchtsavanne) und allen humid-sommerheißen Gebieten der

Erde die Verwitterung in den meisten Gesteinen auch unter dem Boden der Täler und Ebenen so tiefgründig ist, daß sich hier schneller als in anderen Klimaten Talebenen, „intramontane“ Ebenen und Randebenen recht geringen Gefälles nicht nur durch Unterschneiden erweitern, sondern auch (als Ebenen) tieferschalten können<sup>17)</sup>. W. Credner (Siam, a. a. O., S. 43 f.) zeigt, daß das fluviatile Unterschneiden, hier als Lösungserscheinung, auch im reinen Kalkstein stark ist (Abb. 1). Nur in diesem Gestein können sich senkrechte, ja überhängende Wände halten, solange das Unterschneiden anhält. Hierbei kommt den Überschwemmungen große Bedeutung zu. Pfeilergestützte Grottsysteme (Abb. 3) fressen sich in der Höhe des wechselnden Wasserspiegels tief in den Fuß des Kalkberges hinein. Recht selten bricht dadurch eine von Steilküften begrenzte, ihrer Stütze beraubte Scholle in die Ebene nieder und wird dort von der Lösungsunterschneidung bearbeitet. Wo der Kegelkarst nicht Teilraum höherer Gebirge ist, ist

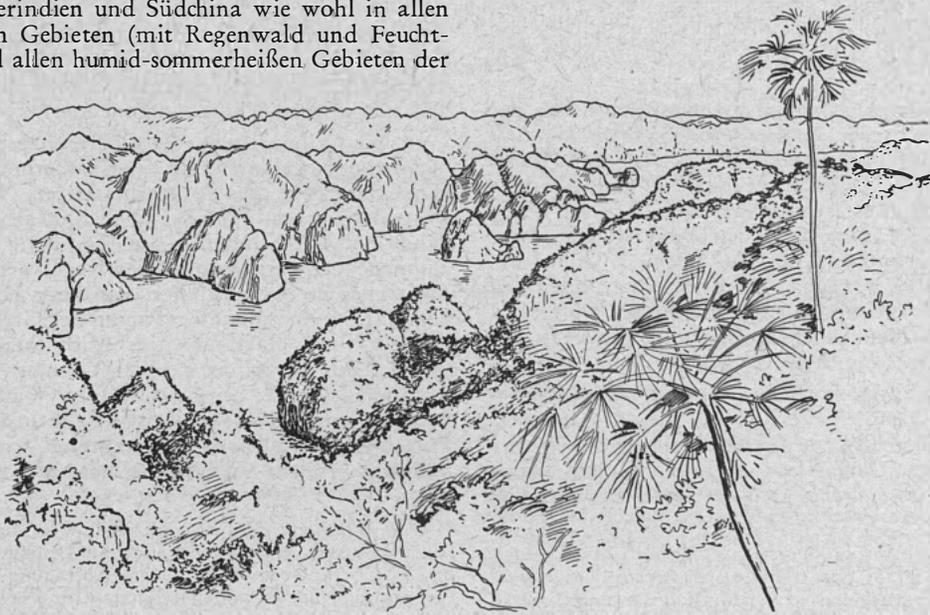


Abb. 1: Eine der fjordähnlichen Buchten der Insel Cacba (Baie d'Halong).

Auf der Rückseite der Bucht senkrecht Einfallen der parallel zur Buchtrichtung streichenden permokarbonischen Kalke, die im Vordergrund flacher liegen. Das Eingreifen der sehr flachen Bucht ist wohl durch stärkere Klüftung, senkrecht Einfallen und größere Löslichkeit der Schichten, die diesen Streifen aufbauen, bedingt. Hohlkehle und Steilwände der Ufer. Starke Vegetation bei fast fehlender Bodenkrume auf den Höhen, die sich zu etwa 250 m erheben. Skizze nach seinem Photo von H. v. Wißmann

<sup>12)</sup> W. Credner: Siam. Stuttgart 1935, S. 22 f., 37 ff., 42 ff.

<sup>13)</sup> F. Blondel: Les phénomènes karstiques en Indochine Française. Bull. Service Géolog. de l'Indochine 18, fasc. 4, Hanoi 1929 P. Gourou, Le Tonkin, Paris 1931.

<sup>14)</sup> J. S. Lee: Geology of China. London 1939.

<sup>15)</sup> W. Credner: in Journ. Siam. Soc. 8, 1929; ders.: Das Kräfteverhältnis morphogenetischer Faktoren und ihr Ausdruck im Formenbild Südasiens. Bull. Geol. Soc. China 9, Nr. 1, Peiping 1931; ders.: Siam. Stuttgart 1935, insb. Abschn. „Die Übersättigungsebenen“, „Die Hügelländer“, „Die Einzelberge“, S. 22 ff., 37—44.

<sup>16)</sup> W. Panzer: Zur Geomorphologie Südchinas. Geol. Rundschau 26, 1935, S. 156 f.

das verzweigte System seiner Höhlen wahrscheinlich überall so ausgereift, daß sich ein Niveau von Höhlen sehr geringen Gefälles hat ausbilden können, mit stehendem oder (besonders bei Hochwasser) fließendem

<sup>17)</sup> H. v. Wißmann: Über seitliche Erosion. Colloquium Geographicum, Bd. I, Bonn 1951, über Einebenen in den Tropen S. 24 f., 49 f., über Tiefschalten der Ebene (abaissement des plaines d'aplanation, lowering of planes) S. 9 bis 15. Credner bezeichnet die fluviatilen, während ihres Entstehens durch Unterschneiden überschütteten Felsebenen als Übersättigungsebenen im Gegensatz zu den echten Aufschüttungsebenen.

Wasser in offenen und eingetauchten Höhlenstrecken, wohl nur noch selten mit tiefen Siphonen. Die Höhlen und die von außen herein gebildeten Grotten setzen die Unterschneidungsebene des Flusses und seiner Überschwemmungen in den Berg hinein fort<sup>18)</sup>.

