

DIE AGRARLANDSCHAFT IM TROPENKARST

— Beispiele ihrer geo-ökologischen Differenzierung aus Java und Sulawesi —

HARALD UHLIG, Giessen

Die Erforschung des Karstes, eines der Hauptarbeitsgebiete **J. Roglić**, dem diese Ausführungen in alter und herzlicher Verbundenheit gewidmet sind, richtet sich in erster Linie auf Relief und Wasserhaushalt. Die Kulturlandschaft im Karst, einem Lebensraum mit ganz spezifischen Naturbedingungen und entsprechenden Nutzungsformen, wird dagegen meist nur randlich erwähnt. Wie es bei einer Auffassung der Landschaft als Integration natürlicher und anthropogener Geofaktoren, die auch **J. Roglić** entschieden als Grundlage der Geographie vertritt (1961), zu erwarten ist, läßt gerade eine Untersuchung der Landnutzung von Karstgebieten — hier dreier Beispiele aus den wechselsehnten Tropen Südostasiens — auch deren geo-ökologische Unterschiede besonders deutlich hervortreten.

Herbert Lehmann hat die Unterschiede des Karstes in den Tropen gegenüber den »klassischen« Forschungsgebieten in Jugoslawien bzw. den gemäßigten Klimaten dahingehend zusammengefaßt, daß dort nicht oberflächlich abflußlose Hohlformen, sondern Vollformen, Kalkkegel, — türme und — halbkugeln die Leitformen bilden. Schließlich konnten zwei Grundtypen des »Kegelkarstes«, wie ihn Otto Lehmann (1927) zuerst benannte, unterschieden werden: die Ausbildung schroffer, fast senkrechter Türme auf einer gut durchfeuchteten Korrosionsebene (»Karstrandebene«, **K. Kayser**, 1934; 1955), als »Mogoten«-Typ (nach einem lokalen Begriff aus Cuba) oder auch als »Turmkarst« (**H. v. Wissmann**, 1954, für die Vorkommen in SW-China) bezeichnet; und zum anderen der aus bienenkorb förmigen Kuppen bestehende »Halbkugelkarst«, in Südostasien nach Herbert Lehmann (1936) als »Gunung Sewu«-Typ angesprochen.

Im Rahmen seiner agrargeographischen Arbeiten¹ konnte der Verf drei von Herbert Lehmann (1936) und dessen Schüler Achsan Sunartadirdja

¹ Der Deutschen Forschungsgemeinschaft möchte ich auch an dieser Stelle für die Förderung meiner Forschungen danken. Herzlicher Dank gilt meinen indonesischen Begleitern im Gelände, Drs. PARMATI (Geographisches Institut, Gaja Madah-Universität, Jogjakarta); den Herren HALID NAMBO (Dept. Agraria), IDRUS ABUSTAN und ANDI MAKKULAU (Geographische Abt. der IKIP), Ujung Pandang; sowie den Kollegen, die mir durch ihre Hilfen die Arbeitsmöglichkeiten bereiten halfen, Brig. Gen. Drs. AZWAR HAMID, Dr. I MADE SANDY, Dr. ACHSAN SUNARTADIRDJA und Prof. KARDONO DARMOJUWONO in Jakarta. Im Karstgebiet von Maros brachten Diskussionen mit dem Archäologen Dr. I. C. GLOVER (London) und dem Geomorphologen R. MACDONALD (Oxford) wertvolle Hinweise. Übersicht über die Agrarlandscraftstypen in Südostasien (u. weitere Literatur) in: H. UHLIG: Südostasien — Austral—Pazifischer Raum, Fischer—Länderkunde 3, Frankfurt/M. 1975, S. 87—129.

(1959); (1960) karstmorphologisch untersuchten Gebiete auf Java und Sulawesi (Celebes) studieren. Ihre Unterschiede erwiesen sich als so eindrucksvoll, daß sie sowohl für die Kenntnis der Agrarlandschaftstypen Südostasiens wie für die des tropischen Karstes von Interesse sein dürften.

Die Kulturlandschaft in der Karstrandebene des Turmkarstes von Maros

Im südwestl. Sulawesi ragt nur ca. 35 km nördl. Ujung Pandang (Makassar), bei Maros, mauergleich ein großartiges Karstgebiet aus der Küstenebene auf, vor dessen Kalkwänden inmitten von Naßreisfeldern isolierte Türme stehen.

Achsan Sunartadirdja und **Herbert Lehmann** (1960) haben Relief und Genese ausführlich beschrieben; die Luftbilder und Blockdiagramme in dieser gut zugänglichen Publikation sollten auch bei der Lektüre der folgenden Ausführungen vergleichend herangezogen werden.

Während das Innere der von ihrer vulkanischen Bedeckung entblößten, eozänen Kalkmasse (relativ reine, grobbankige Nummulitenkalke) als wildes, von Karstschloten zerschrundetes und von dichtem Wald überwuchertes Plateau kaum zugänglich ist, wurde die Randebene unter den 100—350 m hoch aufragenden Kalkwänden und -türmen und einige randliche Klein-Poljen dicht besiedelt und mit typisch indonesischen »Sawahs« ausgefüllt. Während stellenweise noch bloßgelegte Karrenflächen und auch bizarre, pilzförmige »Karrensteine« (mit tiefen Hohlkehlen am »Stiel«) die korrosive Entstehung als Karstrandebene erkennen lassen — was **Achsan** und **Lehmann** zur Unterscheidung von der weiter außen folgenden, alluvialen Küstenebene und zur Widerlegung der älteren Deutung der von Fußkehlen unter schnittenen Karstwände als ehemaliges Kliff auf einer marinen Abrasionsplattform besonders betonen — trägt diese Fläche vielfach über der undurchlässigen Unterlage aus prätertiären Gesteinen einen glimmerhaltigen, gelbbraunen Lehmboden, der nicht nur aus Kalkverwitterungsmaterial, sondern auch aus allochthonen Einschüttungen entstand.²

Diese unterchlässige Unterlage auf einem relativ ebenen, im einzelnen freilich doch gegliederten Gelände vor den Karstwänden (mit ihren Karstquellaustritten) bot eine günstige Voraussetzung für den »Sawah«-Naßreisbau.

Die lockeren, von Baumhainen beschatteten Dörfer der Bugi³ liegen vorwiegend (aber nicht ausschließlich) auf flachen Schwemmkegeln in der Nähe des Wandflusses. Auf den ersten Blick sind Siedlung und Anbau kaum von denen der übrigen Küstenebenen Süd-Sulawesis unterschieden. Eine Detailuntersuchung zeigt aber die Besonderheiten, die aus der Lage auf der Karstrandebene resultieren. Zwei Faktoren des Karstrandbesiedelungsgebietes prädestiniert: die zahlreichen, oft von den »Außenstalagmiten« (**H. Lehmann**) des tropischen Karstes verhangenen Höhlen am korrosiv unter schnittenen Fuß der Felswände, und zum anderen die ebenfalls dort austretenden Karstquellen, die auch in den trockenen Monaten des monsunaltropischen Wechselklimas perrenierende Wasserschüttung bieten. Archäologische

² ACHSAN und H. LEHMANN verweisen auf H. LOUIS (1956), nach dem vielfach allochthone Aufschüttungen erst die Vorbedingungen für die Abdichtung der Wasserbahnen und damit die Entstehung von Korrosionsebenen schaffen.

³ Die malayischen Bugi sind mehr als kühne Seefahrer und Küstenbewohner bekannt; im südwestl. Sulawesi bilden sie aber bis in das Gebirge hinauf auch die bäuerliche Bevölkerung.



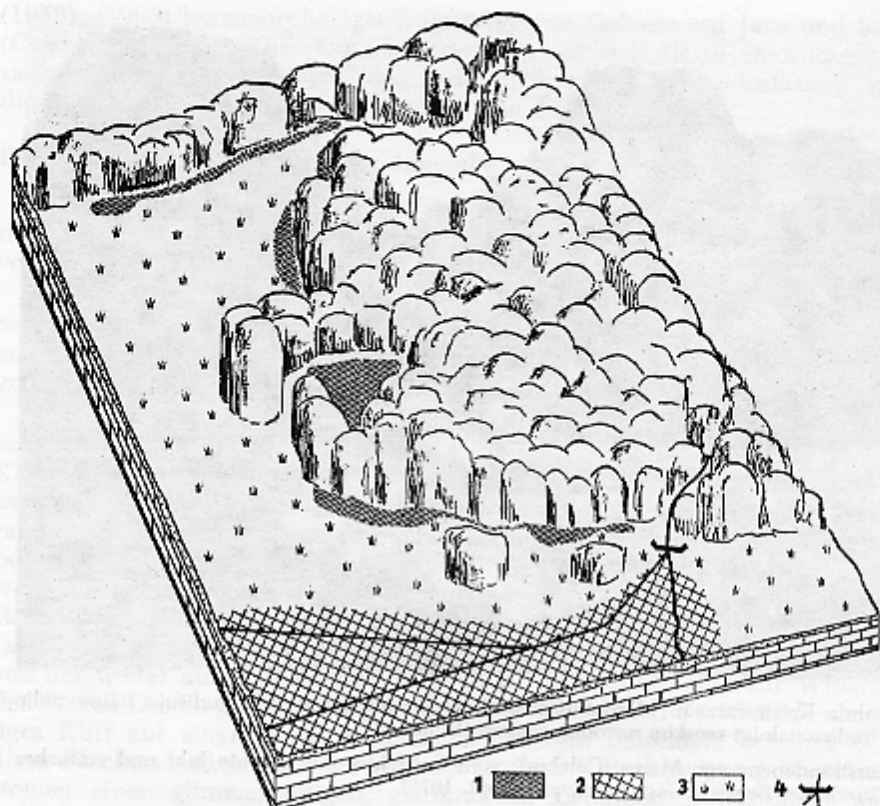
Fot. 1. Rubna Krška zaravan Marosa (Celebes). U prvom planu jednogodišnje rižino polje s tradicionalnim seoskim navodnjavanjem (Rujan 1975)