Es dringen nun nicht nur Randebenen eines Karstgebietes unterschneidend in dieses hinein, besonders schnell z. B. dort, wo senkrechte Klüfte sich scharen (Abb. 1)<sup>19)</sup>. Auch wo eine steile, oft schlundförmige Doline zwischen zerschrotteten Kegeln und Graten gegen das Niveau der Unterschneidungsebene hinabgelangt, beginnt sie sich am Grunde, der mit dem Höhlensystem in Verbindung steht, durch Unterschneiden in eine Uvala (oder Polje)<sup>20)</sup> mit ebenem Boden und senkrechten Wänden umzuwandeln, bis etwa an einer Seite die Scheidewand aufgezehrt wird und die Uvala sich mit der Außenebene oder einer anderen Uvala vereinigt. So wachsen von außen, längs Kluftgassen und von inneren Karstwannen her die ebenen Flächen in die vielgipfelige, von Schlunddolenen durchsetzte Kalkmasse hinein und zu dem Netz einer einzigen Ebene zusammen<sup>21)</sup>. Dadurch entsteht gewissermaßen ein Hain voneinander getrennter Burgen und Türme, die steil, oft senkrecht, manchmal überhängend aus der fast immer von den Ablagerungen der Flüsse und Hochwässer überschütteten Unterschneidungsebene zu 70, 150, 200 m Höhe und mehr aufragen.

Diese Art des Kegelkarstes habe ich 1933 in NO-Kwangsi (und bei Pajakoemboe auf Sumatra), 1934 in Tongking, vor allem der Baie d'Halong kennen gelernt und sie als Turmkarst bezeichnet<sup>22)</sup>. — G. Chabot schlägt im Französischen karst à tourrelles vor. — Wie H. Lehmann soeben darlegte, zeigt auch der Karst der Sierra de los Organos in Cuba, wo die Karsttürme mogotes heißen, die genannten Formen<sup>23)</sup>.

Besonders schön ist die dargestellte Entwicklungsreihe vom unterschrittenen Gebirgs-Kegelkarst bis zum

<sup>18)</sup> Vgl. Otto Lehmann: Die Hydrographie des Karstes, Wien 1932, insbes. den Rückblick S. 201.

<sup>19)</sup> Über die große Bedeutung der Klüfte für manche Kegelkarstentwicklung vgl. A. J. Pannekoek in Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. 65, 1948, 209—214, 645 f., Fot. 4.

<sup>20)</sup> Könnte man diejenigen Karstwannen mit ebenen Böden, an deren Umrandung undurchlässiges Gestein beteiligt ist, Poljen, diejenigen aber, die rings von Kalkgestein umgeben sind, Uvala nennen?

<sup>21)</sup> Man vergleiche die schöne Beschreibung in P. Gourou: Le Tonkin, Paris 1931, S. 182—186.

<sup>22)</sup> Ich habe dem Service Géologique und Géographique in Hanoi, den Herren Fromaget, Hoffet und Gourou und dem Cercle Nautique de la Baie d'Along herzlich für ihre verständnisvolle Hilfe zu danken. Mein ausgearbeitetes Manuskript über den Turmkarst von Kweiling blieb damals liegen; bis 1946 hoffte ich nach China zurückkehren und das Problem dort eingehender studieren zu können. Für den (nicht abgehaltenen) Deutschen Geographentag 1939 hatte ich darüber einen Vortrag vorbereitet und wollte mit H. Lehmann gemeinsam veröffentlichen. Vgl. H. v. Wißmann: Über seitliche Erosion, Bonn 1951, S. 24, 50, 54; F. Machatschek: Geomorphologie, 5. Aufl. 1952, Abb. 52, S. 113. H. Bobek: Luftbild und Geomorphologie. Hansa-Luftbild, Berlin 1941, S. 103.

<sup>23)</sup> Vgl. auch H. Lehmann: Karst-Entwicklung in den Tropen. Die Umschau 18. 1953.

Turmkarst in den nebeneinander liegenden und ineinander übergehenden Formengruppen der Baie d'Halong und anderer Karstgebiete im Umkreis des Tongking-Deltas zu sehen<sup>24)</sup>. Die Karstmassive z. B. der Insel Cacba und von Hongay sind mehr oder weniger breite, auf Cacba bis 318 m aufsteigende, randlich unterschrittene und übersteilte Kalkmassen mit Gipfeln von meist rundlichem Umriß, die aber, wie die Hänge der Dolinen zwischen den Gipfeln, wild zerschrottet sind. Diese Dolinen sind Schlunddolenen, aber es gibt auch solche mit verschwemmten Böden in verschiedener Höhe (Abb. 2). Wir finden rings von Kalkmassen umgebene Uvalas (Poljen), mit ebenen Unterschneidungsböden, die in der Höhe der Außenebenen liegen, und mit steilen Wänden, wir finden ganz ähnliche, aber zur Außenebene in einer Bresche sich öffnende Formen, die augenscheinlich aus Uvalas entstanden; und wir finden rings unterschrittene Karstburgen und Karsttürme (Abb. 2).

Im Raume der Baie d'Halong ist das Netz der den Karst durchsetzenden Unterschneidungsebene allerdings großenteils vom Flachmeer überschwemmt, das auch durch Höhlen in viele der steilwandig ebenbödigen Uvalas eindringt. Ein Teil der Ebene liegt in der Wattzone und trägt in Buchten und Uvalas Mangrovenvegetation. Ein anderer Teil der Ebene ist Flußebene; auch der Boden einiger Uvalas liegt in der Höhe dieser Flußebene. Der Archipel ist zum Teil durch das Kalkmassiv der Insel Cacba und durch Inseln mit Bergrücken altpaläozoischen undurchlässigen Gesteins gegen die starke Brandung des offenen Ozeans geschützt (Abb. 2). Dennoch hat das Meer, das nacheiszeitlich eustatisch über die Unterschneidungsebene vorgedrungen war, eine fast durchgängige tiefe Hohlkehle mit scharfem horizontalem Oberrand durch Lösungsentwässerung zwischen Ebbe- und Fluthöhe geschaffen, soweit nicht in Buchten ein Strand entstanden ist (Abb. 3). Es hat die unteren Gehänge noch stärker übersteilt, hat die Grundrißformen der Uvalas und Buchten stärker gerundet und hat manche Grotten zu mächtigen Toren erweitert, die durch den Berg hindurch Buchten miteinander oder mit überfluteten Uvalas verbinden. Ja manche Türme stehen nur noch „auf Stelzen“ oder sind gestürzt. Dennoch sind der Formenschatz im Archipel und auf dem Lande nicht wesentlich voneinander verschieden<sup>25)</sup>.

Wenden wir uns von Tongking nordostwärts in die Provinz Kwangsi, so finden wir zwar einen ebenso mächtigen und reinen uralopermischen Kalkstein und einen ebenso stark verbreiteten Karst. Dieser hat hier aber eine viel geringere Mannigfaltigkeit des Formenschatzes. Das Wahrzeichen von Kwangsi ist der Turmkarst; nur dieser ist hier verbreitet<sup>26)</sup>. „Haine“ von Karsttürmen und Karstburgen, meist nicht über 200 m hoch, „bestocken“ hier fast alle breiten und schmalen intramontanen Ebenen (Abb. 5). Diese sind durchweg

<sup>24)</sup> Vgl. P. Gourou: Le Tonkin, Paris 1931, S. 218 f.; E. Patte in Bull. Serv. géol. de l'Indochine 16, Hanoi 1927.

<sup>25)</sup> Für eine ehemalige Transgression von mehr als wenigen Metern kennt man keine Anzeichen.

<sup>26)</sup> Vgl. die vorzüglichen Flugaufnahmen in W. D. Graf zu Castell: Chinaflug, Zürich 1938, Turmkarst: S. 129—131, intramontane Ebenen: S. 49, 132, anderer Kegelkarst: S. 129, 162.

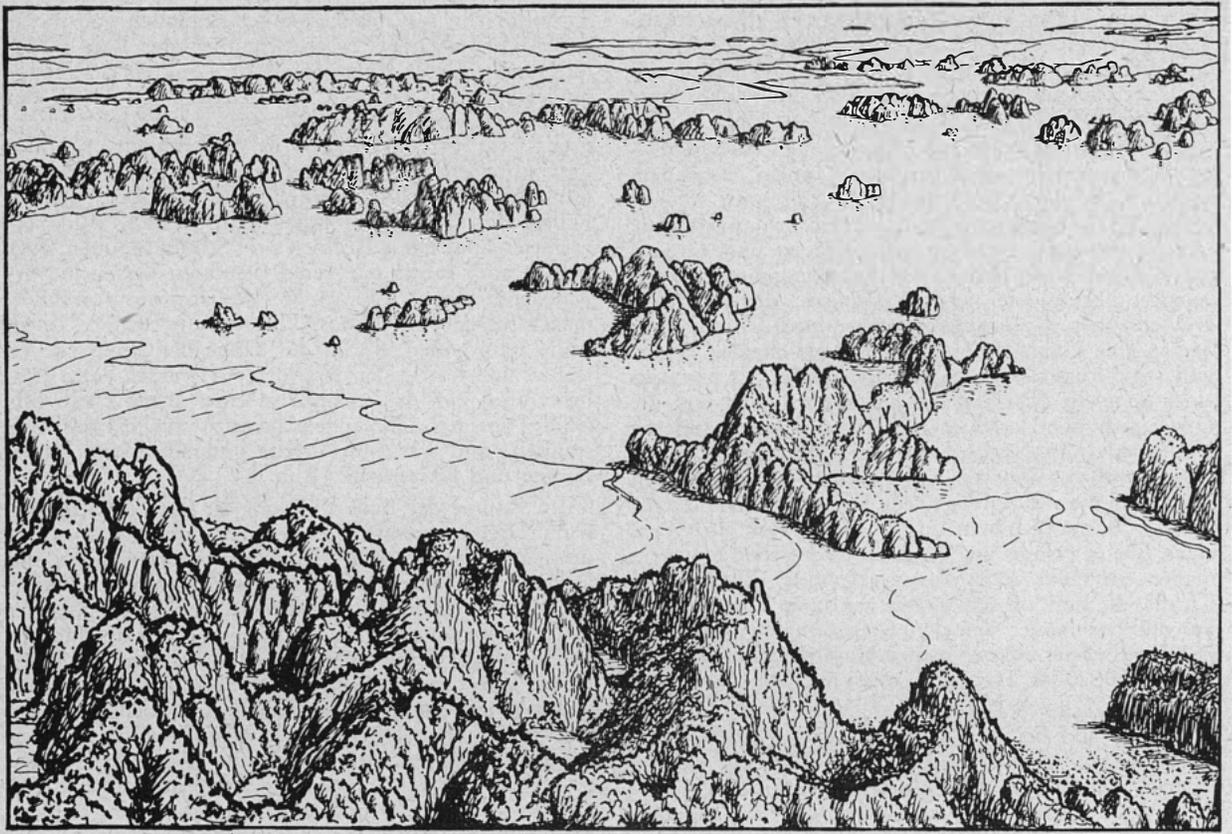


Abb. 2: Die Bucht von Faitsilong, östlicher Teil der Baie d'Halong; Blick gegen Osten.

Im Hintergrund der offene Ozean. Davor die Inselgruppe von Faitsilong mit flachwelligen Hügeln aus altpaläozoischen undurchlässigen Gesteinen. Sie schützt den ertränkten Karst (gefalteter uralopermischer Kalk) gegen die Brandung der offenen See. Die Bucht, aus der sich die Karsttürme und -burgen mit Hohlkehle und Steilwand erheben, ist nur bis zu 6 m tief. Am Grundriß der Karstburgen erkennt man noch die gerundeten Buchten geöffneter Uvalas. (Geschlossene Uvalas finden sich wenig weiter westlich.) Vor den Karstburgen die Wattfläche bei Ebbe mit einzelnen Prielen. Ganz rechts vorne in der Bucht Mangrove. Im Vordergrund Gebirgskarst, nicht über 300 m hoch, mit tiefen, im Grunde zum Teil verschwemmten Dolinen.