Fot. 1. Karstrandebene von Maros (Celebes); vorn Reisfelder mit 1 Ernte/Jahr und einfacher bäuerlicher Bewässerung (Brachzeit) (Sept. 1975)

Grabungen in den Höhlensedimenten erschlossen eine Stratigraphie von Artefakten und ganzen Bänken verfestigter, z. T. von Stalagtiten überzogener, an die »Kjökkenmøddinger« Skandinaviens erinnernder Schalenhaufen verzehrter Süßwasserschnecken, die eine Besiedlung des Karstrand von Maros bis in das 5. vorchristl. Jahrtausend zurückdatieren lassen.⁴ Funde karbonisierter Reiskörner belegen mit ihren (noch nicht abgeschlossenen) C₁₄ — Datierungen dort schon etwa vom 3. Jt. v. Chr. an den Verzehr von Reis (Wildformen oder angebaut?). Weiter bieten die Höhlen noch heute nitratreiche Höhlensedimente als natürliches Düngemittel, das von den Bauern abgegraben und auf die Felder gebracht und z. T. sogar verkauft werden kann.

Heute wird die Karstrandebene überwiegend von Naßreisfeldern (»Sawahs«) eingenommen; nur auf etwas höheren, trockenen Standorten, z. B. flachen Schwemm- und Schuttkegeln am Wandfuß, finden sich kleinere Dauertrockenfelder (»Tegalan«) und in Siedlungsnähe Baum- und Gemüsegärten (»Kebun«). Brandrodungs-Wanderfeldbau (»Ladang«) findet sich am Karstrand dagegen nur ganz selten auf kleinen Schräghangpartien (z. B. auf alten Bergsturzhalden), da die fast senkrecht aufragenden Felswände für diesen keinen Raum lassen.

⁴ Ein erster Bericht über die Ergebnisse der Grabungen von Dr. GLOVER befindet sich im Druck: »Archipel«, No. 11 (Paris) 1975. Bei Lealleang wurden auch prähistorische Höhlenmalereien entdeckt.



- 1.) Gunstbereich durch Karstquellen
(Bewässerung, 2 x Reis oder 1 x Reis 1 x Tabak
usw./Jahr)
- 2.) "Sawahs" mit technischer Bewässerung
(2 x Reis/Jahr)
- 3.) "Sawahs" auf gestautem Regenfall oder mit einfacher
Grabenbewässerung (1 x Reis i. Regenzeit)
- 4.) Stauwehr für Bewässerungskanäle

Sl. 1. Rubna krška zaravan kod Maros-a (JZ Celebes)

Fig. 1. Karstrandebene des »Turmkarstes« von Maros (SW Celebes)

Der überwiegende Teil der Naßreis-Dauerfelder wird aber — wie fast auf der gesamten Küstenebene von Sulawesi — noch in der traditionellen Fruchtfolge nur einer Reisernte pro Jahr (in der Regenzeit)⁵ bestellt. Danach liegen die meisten Felder brach; nur solche mit besonders günstiger Bodenfeuchte tragen eine zweite Ernte (Sojabohnen, Erdnüsse oder Tabak). Ebenso schwach entwickelt wie die Fruchtfolge ist die vorherrschende simple Bewäs-

⁵ Die Regenzeit — fünf bis sechs relativ »nasse« Monate — fällt an der W-Küste von Sulawesi in die Monate November — März, Niederschlagsspitzen im Dezember und Januar (je 610—690 mm), während etwa vier trockene Monate im Sommer liegen, am ausgeprägtesten im August (unter 10 mm); der Gesamtniederschlag ist mit 2300—2500 mm/Jahr sowohl dem von Bone (Ostseite — s. u.) wie dem von Gunung Sewu (Java)ähnlich.

serung als »Reisbau auf Regenstau«⁶, bei dem die einzelnen Feldchen nur durch Erddämmchen umschlossen sind und die Bestellung des Naßreises auf dem dort festgehaltenen Niederschlage beruht. Nur teilweise wurde zusätzlich eine einfache Grabenbewässerung hinzugefügt, aus einigen in der Regenzeit stärker fließenden Karstquellen gespeist und mit Durchstichen von Feld zu Feld. Da die Karstrandebene nicht völlig flach, sondern durch ein Kleinrelief gegliedert ist, findet sich dort, wo vorgelagerte Mogoten-Gruppen ein Stück der



Fot. 2. Malo polje na Krškom rubu Maros-a (Celebes); U prvom planu krško vrelo čija se voda koristi za navodnjavanje rižinih kultura u polju (2 žetve godišnje)

Fot. 2. Klein-Polje am Karstrand von Maros (Celebes), vorn Karstquelle, die unmittelbar die Bewässerung der Reisfelder des Polje-Bodens speist (2 Ernten jährlich)

Ebene talartig abschließen, ein konvexer Boden: das Gelände am Fuß der Karstwand liegt (mit Ausnahme von Schwemmkegeln) etwas tiefer und ist gewöhnlich feucht; dann steigt die Ebene etwas an und wird von kleinen Rinnen zer-

⁶ Vgl. den Entwurf einer Ordnung der Reisanbauformen durch H. UHLIG und R. D. HILL (1969); eine ausführliche Darstellung wird im Rahmen der »Internationalen Arbeitsgruppe für die Terminologie der Agrarlandschaft« durch den Verf. z. Zt. bearbeitet.

schnitten, die in die Gräben der einfachen Zusatzbewässerung abgeleitet werden, während das Kleinrelief zugleich zu einer schwachen, treppenförmigen Terrassierung der Reisfelder führt. Am jenseitigen Rand enden diese Gräben am noch 1 bis 2 m tiefer liegenden Wandfuß der Karsttürme in Schlucklöchern.

In der schmalen, tieferen Zone entlang der Karst-Felswände findet sich dagegen ein Streifen intensiverer Landnutzung, der durch die Quellaustritte von Karstwasser ganzjährig bewässert und damit für zwei Reisernten im Jahr genutzt werden kann. Stellenweise stagniert so tiefes Wasser, daß sich Nipah-Palmen (eine tropische Sumpfpflanze) erhalten haben. Wo die Feuchtigkeit bzw. Bewässerungsmöglichkeit dieses Wandfußes geringer ist (auf den schwachen Schwemmkegeln), findet sich auch die Fruchtfolge: Naßreis in der Regenzeit, Sojabohnen oder Tabak in der Trockenzeit. Die Höhen-, Feuchtigkeits- und Bodenunterschiede von nur wenigen Dezimetern lassen oft geradezu eine catena-artige Abfolge erkennen: 1. Felswand (mit Hohlkehlen, Höhlen und Karstquellen) — 2. erhöhter Schwemmkegel (an den Quellen unterbrochen) mit Trockenfeld- oder Gartenbau — 3. feuchte Tiefenzone (Nipah-Palmen oder Naßreis mit zwei Ernten) — 4. leicht erhöhte Bewässerungsgräben (allmähliche Aufhöhung durch Ausschlickern) — 5. davor wieder ein etwas tiefer gelegener, gut bewässerbarer Streifen mit zwei jährlichen Naßreisernten — 6. allmähliches Ansteigen gegen die Korrosionsebene; noch etwas bewässerte Felder für Naßreis und eine Zweitfrucht (Sojabohnen, Erdnüsse, Tabak) — 7. etwas höhere Korrosionsebene: nur noch eine Reisernte (auf Regenstau oder mit der einfachen Grabenbewässerung in der Regenzeit), in der Trockenzeit aber Brache.

Noch stärker kommt die Bodenfeuchte- und Bewässerungsgunst in den buchtförmig in das Kalkmassiv eingreifenden Klein-Poljen zur Geltung. Dort kann — z. B. südl. Lealleang — (Luftbild-Abb. 3, **Achsan** und **Lehmann**, 1960, unten links) die flache, von undurchlässigen Einschüttungen abgedichtete Sohle von ganzjährig ergiebigen Karstquellen bewässert und mit zwei Reisernten pro Jahr bestellt werden.

Am Austritt kräftiger Flüsse wird schließlich das Karstwasser für größere Anlagen der »**technischen Bewässerung**« genutzt, z. B. am Südrand des Karstgebietes von Maros, wo der Bantimurung-Fluß durch eine tiefe Klamm mit Karstseen und Wasserfällen aus einer langen, unterirdischen Laufstrecke heraustritt (er fließt von Ober allochthon in das Kalkgebiet hinein und verstärkt während des unterirdischen Laufes seine Wasserführung — s. Luftbild und Blockdiagramm bei **Achsan** und **Lehmann**). In die Ebene hinausgeströmt, wird der Fluß durch ein schon in niederländischer Zeit ausgebautes Wehr gestaut und das Wasser speist über Betonkanäle ein mehr als 70 km² großes Bewässerungsgebiet, dem es zwei jährliche Reisernten sichert. Diese »technische Bewässerung« ist natürlich nicht an Karstgebiete gebunden — hier bildet aber die Karsthydrographie die Gewähr für die regelmäßige Wasserzufuhr für das größte Bewässerungsgebiet auf Sulawesi, das diesen Abschnitt der Küstenebene durch seine Anbau-Intensität stark heraushebt.

Im Inneren des sonst kaum durchgangbaren Kalkmassivs von Maros entstanden schließlich dort, wo größere allochthone Flüsse Durchbruchstäler geschaffen haben, auf deren Talsohlen und den steilen unteren Gehängen (unter den Felswänden, meist auf Schuttkegeln) einige Rodungsinseln mit isolierten, kleinen Siedlungen. Neben kleinen Naßreisfeldern auf den schmalen, bewässerten Talsohlen ist ihr Anbau auf diese Hänge beschränkt, die nur im Brandrodungs-Wanderfeldbau nutzbar sind. Dort begegnet uns nun die shifting cul-

tivation (»Ladang«) mit Bergreis und wenigen Nachfolgepflanzen (meist Cassava und Mais) und anschließendem Rückfallen des Landes an den Sekundärwald auch im Karstbereich. Das unterscheidet diese kleinen Rodungsinseln im Inneren des Kalkgebietes deutlich von der Agrarlandschaft der Randebene.

Die Kulturlandschaft im Halbkugelkarst von Gunung Sewu (Java)

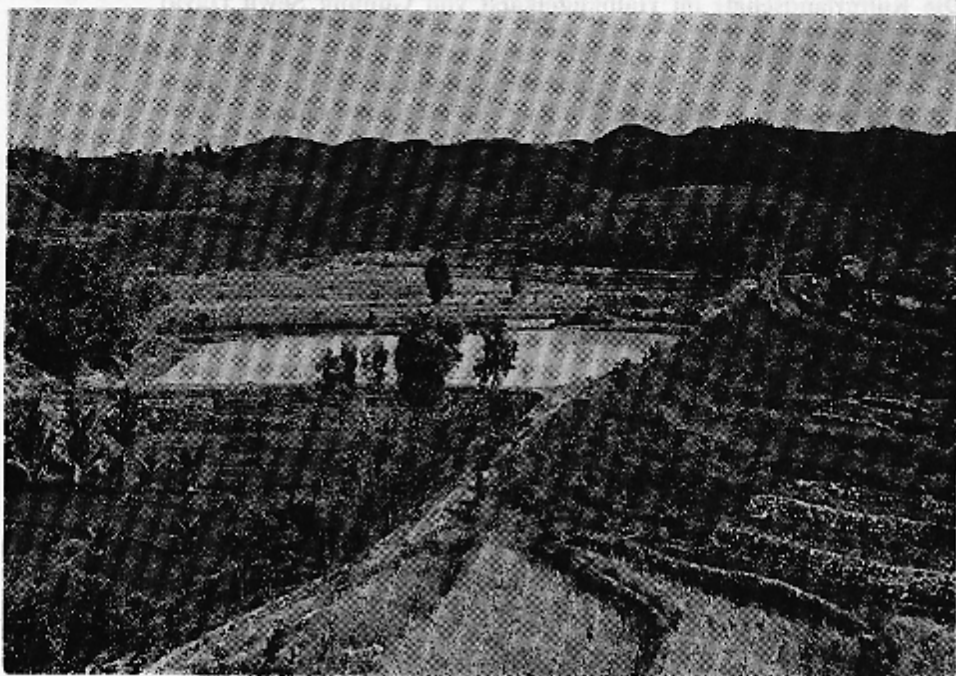
Gunung Sewu (»Tausend Berge«), an der Südküste Zentral-Javas, in der wissenschaftlichen Literatur schon seit **Junghuhn** (1845) und **Daneš** (1915) bekannt und durch die Untersuchungen von **Herbert Lehmann** (1936) zum »klassischen« Gebiet der modernen Tropenkarstforschungen geworden, wurde im überbevölkerten Java — trotz natürlicher Ungunst — dicht besiedelt und zu einem anusesprochenen Notstandsgebiet.

Die nur wenige hundert Meter mächtigen, schwach gebankten Kalke erstrecken sich längs der Küste über rd. 85 km und von S nach N über 10—25 km; das ganze Karstgebiet umfaßt etwa 1400 km². Die höchsten Erhebungen übersteigen 600 m; an der Küste ragen die Kalkfelsen mit einem 25—100 m hohen Kliff aus dem Meere. Bei einer einheitlichen »Gipfflur« der Karstkuppen haben die »Tausend Berge« jedoch eher den Charakter eines vom Karst zerfressenen Plateaus als eines wirklichen Gebirges (relative Höhen der Kuppen: ca. 75 m, durchschnittlich etwa 30 Kuppen/km²).

Die Grundbestandteile des Formenschatzes wurden schon von **F. Junghuhn** (1845) sehr treffend geschildert: »Man denke sich abgerundete, halbkugelige Berge von 100 bis 200 Fuß Höhe, die sich einer neben dem anderen weit und breit zu Hunderten erheben und durch schmale, labyrinthisch miteinander verbundene Zwischentäler getrennt sind«... »im Kleinen könnte man sie (die Bergmasse des Goenoeng Sewoe) mit einem flachen Erdrücken vergleichen, auf dem Maulwürfe ihre dichtgedrängten Hügel aufgeworfen haben.« **Herbert Lehmann** (1936, S. 18) fährt fort: »Das Relief des Goenoeng Sewoe wirkt wie die Umkehr einer gewöhnlichen fortgeschrittenen Dolinenlandschaft. Statt der Dolinen, die im Dinarischen Karst meist als mehr oder weniger kreisrunde Kessel die Karstplatte siebartig durchlöchern, finden wir hier schön gerundete Hügel mit kreisförmigem oder ovalem Grundriß, statt der schmalen Firste und eckigen Restpfeiler zwischen den zusammenwachsenden Dolinen der reifenden Karstlandschaft im Sinne **Grund's** haben hier die Hohlformen eine eckige Gestalt mit konkaven — nach innen eingebuchteten — Begrenzungslinien«.

Die Hohlformen und Verebnungen sind von brauner Terra Rossa erfüllt, die der mediterranen Kalkgebiete weitgehend gleicht. Die Verwitterungsprodukte des Kalkes wurden jedoch stellenweise durch ortsfremde, feinkörnige Tuffe, die sekundär eingeschwemmt wurden, überlagert. Die Erfüllung der Hohlformen und der flachen Gehänge sowie einiger Ebenheiten mit diesen nährstoffreichen und feinkörnigen Böden ist einer der wenigen Gunstfaktoren, auf die sich die Landnutzung stützen kann. Wo am Grunde größerer Hohlformen eine tonige Verdichtung der Verwitterungsrückstände entstanden ist, konnten Stauseen — »Telaga« — aufgestaut werden, freilich im ganzen Karstgebiet insgesamt nur 433 (**Escher**, 1933), so daß täglich kilometerlange Wege für eine dürftige Wasserversorgung von Mensch und Vieh nötig werden; überdies versiegen viele dieser offenen Gewässer im Laufe der Trockenzeit. Für die Gestalt der Hohlformen möchte **H. Lehmann** den Begriff »Dolinen« — ihrer Größe nach sind sie den Dolinen und den Uvalas des Dinarischen Karstes

vergleichbar — vermeiden, da sie nur selten runden, schüssel- oder trichterförmigen Umriß zeigen, während Poljen weitgehend fehlen; er schlägt deshalb vor, neutraler von »Karstwannen« zu sprechen.



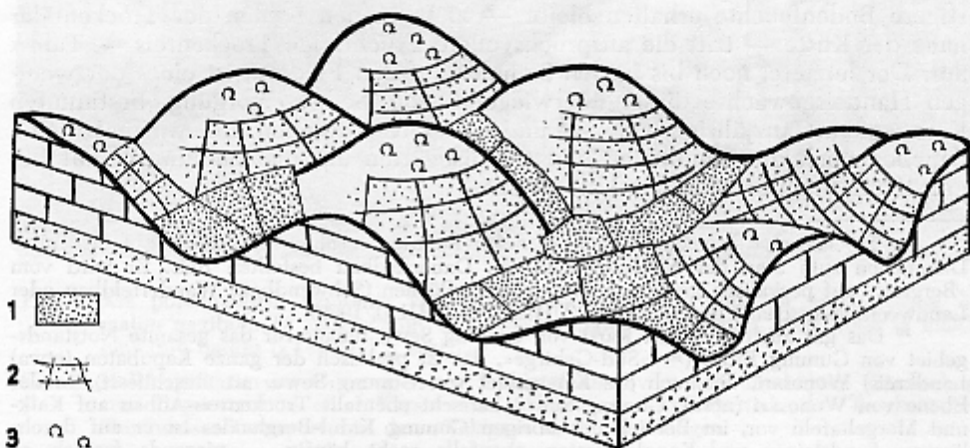
Fot. 3. Krš polukuglastih uzvišenja kod Gunung Sewu-a (Java). Suhe kulture riže na terasiranim poljima u kišno doba. U središtu mala baraža pitke vode («Tegala») u krškoj uvali

Fot. 3. Halbkugelkarst von Gunung Sewu (Java): Trockenreis auf terrassierten Tegalan-Feldern während der Regenzeit. Im Mittelgrung Trink- und Brauchwasser-Stauteich («Tegala») in einer Karstwanne.