Zeichnung von H. v. Wißmann nach Flugaufnahme.

Unterschnidungsebenen und liegen nur zum kleinen Anteil auf weichen undurchlässigen Gesteinen, zum weitaus größeren Anteil auf Kalkstein. Sie liegen zwischen breit ausladenden bis zu 1500 m hohen Bergücken aus algonkischem (?) Quarzit und aus Kristallin, die nicht selten von engen epigenetischen und wohl zugleich antezedenten Flußtälern zerschnitten werden. Da die Flüsse in diesen Engtälern starkes Gefälle und zum Teil schwer befahrbare Stromschnellen haben, liegen die Unterschnidungsebenen mit ihrer örtlichen Abflußbasis im N und W von Kwangsi bis gegen 250 m ü. M. Ein schematischer Schnitt (Abb. 4) möge ein typisches dieser Becken, das mir bekannte Becken von Kweiling darstellen. — Das weite Gebiet der Verbreitung der Turmkarstbecken reicht von den Grenzen von Hunan und Kwangtung bis gegen die Grenze von Tongking hin (600 km).

Der Grund des Unterschiedes zwischen dem Formenschatz des Karstes von Tongking und demjenigen von Kwangsi ist gewiß ein tektonischer. In den Kegelkarstgebieten von China, Indochina und Siam gingen

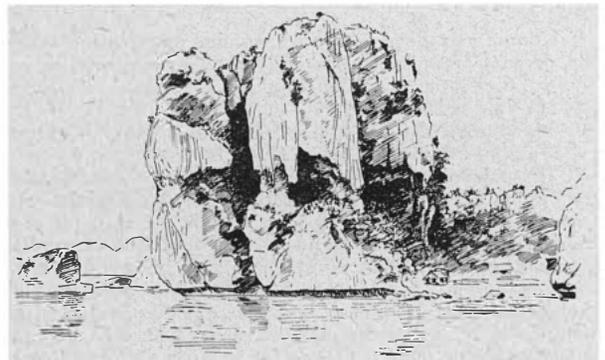


Abb. 3: Die Drachensinsel in der Baie d'Halong.

Man sieht die scharfe Brandungskehle zwischen Ebbe- und Fluthöhe und das Grotteniveau einer ehemaligen Einbnungsfläche in etwa 25 m Höhe, in der auch die Felsmauer rechts abschnidet. Höhe des Karstturmes etwa 85 m. Rechts auf dem Sandstrand Siedlung.

die letzten großen Faltungen mit echt geosynklinaler Orogenese im Mesozoikum vor sich<sup>27)</sup>. Es folgten bis ins Quartär Einebnungsvorgänge, teils weitflächig, teils regional begrenzt, unterbrochen von Bruch- und Großfaltungstektonik und deren Auswirkungen, wozu die großen bogenförmigen Flexuren und Abbrüche des kontinentalen Ostasiens, die Hebung von Yünnan und Kweitschou, die Kippung der annamitischen Scholle gehören. Diese Bewegungen waren besonders stark in einem NW-SO streichenden Gürtel beiderseits des kräftigen jungen Grabens des oberen Roten Flusses

In manchen Ebenen haben sich die Flüsse durch das Überschüttungsmaterial hindurch bis in den Kalkstein unter der Einebnungsfläche (bis zu 12 m Tiefe) eingeschnitten. In diesem Bereich sind die kleineren Wasserläufe versunken. Die Lösungsunterschneidung ist außer Funktion gesetzt. Flache Dolinen haben sich gebildet, mit Teichen, z. T. in Flußhöhe (Abb. 7). Auf diesen Flächen gibt es im Gegensatz zu den Ebenen aktiven Lösungsunterschneidens, die meist ganz mit Reisfeldern bedeckt sind, wenig Reisbau. In einem Turmkarstgebiet südlich des Tongkingdeltas, bei Chiné im

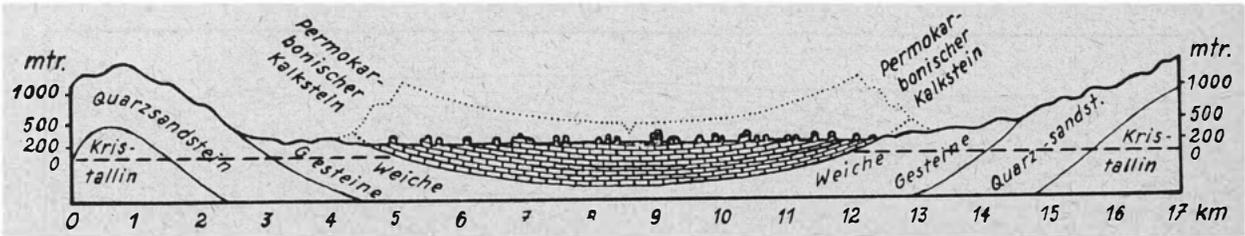


Abb. 4: Schematischer Querschnitt durch das Turmkarstbecken von Kweiling in Kwangsi.

Die gepunktete Linie soll andeuten, welche Bergformen im Kalkstein wahrscheinlich bei gleichem geologischem Bau im Wüstenklima oder kühl-gemäßigten Klima entstanden wären. Die Mächtigkeit der Schichten nach J. S. Lee: Geology of China, London 1939, S. 483 ff.

Zeichnungsentwurf von H. v. Wißmann

und beiderseits des Tongking-Deltas, aber relativ schwach im Gebiet der Rücken und Turmkarstbecken von Kwangsi, das wohl nur von langsamer Hebung, Senkung und sanfter Großfaltung längs alter Leitlinien betroffen wurde<sup>28)</sup>. Anscheinend sind die intramontanen Turmkarstebenen<sup>29)</sup> als solche schon seit der mesozoischen Orogenese entstanden und allmählich in den bis über 1000 m mächtigen gefalteten Kalken tiefergeschaltet, zeitweise auch ganz oder teilweise zugeschüttet und dadurch fossilisiert und dann wieder ausgegraben worden (Abb. 6)<sup>30)</sup>.

Umkreis der französischen Konzession Ba Sao, ist aus dem Netz der Ebene um die Karsttürme alle oberirdische Entwässerung verschwunden<sup>31)</sup>. Auch hier ist somit die Lösungsunterschneidungsebene außer Funktion gesetzt worden. Es läßt sich erkennen, daß überall, wo dies geschehen ist, die unterschrittenen Steil-

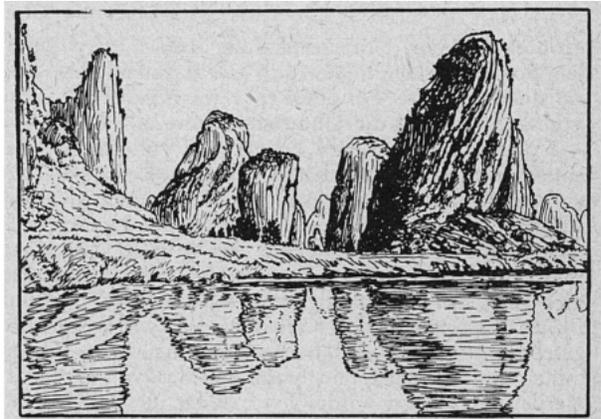


Abb. 5: Turmkarst mit steilgestellten Schichten an der Fähre über den Kweikiang bei Yangso zwischen Kweiling und Pinglo, Kwangsi.

Aufnahme und Zeichnung von H. Wißmann

<sup>27)</sup> Zu Ende des Trias und zu Ende des Jura. Ältere Massen waren die „Indosinische“ in SO-Indochina, diejenige des Roten Beckens von Szetschwan sowie diejenige der Ordos, von Schansi und von West-Schantung. Die Zone, die von Ost-Kwangtung über Fukien nach Tschekiang greift, wurde von kräftigen kretazischen (austrischen und laramischen) Bewegungen mit starkem rhyolitisch-andesitischem Vulkanismus ergriffen. In dieser Zone sind Kalkstein und Kegelkarst wenig verbreitet.

<sup>28)</sup> Les principaux traits de la structure géologique de l'Indochine française. Bull. Serv. Géol. de l'Indochine 19, 1, Hanoi 1931; L. Fromaget: Les phénomènes géologiques récents et le préhistorique Indochinois. Ier Congrès des préhistoriens d'Extrême Orient, Hanoi 1932. A. Heim, K. Krejčí-Graf: Geology of Canton. Spec. Publ. Geol. Surv. of Kwangtung and Kwangsi, 7, 1930; W. Credner: ebd. 10, 1932; ders.: in Geol. Rundsch. 23a, 1933, S. 158 ff; J. S. Lee a. a. O.

<sup>29)</sup> Die, wie gesagt, oberhalb der antezedent-epigenetischen Engtäler liegen und durch Lösungsunterschneidung ihrer Flüsse und Hochwasserschichten entstanden und tiefergeschaltet wurden.

<sup>30)</sup> Am Rande des Turmkarstbeckens von Kweih sien liegt der Lösungsunterschneidungs-Ebene, die die heutigen (!) Karsttürme trägt, ein tertiärer Rotsandstein auf, der gewiß die (damals wohl breiteren) Karstburgen einst ummantelte (P. Teilhard de Chardin, C. C. Young, W. C. Pei: On the

cenozoic formations of Kwangsi and Kwangtung. Bull. Geol. Soc. China 14, 1935, S. 179—205, vgl. S. 393—426). Eine vollkommene Wiederausgrabung fossilen Turmkarsts uralopermischer Kalke aus den ihn fossilisierenden Rotsandsteinen fand J. Deprat in Ost-Yünnan. Vgl. Abb. 6.

<sup>31)</sup> Es ist eine den Karstrockentälern entsprechende Karstrockenebene entstanden.

wände am Fuß der Karsttürme abgeschrägten Gehängen von der Neigung einer Schutthalde gewichen sind<sup>32)</sup>. Dies ist auch dort zu sehen, wo im Turmkarst aktiven Unterschneidens Roterdeterrassen und -hügel einer älteren, wenige Meter höheren Unterschneidungsebene sich an den Fuß eines Karstturmes anfügen. Auf Ebenen außer Funktion gekommener Unterschneidung sieht man in Kwangsi statt Türmen stellenweise konische Bergformen mit rund 45° Hangneigung (Abb. 7).

In einigen Karstebenen von Süd-Kwangsi dehnt sich auf weite Strecken die reine Karstebene aus, nur noch stellenweise von Türmen überragt. Diese sind hier

stammenden Sande sind gerade in den Kesseln und Taschen zwischen den „pinacles“ besonders reich an Erz. Deshalb werden auch diese oft weithin im Bergbau freigelegt. Wo eine Überschüttungsebene durch natürliche Vorgänge ihrer Deckschichten beraubt ist, werden diese „pinacles“ oft zum Teil oder ganz herausgewaschen und werden, wo sie von stehendem oder trög fließendem Wasser umgeben sind, zu Blockwerk unterschritten, sonst aber von den Niederschlägen zu Karrenformen der Oberfläche umgestaltet.