Ihre Hänge sind durch Hangknicke und Randterrassen im anstehenden Gestein oder in den Terra Rossa-Auffüllungen gegliedert, die eine Umwandlung in terrassiertes Ackerland erleichterten. Zur Erhaltung der Bodenfeuchte, der Verhinderung von Bodenabspülung, der Gewinnung ebener Flächen und beim Entfernen der Lesesteine wurde allmählich das natürliche Relief mit einem Netzwerk von (Trockenstein-) Terrassen überprägt, das mit Stufen und Mauern aus rauen, von Lochkarren zerfressenen Kalksteinen heute alles Land zwischen den bienenkorbähnlichen Kuppen bestimmt. Statt des Kontrastes von bewässerbarer Randebene und rinzugänglichen Kalkmauern und — türmen konnte so zwar über das ganze Karstgebiet hinweg ein auf — und absteigendes, terrassiertes Trockenfeldland und eine auf zahlreiche Senken verstreute, lockere Dorfsiedlung ausgebreitet werden, bewässertes Land — normalerweise die Grund-

lage der bäuerlichen Dauersiedlung in Südostasien⁷ — steht aber nur in ganz wenigen Ausnahmen zur Verfügung. Stattdessen wird selbst zwischen schroffen Karren an steilen Hängen noch jede bodenhaltige Fuge bebaut und nur die obersten Kuppen (trockene, von Dornbusch überzogene Karren) und die steilen Wandpartien (die auch hier stellenweise von Höhlen zerfressen und von Stalagmiten-Vorhängen verkleidet sind) müssen ungenutzt bleiben.

Der Ungunst des durchlässigen Untergrundes und des monsonalen Rhythmus einer ausgeprägten Trockenzeit mit nur minimalen Niederschlägen von Mai bis Oktober (4,3 Monate erhalten im Jahresmittel weniger als 60 mm Niederschlag) steht eine günstigere Regenzeit (Niederschlagsspitzen Dezember/Januar, Anhalten von Regen bis in den April; 6,8 Monate mit mehr als 100 mm Niederschlag) gegenüber; insgesamt fallen 2100—2360 mm Niederschlag im Jahresmittel.



- 1.) Dauer- (Tegalan) Trockenfelder (terrassiert) auf Ebenheiten und Flachhängen oder in Karstwannen.
- 2.) Trockene (Dauer-) Ackerterrassen und Anbau zwischen Karren und Hängen
- 3.) Restlicher Sekundärwald, Alang-Alang und Karren auf den Kuppen

Sl 2. Krš polukuglastih uzvišenja kod Gunung Sewu (Java)

Fig. 2. Halbkugelkarst von Gunung Sewu (Java)

Das gestattet auf den nährstoffreichen und gut wasserspeichernden Böden — bei aufsteigender Bodenfeuchte und Nährstoffen während der Trockenzeit!⁸

⁷ Auch der Reisbau auf gestautem Regenfall — jene einfachste Form des Nassreisbaues (s. o.) — kommt nur auf den etwas besser wasserhaltigen Flächen in einigen Karsthohlformen vor.

⁸ Diese Regeneration der Nährstoffe an der Oberfläche (bei der Verdunstung der aufsteigenden Bodenfeuchte) ist ein Gunstfaktor der wechselfeuchten, monsonalen Tropen, der die Möglichkeit zu dauerndem Trockenfeldbau erhöht, während in den immerfeuchten Tropengebieten die rasche Nährstofferschöpfung des unbewässerten Landes zu stärkerer »shifting-cultivation« führt.

— bei intensiver Bestellung einen kontinuierlichen Trockenfeldbau («Tegalan») in jeder Regenzeit, mit Brachen im trockenen Sommer.

In den älteren Beschreibungen erscheint die anspruchslose — aber auch im Ernährungswert geringwertige — Cassava (Maniok) als die Hauptanbaufrucht. Das hat sich unter dem wachsenden Bevölkerungsdruck und dem Einfluß erster Entwicklungsmaßnahmen (seit einigen Jahren bescheidene Kunstdüngergaben) aber gewandelt. Der Anbau von **Trockenreis**⁹ («padi gogo»), auf größeren Flächen im Pflugbau, auf den schmalen Terrassen und zwischen den Karren mit Hacken oder Pflanzstöcken (Aussaat im September/Oktober, Ernte im Januar), bildet heute während der Regenzeit die dominierende Landnutzung.¹⁰

Im Fruchtwechsel folgen Sojabohnen, Erdnüsse, Mais, Bohnen, etwas Sorghum, Chili und die erwähnte, anspruchslose Cassava (Stecklinge zwischen dem Trockenreis gepflanzt, dann 8—9 Monate auf dem Feld). Wo etwas günstigere Bodenfeuchte erhalten bleibt — z. B. in den Sohlen der Trockentäler nahe der Küste — tritt die anspruchsvollere Fruchtfolge Trockenreis — Tabak auf. Der letztere, noch bis in den Sommer auf den Feldern, ist eines der wenigen Handelsgewächse dieser überwiegend von Selbstversorgung bestimmten Karstregion. Ganzjährige Nutzung und eine Diversifikation des Anbaues bieten daneben noch die Baumhaine und Gemüsegärten um die Siedlungen, auf begünstigten Standorten in den Karstwannen.

⁹ »Trockenreis« bezeichnet den in Acker-Rotationen ohne Bewässerung (auch ohne Dämmchen zum Stau des Niederschlages) im Dauerfeldbau bestellten Reis. Er wird vom »Bergreis« auf periodisch genutzten Brandrodungsflächen (Schwendbau; Wanderfeldbau oder Landwechselwirtschaft) unterschieden (UHLIG und HILL, 1969).

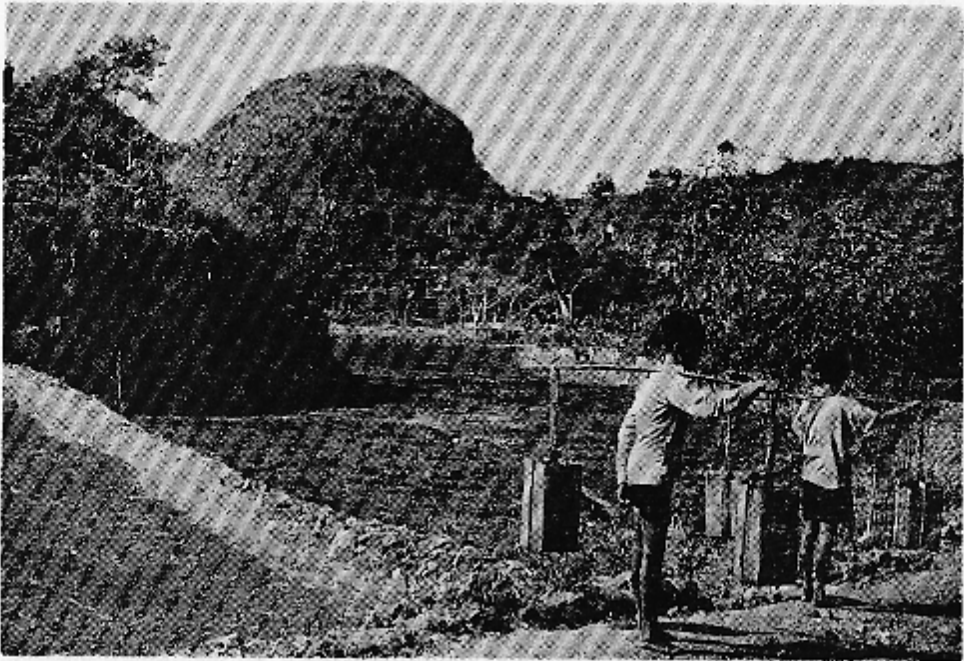
¹⁰ Das gilt auch über den Karst von Gunung Sewu hinaus für das gesamte Notstandsgebiet von Gunung Kidul (= »Süd-Gebirge«, das ist praktisch der ganze Kapupaten (etwa Landkreis) Wonosari, der auch das Karstgebiet von Gunung Sewu mit umschließt). In der Ebene von Wonosari (nördl. Gunung Sewu) herrscht ebenfalls Trockenreis-Anbau auf Kalk- und Mergel tafeln vor, im Bereich des übrigen Gunung Kidul-Berglandes ist er auf durchlässigen Sandsteinen und Konglomeraten ebenfalls recht häufig — nirgends freilich so ausschliesslich wie im Karst. Das belegen die folgenden Zahlen, die praktisch eine Umkehr der sonst in Java kennzeichnenden Relation von Nass — zu Trockenreisbau zeigen:

% Anteile von Sawah (Dauer-Nassreisfeld) und Tegalan (Dauer-Trockenfeld) an der Gesamtfläche der Kecamatan in Gunung Sewu (1972):

Kecamatan*	Sawah	Tegalan
Paliyan	0,4%	67%
Semanu	0,2%	67%
Tepus	0,5%	89%
Rongkop	0,1%	90%
Panggang	1,2%	75%

Im ganzen Distrikt Yogyakarta (D. I. Y.) werden 80.790 ha Nassreis (Sawah) bestellt, (= 25,36% seiner Gesamtfläche), davon entfallen auf den Kapupaten Wonosari aber nur 3540 ha (= 2,52% von dessen Gesamtfläche). Dagegen werden im ganzen Distrikt Yogyakarta 85 769 ha Trockenreis (Tegalan) bestellt (= 11,23% seiner Gesamtfläche), davon 34 901 ha allein im Kapupaten Wonosari (einschl. des Gunung Sewu-Karstes), d. h. 24,83% von dessen Gesamtfläche. (Zahlen: Direktorat Agraria, Yogyakarta).