Auf diese oder ähnliche Weise entstandene Karrenfelder sind bei Lunan in Ost-Yünnan streckenweise

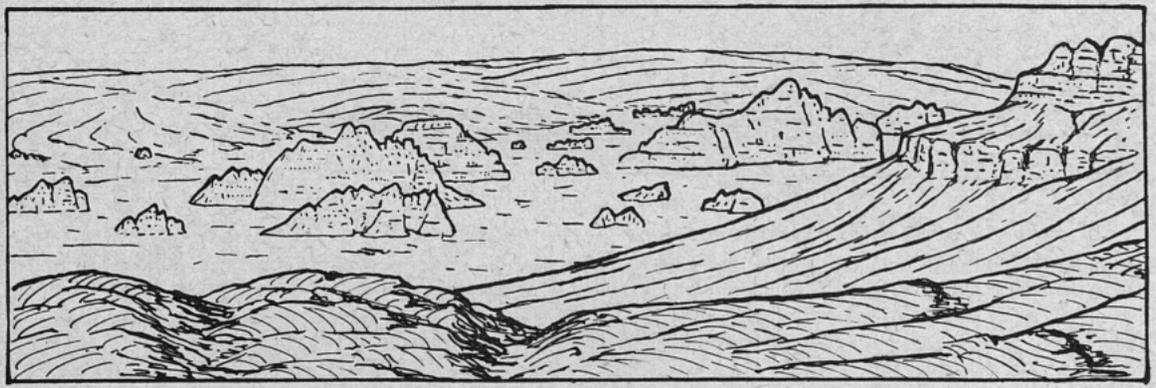


Abb. 6; Turmkarst permischer Kalke wurde von Rotsandstein (fraglichen Alters) fossilisiert und heute zum Teil wieder herauspräpariert.

Im Hintergrund Rotsandsteinhügelland, davor der Turmkarst in einer Ebene aus verschwemmtem Verwitterungsmaterial des Rotsandsteins. Vorne rechts ein noch zum Teil in den Rotsandstein eingepackter hoher Karstturm. Die Vegetation des stark entholzten Geländes ist fortgelassen. Hochplateau von Ost-Yünnan südlich Luliang (103° 22' Ost, 24° 51' Nord). Gezeichnet nach einer Skizze von J. Deprat (a. a. O., S. 26).

größtenteils der Unterschneidung zum Opfer gefallen. Solche Ebenen können sich gewiß nur bilden, wenn sie durch längere Perioden in etwa gleichem Niveau verharren<sup>33)</sup> und die Unterschneidung aktiv bleibt.

Ist die Einebnung des Turmkarsts vollkommen beendet, so ist die entstandene Ebene, wenn sie — wie zumeist — schon im Verlauf des Unterschneidens überschüttet wurde, nicht ohne weiteres als Unterschneidungsebene erkennbar. Ohne den Abbau vor allem von Zinn im Überschüttungsmaterial würde man nicht viel über ihr Vorhandensein wissen. Die bedeckte Fläche des anstehenden Kalksteins ist zwar im großen gesehen eben, in den Kleinformen, die in den Zinnminen von Kwangsi, Süd-Siam und Malaya aufgedeckt werden, ist sie ein wildes Feld steiler, gerundeter, bis zu 15 m hoher Kalksteinhöcker mit Näpfen, Kesseln und Taschen, manchmal riesenhaften menschlichen Backenzähnen ähnlich, oder auch schärferer Zacken und Türme. *Scrivenor* und *Credner* nennen diese Formen „pinacles“<sup>34)</sup>. Die aus benachbartem Kristallin

in einem Bereich von 20 km Durchmesser in geschlossenen Mulden aus mächtiger Roterde herausgewaschen und umgestaltet worden. Es ist der in Yünnan berühmte „Steinwald“, der Schih-ling. Zum Teil besteht er aus dicht gedrängten oder sich vereinzeln Steinsäulen, zum Teil aus aufrecht stehenden Steinplatten, dünn wie schmale Mauern, durch Klüfte (Kluftkarren) oder Gassen voneinander getrennt. Mauern und Säulen ragen bis zu 30 m hoch auf! Merkwürdigerweise entstanden diese Formen, obwohl die Bankung fast horizontal und gut erkennbar ist<sup>35)</sup>.

In anderen Gegenden finden sich auf solchen Flächen Gruppen und Herden bizarrer Felsgestalten, die wie der Granitdom und der Karstturm die chinesischen

Formen in den Zinnminen von SW-Malaya kennen. An Unterschneidungsrändern und als Grottenböden in fließendem und stehendem Wasser entstanden und unter der Überschüttungsdecke weiter entwickelt, sind sie weder echte Karren noch echte geologische Orgeln. An den Schichtungen der Sande sind nachträglich Sackungen erkennbar, wie in den Kreideschichten der Fränkischen Alb. Vgl. *A. Penck*: Das unterirdische Karstphänomen. Cvijič-Festschrift. Belgrad 1924.

<sup>35)</sup> *J. Thorp*: Shilin, Yunnans „Forest of Stones“. The China Journal 25,1, Shanghai 1936. *J. Deprat* a. a. O., S. 26, Bildtafel 5, Atlas Fig. 47, 172. Über die schöne Ausbildung der Rinnenkarren usw. vgl. *H. Lehmann* im folgenden Aufsatz.

<sup>32)</sup> Zumeist besteht dieser Fuß wohl aus herabgebrochenen Felsblöcken und Schutt. Die höheren Hänge bewahren z. T. länger ihre Steilheit.

<sup>33)</sup> Vgl. Anm. 30 über das Becken von Kweihnsien.

<sup>34)</sup> *Teilhard de Chardin* a. a. O.; *W. Credner*: Siam a. a. O., S. 37, 43 f.; *J. B. Scrivenor*: The Geology of Malayan Ore-Deposits. London 1928. *F. Blondel* a. a. O., S. 6; *ders.*: in Comptes Rendus Ac. Sc. Paris 1927. Ich selbst lernte diese

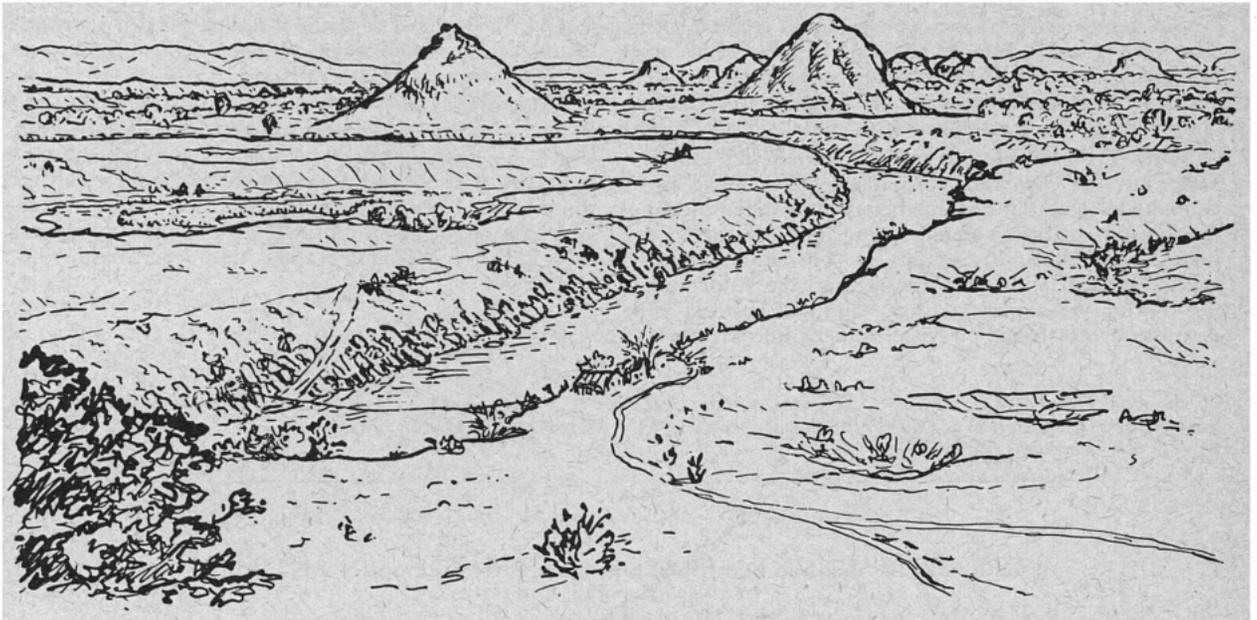


Abb. 7: Turmkarstbecken am Yükiang in Süd-Kwangsi.

Im Hintergrund höhere Gebirge aus hartem undurchlässigem Gestein. Der Fluß hat sich in die von ihm durch Lösungsunterscheiden geschaffene Ebene durch die Roterde hindurch in den Kalk, dessen einfallende Schichtbänke man links des Flusses erkennt, eingeschnitten. In der Roterde Erdfälle und weite Dolinen. In einer solchen links des Flusses ein Teich mit Schilf. Wo das Unterschneiden außer Funktion gesetzt wurde wie am Karsturm links und demjenigen, von dem aus die Aufnahme gemacht wurde, schrägt sich der Steilhang auf etwa 45° ab. Der rechte Karsturm wird von hinten rechts erneut unterschritten. Die meisten Karsttürme der Ebene waren dem Unterschneiden wohl schon zum Opfer gefallen, bevor die Ebene außer Funktion gesetzt worden war.

Skizze von H. v. Wißmann nach Photo

Maler anregten. Berühmt sind sie im oberkarbonischen Kalk von NW-Tschekiang, von wo die Felsen der Ziergärten dort und im Yangtsedelta stammen.

Wie in den Großformen des Kegelturmkarsts, so ist auch in den bedeckten und unbedeckten Kleinformen auf der Karstebene feuchtheißen und feuchtsommerheißen Gebiete die Vollform charakteristisch.

Wir erkennen, daß im tropischen Karst die durch Lösungsunterscheidung im Kalkstein entstehende Ebene als Karstrandebene, Poljen- oder Uvala-Ebene, Turmkarstebene und vollkommene Einebnungsfläche wichtiges Element vieler Großformengruppen ist, wie

J. Roglič dies in der folgenden Diskussion mit Recht eindringlich hervorhob. Roglič wies darauf hin, daß die Einebnung von Šuma im Popovo-Polje sehr stark einer außer Funktion gesetzten und ihrer Übersättigung beraubten tropischen Karst-Unterschnidebene ähnelt, der aus diesem Polje herausragende kegelförmige Hum einom Karsturm, der seine Steilheit verlor, seit er nicht mehr unterschritten wurde.

Der von H. Lehmann aus Java, Jamaica und Puerторico dargestellte Karst mit Kegeln und Dolinen, der „Cockpit-Karst“ — G. Chabot schlägt karsten écumoire vor — ist in China in ähnlicher, meist aber steilerer Ausbildung vor allem in

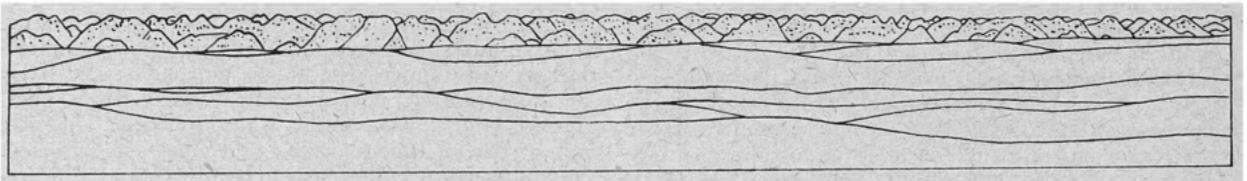


Abb. 8: Der Schih-hua-schan

(„Gebirge der steinernen Blumen“) auf dem Plateau von Ost-Yünnan (102° 10', 24° 25'), von NW gesehen. Seine Dolinen sind Rückzugsgebiet von Lolo- und Miao-Stämmen. Im Vordergrund flache Hügelwellen und Karstwannen im mergeligen Kalk des Mitteldevons, darüber der Kegel- und Dolinen-Karst (Cockpit-Karst) des Schih-hua-schan, aus einem reinen oberdevonischen Kalk, etwa 150-200 m hoch. Seine Gipfel flur deutet auf eine alte Einebnungsfläche, eine Ebene durch Lösungsunterscheiden in spitzem Winkel zur Schichtung.

Zeichnung von J. Deprat nach Photopanorama, aus Étude géologique du Yunnan oriental, S. 24. Vgl. Anm. 6.

Kweitschou und dem östlichen Yünnan verbreitet<sup>36)</sup>, mit Übergängen zum Karst mit Steilkegeln und Schlunddolinen des Gebirgslandes von Tongking, der auch im Nanling-Gebirge an der Grenze von Hunan und Kwangtung sich findet.