* Kecamatan sind ländliche Verwaltungseinheiten, etwa »Crossgemeinden« — vgl. Anm. 11).



Fot. 4. Krš polukuglastih uzvišenja kod Gunung-Savu-a: Suha polja (u prvom planu sa malim nagibom za zadržavanje vode krškog perioda. Transport pitke vode iz malih umjetnih baraža »Telaga«) u naselja

Fot. 4. Halbkugelkarst von Gunung Sewu: Trockenfelder (vorn mit überhöhten Dämmchen zum Regenstau) in einer Karstwanne während der Brachperiode der Trockenzeit. Trinkwasser-Transport von den »Telagas« in die Siedlungen.

Der wachsende Bevölkerungsdruck zwingt immer mehr zur Intensivierung durch **zwei Ernten in einer Regenzeit**. Um das zu erreichen, werden Erdnüsse, Sojabohnen, Mais usw. schon unter den aufspießenden Reis untergepflanzt (»intercropping«), die dann wenige Wochen nach der Ernte des Reises zur Reife kommen. Eine Alternative ist das Säen von Mais nach den ersten Regen im September/Oktober, Ernte nach etwa vier Monaten, während die ebenfalls dort untergepflanzte Cassava noch weitere fünf Monate auf dem Feld bleibt.

Die »ungeregelte Feld-Gras-Wirtschaft« mit Ackernutzung während einer oder zweier Regenperioden und anschließend zweijähriger Gras- und Buschbrache — die **W. Röhl** (1974) nach den Angaben von **T. W. G. Dames** (1955) erwähnt — macht unter dem zur Anbau-Intensivierung zwingenden Bevölkerungsdruck immer mehr der kontinuierlichen Nutzung in jedem Jahr, d. h. in jeder Regenzeit, Platz. Über die sommerliche Trockenheit hinausgehende Brachen finden sich nur noch in ungünstigen Randlagen. Dort weiden auf der restlichen, degradierten Gras- oder Buschbedeckung Ziegen und Schafe oder es erfolgt Wildheugewinnung für die relativ schwache Rinderhaltung. Mit Sekundärbusch überwachsene ehemalige Ackerterrassen sind hier und da noch als Relikte der älteren Wechselwirtschaft zu erkennen; sie werden aber zunehmend wieder für die Dauerbestellung gerodet.

Noch eindringlicher zeigt sich die wachsende Landnot in dem mühsamen Einsatz, mit dem während der Brachzeit auf zahlreichen Äckern und Hängen an der Verbesserung des Landes und der Erneuerung bzw. dem Ausbau der Steinmauern und Terrassen gearbeitet wird. Zur Erhaltung der Böden und der Bodenfeuchte werden selbst in relativ sanft geneigte Äcker immer neue Terrassen eingezogen, und außer den Lesesteinen immer neue, gut faustgroße Steine von den Karren und Felsrippen geschlagen. Die Kleinbesitzer sind unermüdlich tätig, in Handarbeit mit Hämmern die Wände und Ecken der Karren stückweise abzuschlagen, um in den bestellten Zwischenräumen zwischen den Karren dem steinigem Land nach und nach — oft nur quadratzentimeterweise — weitere Ackerfläche abringen zu können. Verbunden mit dem Terrassenbau, dem Ausbessern der Mauern, dem Anlegen von Plattformen zum Hausbau usw., wird so das Bearbeiten der von Karren zerfressenen Kalksteine, besonders während der Trockenzeit, zu einer der Haupttätigkeiten dieser »Karstbevölkerung«; das Weiß der frischen Gesteinsabschläge bestimmt in der Trockenzeit den Anblick der Hänge.

Während jeweils einige Bauern über relativ gutes und auch flechligendes Ackerland auf größeren Feldern verfügen, steht daneben die Schicht der Kleinstbesitzer mit winzigen und zugleich ungünstigen, schwer zu bearbeitenden Feldchen an den steilen Hängen (durchschnittliche Besitzgröße 1—2 ha, in vielen Fällen aber weniger als 0,2 ha). Generell herrscht dieses Problem in ganz Java, hier im Karst wird es besonders gravierend.

Gemessen an den agrarischen Bevölkerungsdichten in den gut bewässerten und durch vulkanische Aschenböden begünstigten Ebenen Zentral-Javas — z. B. 900—1100 EW/km² in der benachbarten Ebene um Jogjakarta — mögen die um 240—400 EW/km² liegenden Dichten von Gunung Sewu zunächst gering erscheinen (vgl. die Gegenüberstellung der Bevölkerungsdichten dieser Gebiete bei K. J. Pelzer, 1963, S. 18). Im überregionalen Vergleich — und unter Berücksichtigung der schwierigen Verhältnisse im Karst — sind auch diese aber ungemein hoch, und trotz der ungewöhnlichen Naturlausstattung bestimmt stärkste Überbevölkerung die Entwicklung des Karstgebietes von Gunung Sewu.

Die folgende Zusammenstellung der Bevölkerung und Bevölkerungsdichtezahlen von fünf Kecamatan,¹¹ die den größten Teil des Karstgebietes umfassen, wobei randlich einige Verwaltungsbezirke noch auf die etwas günstigere Ebene von Wonosari ausgreifen, zeigt den hohen Besatz und das starke Wachstum:

Kecamatan	km ²	EW 1961.	EW/km ² 1961.	EW 1971.	EW/km ² 1971.
Paliyan	149.60	53 065	355	55 950	374
Semanu	106.86	42 933	402	45 177	423
Tepus	177.12	50 185	283	54 730	309
Rongkop	173.36	48 175	278	52 008	301
Panggang	168.58	45 009	267	47 077	279

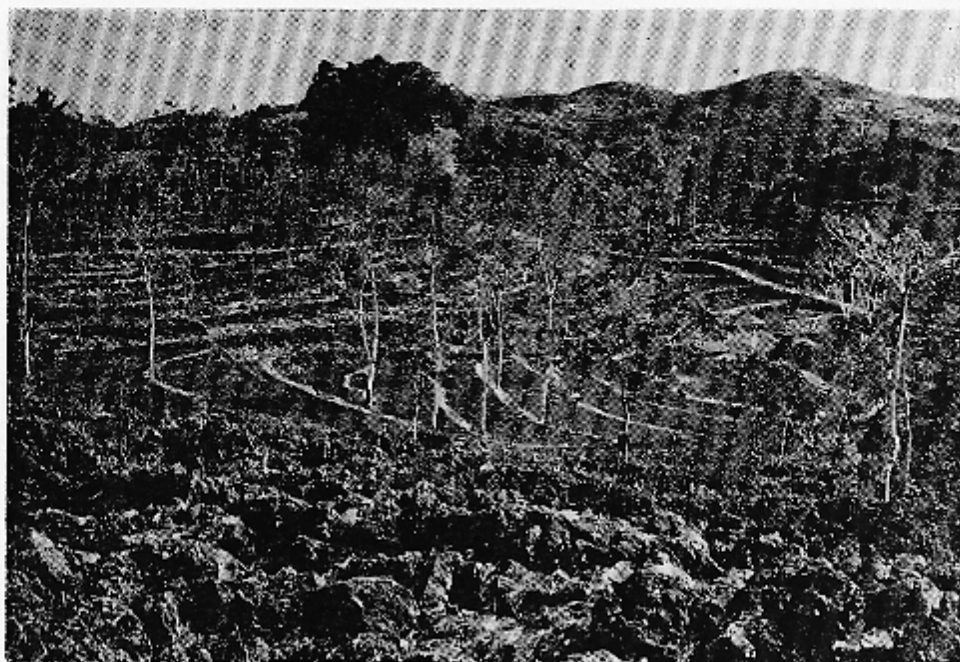
¹¹ Kecamatan sind ländliche Verwaltungsbezirke in einer Grossenordnung zwischen einem kleinen deutschen Landkreis und einer Grossgemeinde. Für die Beschaffung der Zahlen aus dem Census-Büro für den Sonderdistrikt Jogjakarta (D. I. Y.) danke ich Drs. Parnati.

Noch deutlicher wird das schnelle Wachstum beim Vergleich mit der Zählung von 1930, aus der (nach **Pelzer**, 1963) die Zahlen für Semanu: 253 EW/km² (gegen jetzt 423 EW/km²) und Panggang: 212 EW/km² (gegen jetzt 279 EW/km²) vorliegen. Dieses Wachstum kommt nicht nur in außerordentlich starker Ausdehnung des Siedlungsbestandes gegenüber dem, wie er im Kartenbild der niederländischen topographischen Aufnahme 1:50 000 von 1920 (AMS-Karte 1943 ohne Veränderung nachgedruckt) erscheint, zum Ausdruck, sondern er ist auch von tiefgreifendem Einfluß auf die Bodenbedeckung. Dem ständigen, mühseligen Ausbau des Ackerlandes, neuer Ackerterrassen oder der Gewinnung immer weiteren, kleinsten Anbauortes zwischen den Karren selbst steiler Hänge, stehen fortschreitende Entwaldung und immer stärkere Entblößung von Karren durch die mit dem Ackerbau fortschreitende Bodenabtragung gegenüber!

Während **Junghuhn** (1845) sogar noch »hochstämmigen Urwald« vorfand (nach **H. Lehmann**), konnte **Lehmann** selbst (Beobachtungen im Jahre 1933) berichten, daß es nur lokal zur Ausbildung von typischen Karrenfeldern käme, »denn der Karst tritt verhältnismäßig selten nackt zu Tage, wenn auch die zusammenhängende Bodendecke eines 'bedeckten Karstes' fehlt. Die Hohlräume zwischen den Karren sind mehr oder minder mit Roterde aufgefüllt, so daß sich eine vergleichsweise üppige Vegetation ansiedeln kann« (S. 24). Auch aus den von **Lehmann** publizierten Photos geht hervor, daß die Bedeckung der Kuppen und Hänge mit Sekundärbusch und Alang-Alang-Gras damals noch geschlossener war und weiter über die Hänge herunter reichte, während der terrassierte Anbau stärker auf die Sohlen und Flachhänge beschränkt blieb. Demgegenüber liegen heute große Karrenhänge frei, zwischen denen, wie geschildert, noch allenthalben versucht wird, selbst nur spaltbreite Bodenstücke zu bebauen und diese Hänge durch Anbauterrassen zu gliedern. Insgesamt steigt heute die bestellte Fläche oft bis auf die Karstkuppen hinauf, von denen nur noch die obersten trockenen Teile der Weide und dem Buschwerk überlassen bleiben. Dieser Wandel der Oberflächenbedeckung und das Hervortreten immer größerer Karrenfelder kann nur damit erklärt werden, daß mit dem ständig zunehmenden Bevölkerungsdruck immer weitere (und immer ungünstigere) Flächen in die Ackernutzung einbezogen werden und ein rascher Übergang von früherer Weidennutzung mit mehrjährigen (Busch-) Brachen zu Dauernutzung erfolgte, so daß sehr viel größere, durch den Ackerbau blossliegende Bodenoberflächen auf den Hängen einer zunehmenden Bodenabtragung unterliegen, die immer mehr der früher bedeckten Karrenfelder entblößt.¹²

Andererseits hat die Forstverwaltung einige schwächer besiedelte Teilgebiete für Anbau und Beweidung gesperrt und Wiederaufforstungsversuche eingeleitet (auch entlang der Straßen ist häufig eine Wiederbepflanzung mit Teakbäumen erfolgt). Dort ist ein schnelles Aufwachsen des Sekundärwaldes und eine beginnende Wiederbedeckung der Karrenhänge zu beobachten — eine Parallele zur schnellen Regeneration des Buschwaldes auf den Hängen des Dinarischen Karstes seit dem Verbot der Ziegenweide in Jugoslawien!

¹² An einigen Stellen konnte Wiederauftragen von Erde auf die Felder beobachtet werden!



Fot. 5. Gunung Sewu: Brachliegende Trockenfeldterrassen, vorn entblösste Karren
 Fot. 5. Gunung Sewu: Suha terasna polja na ugaru (Aug. 1975)

Noch mehr als durch die wachsende Bodenverknappung und Bodenerosion wird aber die Härte des Lebensraumes im Halbkugelkarst des wechselfeuchten Tropenklimas durch den empfindlichen Wassermangel wirksam. Selbst während der Regenzeit, wenn alle »Telaga«-(Stau) Teiche gefüllt sind, müssen die Bewohner vieler Siedlungen täglich kilometerlange Strecken zurücklegen, um in Eimern an Tragestangen (ursprünglich Stammabschnitte von Bambus als natürliche Eimer, heute meist Blechkanister) das Trink — und Brauchwasser in die Siedlungen zu tragen; ebenso muß das Vieh zum Tränken und Wässern dorthin getrieben werden, während die Menschen dort auch baden und ihre Wäsche waschen; weiter werden die Telagas auch befischt. Diese »Mehrfachnutzung« strapaziert natürlich nicht nur die Menge des verfügbaren Wassers, sondern mindert dessen hygienischen Zustand sehr stark; besonders in der Trockenzeit besteht das restliche Wasser nur noch aus einer schmutzigen Schlammbrühe. Andere Telaga versiegen während der Trockenzeit aber völlig und werden dann mit Kohl, Tabak usw. bepflanzt. Auch Brunnenschächte an den tiefsten Punkten von Karstsenken versiegen. Dann müssen einzelne größere, ganzjährig wasserhaltende Telaga die Versorgung vieler Dörfer übernehmen — Befragungen an der sich in einer Karstwanne mehr als 1 km lang erstreckenden Telaga Sorsaga bei Kemiri (die vermutlich etwas Zufluß aus Karstquellen erhält) im September 1975 ergaben einen »Einzugsbereich« von 15—20 Dörfern und Weilern in einem Umkreis bis zu 8 km Wegentfernung, aus dem in dieser Zeit täglich Mensch und Vieh den beschwerlichen Weg über steinige Karstpfade zu dieser überdauernden Wasserstelle zurücklegen müssen! Neben dem ständigen Kampf

mit den scharfkantigen, karrenzerfressenen Steinen sind diese Wege zum Wassertragen in der Hitze der tropischen Trockenzeit ein weiterer schwerwiegender Ungunsthfaktor. Deshalb müßte unter den Entwicklungsmaßnahmen für Gunung Sewu — das, wie das gesamte Süder — Gebirge (also auch dessen nichtverkarsteten Teile), als ein besonders kritisches Entwicklungsgebiet im übervölkerten Java gilt — an erster Stelle eine Verbesserung der Wasserversorgung stehen. So sind z. B. noch keine Zisternen vorhanden, die etwa im mediterranen Karst die Lebensmöglichkeiten wesentlich verbessern (selbst mittels Dachrinnen und Regentonnen an den Häusern ließe sich hier schon ein gewisser Wasservorrat speichern). Weiter bedarf die Bohrung von Tiefbrunnen in stellenweise (wie die Vegetation in den Trockentälern anzeigt) nicht allzu tief im Untergrund liegende Karstwasserbahnen einer stärkeren Förderung — bisher sind nur wenige Windmotorenpumpen vorhanden, die aber nur mangelhaft instand gehalten werden. Schließlich böte sich die — allerdings größeren technischen und finanziellen Aufwand erfordern — Möglichkeit an, einige der starken untermeerischen Karstquellen (die in verschiedenen Buchten der Kliffküste das unterirdische Karstwasser mit starker Schüttung nutzlos in das Meer abfließen lassen) zu fassen und über Rohrleitungen als Brauch- und Bewässerungswasser zurückzupumpen (wie es z. B. in der Argolis praktiziert wird). Diese Möglichkeit wird erst in ganz minimalem Umfang genutzt; so ist z. B. bei der starken Quelle in der Bucht von Baron ein kleines Pumpwerk in Betrieb, von dem aus ein begrenztes Bewässerungsprojekt in der anschließenden Trockentalssole gespeist wird, das dort den ganzjährigen Anbau von Reis, Gemüse sowie eine verbesserte Wasserversorgung der Bevölkerung ermöglicht.

Faßt man die Strukturen der Agrarlandschaft im »Turmkarst« von Maros und im »Halbkugelkarst« von Gunung Sewu vergleichend zusammen, so ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen geo-ökologischen Gegebenheiten der beiden tropischen Karsttypen ein erstaunlich großer Gegensatz. Im »Turmkarst« steht eine unterchlässige, dem **Naßreisbau** dienende Randebene einem fast unbesiedelten, wilden Inneren des Kalkmassivs gegenüber (mit der Ausnahme einiger Rodungsinseln in Tälern mit »Ladang«-Wirtschaft (shifting-cultivation)). Die Karstquellen erlauben eine Verbesserung des Anbaus (zwei bewässerte Reisernnten im Jahr) einmal auf einem begrenzten Streifen nahe der Felswände und in den Poljen mit einfachen »bäuerlichen«, zum anderen auf großen, benachbarten Flächen mit »technischen« Bewässerungsanlagen. Hypothetisch ließe sich sagen, daß bei einem Bevölkerungsdruck javanischen Ausmaßes auch die »bäuerliche« Nutzung der Karstquellen wohl schon verstärkt und zu einer noch intensiveren Nutzung der an sich günstigen Anbauflächen geführt worden wäre. Im »Halbkugelkarst« von Gunung Sewu sind demgegenüber kaum bewässerbare Flächen verfügbar. Dafür können aber weitflächig die Karsthohlformen und auch die Hänge der Karstkuppen auf (künstlich terrassierten) **Trockenfeldern** genutzt werden. Hoher Bevölkerungsdruck verursachte eine Ausdehnung der bebauten Flächen bis ins äußerste Extrem (mit folgender Bodenerosion und Karrenfreilegung) einer ganz ungewöhnlichen quantitativen wie qualitativen Intensität von **Trockenreisbau** und noch in der gleichen Regenzeit folgender Zweitnutzung. Kritischster Engpaß ist dort die Trink- und Brauchwasserversorgung, besonders während der Trockenzeit. Die Siedlungen auf der Randebene des »Turmkarstes« werden demgegenüber (und auch gegenüber ihrer Nachbarschaft außerhalb des Karstes!) durch ganzjährige Wasserzufuhr aus Karstquellen stark begünstigt.