Merkwürdigerweise ist eine Gleichheit der Gipfelhöhe, aus der man auf vorherige vollkommene Ein ebnung des Karstlandes durch stehendes oder fließendes Wasser schließen kann, häufig im Kegel- und Dolinen-Karst (Abb. 8), selten im Turmkarst festzustellen, in dem auch der Abstand und die Anordnung der Türme viel unregelmäßiger sind als Abstand und Anordnung der Kegel im Kegel- und Dolinen-Karst<sup>37)</sup>.

<sup>36)</sup> H. von Handel-Mazzetti a. a. O., O. Lehmann 1925 a. a. O., Graf zu Catell a. a. O., 129, 162, J. Deprat a. a. O.  
<sup>37)</sup> Vgl. H. Lehmann a. a. O. 1936.

Jedenfalls haben wir den Kegelkarst zu den rhythmischen geomorphologischen Phänomenen im Sinne von H. Kaufmann zu rechnen<sup>38)</sup>.

Karstformen, die wir nicht zum Kegelkarst rechnen können, finden sich auch in Südwestchina in die Kegelkarstgebiete eingestreut, vor allem in Ost-Yünnan und in Kweitschou. Es sind dort Gebiete flachwelliger Hügel mit seichten Dolinen. Sie erscheinen in triassischen Kalken, die von Mergel- und Sandsteinlagen durchsetzt sind, und in mergeligen Kalken z. B. des Mitteldevons. (Vgl. Abb. 8).

<sup>38)</sup> H. Kaufmann, Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche. Braunschweig 1929.

### 3. DER TROPISCHE KEGELKARST AUF DEN GROSSEN ANTILLEN

H. Lehmann

Mit 11 Abbildungen und 6 Bildern

#### 1. Verbreitung und Alter

Der Typus des tropischen Kegelkarstes ist in den Großen Antillen auf Cuba, Jamaica, der Dominikanischen Republik<sup>1)</sup> und Puerto Rico verbreitet in Kalken verschiedenen Alters, unterschiedlicher petrographischer Beschaffenheit und Tektonik. Keineswegs aber ist das Kegelkarstgebiet identisch mit der Verbreitung der Kalke überhaupt. Es gibt sowohl auf Cuba wie auf Jamaica mehr oder minder ausgedehnte Kalkgebiete, die nicht den Formenschatz des tropischen Kegelkarstes aufweisen, sondern nur die gewöhnlichen Karsterscheinungen wie Karren, flache Dolinen, Flußschwinden usw. Sie liegen bezeichnenderweise meist in geringer Höhenlage über dem Meer. Wo dies nicht der Fall ist, kann das Fehlen der sonst typischen Kegelkarstformen in ursächlichen Zusammenhang mit der unreinen, kreidigen oder mergeligen Beschaffenheit der Kalke gebracht werden.

Der Kegelkarst selbst zeigt in Westindien die gleichen Variationen vom niedrigen Kuppenkarst bis zum steilen Turmkarst, wie sie aus Südostasien bekannt sind, wenn auch so bizarre Bilder fehlen, wie sie der voll entwickelte südchinesische Turmkarst bietet. Dies liegt wohl in erster Linie an dem relativ geringen Alter der westindischen Karstentwicklung. Selbst da, wo mesozoische Kalke von ihr betroffen werden (Cuba), geht die Entwicklung des heutigen Formenschatzes von einer die Kalke und die angrenzenden undurchlässigen Gesteine kappenden Rumpffläche frühestens miozänen Alters aus. Der Beginn ihrer Verkarstung (oder Wiederverkarstung) fällt auf Cuba und Puerto Rico mit

einer pliozänen oder gar pleistozänen Hebungssphase zusammen (vgl. Massip, Marrero, Meyerhoff), nur für Jamaica wird er von den dortigen Geologen (V. A. Zans) — vielleicht zu Unrecht — bis in das Miozän zurückdatiert.

Die allgemeinen Züge des tropischen Kegelkarstes auf den Großen Antillen sind von mir bereits an anderer Stelle dargelegt worden (Umschau 1953, Heft 18; Deutscher Geographentag in Essen 1953). Hier sei daher ergänzend auf einige besondere Fragestellungen eingegangen, die für die Diskussion des Karstphänomens in den Tropen von Bedeutung sind.

#### 2. Entstehung und Weiterentwicklung von Karstrandebenen und intramontanen Karstverebnungen (Poljen, interior valleys) in den Tropen.

Wo das Kegelkarstgebiet nicht durch junge Brüche bzw. Flexuren begrenzt ist oder in einer geschlossenen Schichtstufe abbricht, wie dies im S. des puertoricanischen Kegelkarstes der Fall ist, finden sich häufig Karstrandebenen (im Sinne von K. Kayser) ausgebildet, die von den undurchlässigen Gesteinen auf den anstehenden Kalk übergreifen und, mit einer mehr oder minder mächtigen Schicht von verschwemmten Lösungsrückständen bedeckt, die morphologische Basis der unvermittelt über sie aufragenden Kegel oder Türme bilden. Eine solche Karstrandebene, die sich mit weiter im Innern des Karstgebietes ausgebildeten Verebnungen verzahnt, ist in sehr klarer Weise an der Südseite der Sierra de los Organos auf Cuba bei Viñales (Provinz Pinar del Rio) ausgebildet (Bild 1). Dieses aus mesozoischen Kalken bestehende Gebirge hat seinen Namen von der orgelpfeifenartigen Auflösung der Gebirgsmasse in Pfeiler und Türme, die hier „Mogotes“ genannt werden. Der geologische Bau ist kompliziert; er wird in den Publikationen über Cuba (Massip,

<sup>1)</sup> Auf das bisher unbekanntes Vorkommen des Kegelkarstes in der Dominikanischen Republik hat mich Frau Dr. G. von Koblinski geb. von Siemens auf Grund der Auswertung von Luftbildern hingewiesen.