Die Agrarlandschaft im geo-ökologisch günstigeren Halbkugel-Karstgebiet von Nord-Bone (Sulawesi)

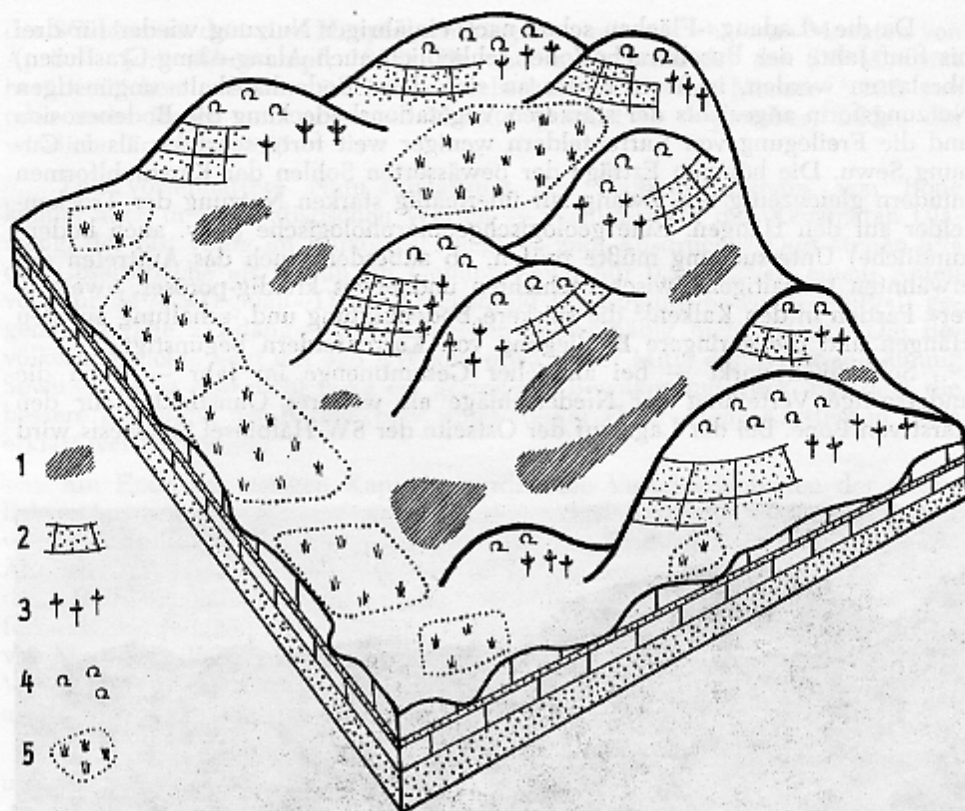
Im N des historischen Territoriums von Bone (Ostseite der Südwest-Halbinsel von Celebes) liegt ein weiteres Karstgebiet, das **Achsan** und **Lehmann** (1960) besonders unter dem Aspekt der Unterschiede zur Reliefentwicklung des »Turmkarstes« von Maros, der sich nur rd. 70—80 km (Luftlinie südwestlich davon erhebt, beschrieben: In N-Bone tritt »wirklich ein ganz anderer Karsttyp als in dem Karstgebiet von Maros auf. Das Karstrelief zeigt zunächst, in großen Zügen betrachtet, eine Karstkuppenlandschaft nach dem bekannten 'Gunung Sewu-Karsttypus' auf Java« (1960, S. 59). Die Untersuchung der Kulturlandschaft zeigte jedoch, daß trotz des recht ähnlichen Reliefs keineswegs auch eine den Verhältnissen von Gunung Sewu ähnliche Siedlungs- und Anbaustruktur herrscht, sondern daß dort ein dritter Agrarlandschaftstyp des tropischen Karstes entstand.

Bei der Begehung dieses Gebietes zeigte sich ein — bei dem von **Achsan Sunartadirdja** (1959) vorgenommenen Vergleich auf der Grundlage von Luftbildern nicht ohne weiteres erkennbarer — geo-ökologischer Unterschied gegenüber Gunung Sewu, der für die Landnutzung und Siedlung von größter Tragweite ist (und der auch für die Morphogenese von Belang sein dürfte — er könnte m. E. einen erklärenden Faktor für die auch von **Achsan** und **Lehmann** geschilderten, größeren Verebnungen zwischen einzelnen Teilgebieten des Kuppenreliefs von Bone bieten).

Diesen Unterschied beruht in erster Linie darauf, daß im Liegenden der Kalke von Bone — nur wenig unter dem Boden der Karstwannen und der Verebnungen — undurchlässige, wassertragende Schichten anstehen, so daß relativ viele Karstquellen bzw. Karstbrunnen vorhanden sind (teilweise durch »Jama«-artige Schächte aufgeschlossen). Überdies sind in den Kalken auch einige tonigere Bänke eingelagert, auf denen an Hanganschnitten kleine, aber perrenierende, Schichtquellen austreten können; über dies stehen auch einige kleine Stauteiche zur Verfügung.

Diese im Vergleich zu Gunung Sewu weitaus bessere Wasserversorgung begünstigt die Besiedlung — hier in ausgeprägten Straßendörfern, die eine typische Erscheinung von ganz Bone und anderer Siedlungsräume der Bugi sind — und noch stärker den Ackerbau. Die Sohlen der Karstwannen sind z. T. bewässerbar und tragen kleine »Sawahs«, die teilweise sogar mit zwei Reisernten im Jahr genutzt werden können — oder sie halten (auf dem undurchlässigen Untergrund bzw. dem nahen Grundwasser) mindestens stärkere Bodenfeuchte, so daß sie vollständig mit der Fruchtfolge Reis (auf Regenstau oder mit einfacher Bewässerung während der Regenzeit), und Tabak, Bohnen, Süßkartoffeln, Erdnüssen, Sojabohnen, Hirsen usw. als zweiter Frucht bestellt werden können. Alternativ zum Reis bringt auch Mais gute Erträge.

Über den Sohlen der Karstwannen werden ergänzend auch Teile der Hänge mit dauerndem Trockenfeldbau genutzt, dem Gunung Sewu-Typ ähnlich, aber (angesichts des guten Ertrages der bewässerten oder zumindest bodenfeuchteren Felder in den Karstwannen) sowohl in der flächenhaften Ausdehnung wie in der Intensität der Terrassierung und Bestellung weniger stark als dort. Stattdessen tritt, anders als in Gunung Sewu oder auch am Karstrand von Maros, auf diesen Hängen drittens noch die »Ladang«-Wirtschaft (hier ergänzende shifting-cultivation in Form von Landwechselwirtschaft) hinzu. Wieder



- 1.) Gunstbereich auf den Böden der Karstwannen z.T. mit Bewässerung (2 x Reis/Jahr) oder Naßreis/Tabak usw.
- 2.) Terrassen - Dauertrockenfeld
- 3.) Ladang (shifting cultivation)
- 4.) Restlicher Sekundärwald, Alang-Alang, Karren
- 5.) "Sawahs" auf gestautem Regenfall oder mit einfacher Grabenbewässerung (1 x Reis i. Regenzeit)

Sl. 3. Krš polukuglastih uzvišenja kod N-Bone-a (JZ Celebes)

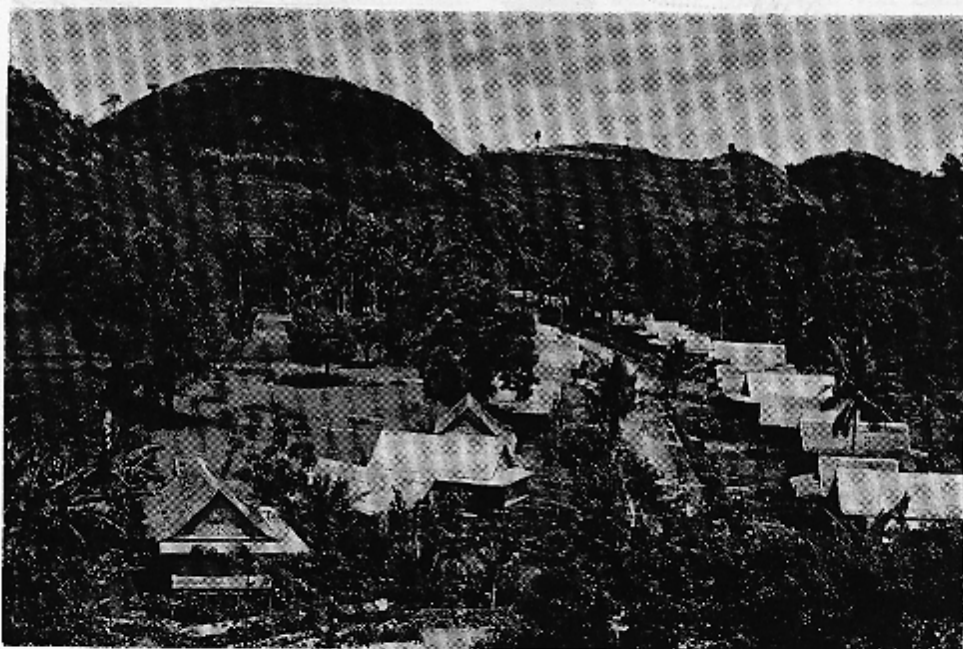
Fig. 3. Halbkugelkarst von N-Bone (SW Celebes)

ist es besonders der Tabak, der diese »Ladang« besetzt (daneben Mais, Cassava, Gewürze usw.; Bergreis ist dagegen ganz selten, da die »Sawahs« bereits die Reisversorgung weitgehend sichern. Auch Trockenreis auf den Dauerfeldern ist selten). Der — im Vergleich zu beiden anderen behandelten Gebieten — sehr viel höhere Anteil des Tabakbaues (guter Qualitäten!) verhilft der Karstbevölkerung von N-Bone zu einem höheren Bareinkommen und damit insgesamt zu einem günstigeren Lebensstandard.¹³

¹³ Der Anbau von Tabak auf »Ladang« ist keineswegs ungewöhnlich, er kommt vielmehr den Bodenansprüchen dieser Nutzpflanze entgegen. Auch in den grossen Tabakpflanzungen von N-Sumatra wird im Prinzip eine Landwechselwirtschaft angewandt!

Da die »Ladang«-Flächen schon nach einjähriger Nutzung wieder für drei bis fünf Jahre der Buschbrache (oder schließlich auch Alang-Alang-Grasfluren) überlassen werden, ist trotz dieser an sich dem Bodenhaushalt ungünstigen Nutzungsform angesichts der stärkeren Vegetationsbedeckung die Bodenerosion und die Freilegung von Karrenfeldern weniger weit fortgeschritten als in Gunung Sewu. Die höheren Erträge der bewässerten Sohlen der Karsthohlformen mindern gleichzeitig den Zwang zur übermäßig starken Nutzung der Trockenfelder auf den Hängen. Eine geologischgeomorphologische (bzw. auch bodenkundliche) Untersuchung müßte prüfen, ob außerdem auch das Auftreten der erwähnten tonhaltigen Zwischenschichten und etwas kreidig-poröser, »weicher« Partien in den Kalken¹⁴ die stärkere Bodenbildung und -erhaltung auf den Hängen und die geringere Bloßlegung von Karrenfeldern begünstigt.

Schließlich wirkt — bei ähnlicher Gesamtmenge im Jahr — auch die andersartige Verteilung der Niederschläge als weiterer Gunstfaktor für den Karst von Bone. Bei der Lage auf der Ostseite der SW-Halbinsel Sulawesi wird



Fot. 6. Halbkugelkarst von N-Bone (Celebes): Karstwanne mit Strassendorf der Bugi; teilweise bewässertes Boden (2 x Reis oder Reis/Folgefrucht) und »Ladang« (Landwechsellwirtschaft) bzw. Sekundärbusch auf den Karstkuppen

Fot. 6. Krš polukuglastih uzvišenja kod N-Bone-a (Celebes): Krška uvala s niznim selom Bugi; Djelomično navodnjeno tlo (2 x riža ili riža s drugom slijedećom kulturom) i »Ladang« (obrada s dužim prekidima zbog regeneracije) odnosno sekundarna šikara na krškim kupama

¹⁴ Diese petrographischen Unterschiede äussern sich z. B. auch in dem etwas geringeren und weniger scharfkantigen Zerfressen der Ausstriche des anstehenden Kalkes oder der Lese- und Mauersteine durch Lochkarren, die in Gunung Sewu viel extremer sind.

der SO-Monsun dort zum Hauptregenbringer — mit vier »nassen« Monaten von April — Juni (**Kornumpf**, 1935). Da aber auch Ausläufer des SW-Monsuns herüberreichen, erhalten im Jahresdurchschnitt fast zehn Monate ± 100 mm oder mehr Regen und nur zwei Monate (August — September) bilden die wirkliche Trockenzeit.¹⁵

Die vorteilhaftere Natuausstattung des Halbkugel-Karstes von Bone kommt auch in den statistischen Werten — verfügbar für den Kecamatan Ula-weng, der fast völlig im Karstgebiet liegt — zum Ausdruck.¹⁶ Dort stehen 5% der Gesamtfläche als Sawah (in Gunung Sewu nur 0,2—1,2%) einem Anteil von nur 34% »Tegalan«-Dauer-Trockenfeld (in Gunung Sewu 67—89%) gegenüber! (Die »Ladang«-Flächen werden zahlenmäßig nicht erfaßt). Die Bevölkerungsdichte liegt mit 323 EW/km² etwa in der Mitte der Werte in Gunung Sewu — es ist also nicht etwa ein geringerer Bevölkerungsdruck, mit dem die bessere Erhaltung der Böden (bzw. eines stärker »bedeckten« Karstes) in Bone erklärt werden könnte!

Am Ende des vorigen Kapitels wurden die Verschiedenheiten der natürlichen Ausstattung und in ihrer Folge der Agrarlandschaften im »Turmkarst« von Maros und im »Halbkugelkarst« von Gunung Sewu schon zusammengefaßt. Ähnlich starke Unterschiede werden durch die zuletzt gegebene Darstellung des »Halbkugelkarstes« von N-Bone gegenüber dem — nur in geringer Entfernung ebenfalls auf der SW-Halbinsel von Celebes gelegenen — »Turmkarst« von Maros deutlich. Angesichts des stark voneinander abweichenden Reliefs und Wasserhaushaltes zwischen den beiden Grundtypen des Tropenkarstes ist das aber auch kaum besonders überraschend.

Umso erstaunlicher sind jedoch die Unterschiede der agrarischen Nutzung und Erträge zwischen den beiden morphologisch so ähnlichen Halbkugelkarst-Gebieten (Gunung Sewu und N-Bone). Beide werden von einer überaus dichten Bevölkerung viel intensiver genutzt, als die in ihrer Naturausstattung günstigere Randebene des Turmkarstes. Die bessere Verfügbarkeit des lebenswichtigen Wassers erlaubt in N-Bone jedoch eine größere Vielfalt der Anbauformen (auch mit höherem Anteil von Verkaufsfrüchten), weitgehend ganzjährige Nutzungen, z. T. Bewässerung und bessere Erträge; die Schädigung der Boden- und Vegetationsbedeckung bleibt dennoch geringer als im wasserarmen Gunung Sewu. Dort muß sich die wachsende Bevölkerung unter härteren Bedingungen behaupten, mit der Ausdehnung und Intensivierung ihrer Anbauflächen verstärkt sie aber gleichzeitig die Bloßlegung von Karrenfeldern und muß bei der schwierigen Wasserversorgung, am härtesten um die Behauptung ihres Lebensraumes in der spröden Natur des Tropenkarstes ringen.

Für die Karstforschung ergibt sich die Erkenntnis, daß die Landnutzung die naturräumlichen Unterschiede zwischen morphologisch zum gleichen Karsttypus gerechneten Gebieten so kräftig akzentuieren kann, daß daraus auch Ansätze zu einer verfeinerten geo-ökologischen und morphogenetischen Erforschung gewonnen werden können.

¹⁵ Der einzige agrarische Vorteil einer längeren Trockenzeit, wie sie in Gunung Sewu herrscht, das Aufsteigen der Bodenfeuchte und damit der Nährstoffe, ist in Bone wegen des höheren Anteiles an Bewässerungsland bzw. des geringeren Dauer-Trockenfeldes weniger von Belang.

¹⁶ Zahlen nach statistischen Unterlagen des Dept. Agraria, Ujung Pandang.

Weitere Aspekte der Kulturlandschaft im tropischen Karst Südostasiens

Über die verglichenen Agrarlandschaftstypen hinaus finden sich in Südostasien noch weitere Besonderheiten der Kulturlandschaft im tropischen Karst, die nur noch stichwortartig angedeutet werden können.

Karsthohlformen boten z. B. günstigen Raum für die Ablagerung sekundärer Lagerstätten von Zinn, Wolfram, Brauneisenstein, Ilmenit, Gold, Phosphaten usw. Dadurch häuft sich nicht nur der Bergbau in der Nachbarschaft von Karstvorkommen, der Umkreis der Grubensiedlungen wurde auch oft für zusätzlichen Anbau auf normalerweise kaum agrarisch genutzten Flächen erschlossen. Ausgebautes Tagebaugelände wurde vielfach von ehemaligen (meist chinesischen) Bergarbeitern oder »squatters« für den Marktgartenbau erschlossen (z. B. bei Ipoh/W-Malaysia, in Sarawak/Borneo usw.).

Die Bedeutung der Karsthöhlen für die prähistorische Besiedlung wurde schon angesprochen — die über die frühe Geschichte Borneos aufschlußreichen Ausgrabungen in den Niah-Höhlen seien besonders erwähnt. Stark ist die kultische Bedeutung der Karsthöhlen, die in zahlreichen Höhlentempeln und -klöstern zum Ausdruck kommt (Hinayana- wie auch der von den chinesischen Zuwanderern wieder hereingebrachte Mahayana-Buddhismus, ebenso aber Hindu-Tempel und Wallfahrtsstätten). Besonders eindrucksvoll ist die Bindung des Ahnen- und Totenkultes der Toraja im Hochland von Sulawesi an die Höhlen der Felswände ihres Karstgebirges, in denen die Toten mit großen Zeremonien bestattet werden. Bei der Ausdehnung ihres Siedlungsraumes in Gebiete anderer Gesteine — z. B. vulkanitischen Ursprunges — mußten sie stattdessen künstliche Grabhöhlen in die Felsen schlagen. Auch die ungewöhnlichen Erscheinungsformen der Karstnatur — Höhlen, Quellen und Schlucklöcher, phantastische Formen der Stalagtiten usw. — haben die geistigen Vorstellungen beeindruckt und zur Häufung »heiliger Stätten« in den Karstgebieten geführt. Das reflektieren auch die romantischen Ansichten des tropischen Karstes — besonders des »Turmkarstes« — in der Kunst, z. B. auf chinesischen Rollbildern. Die romantische Szenerie einiger Karstgebiete entwickelt auch für den (in erster Linie einheimischen) Tourismus steigende Anziehungskraft. Das gilt besonders für solche Karstgebiete, die vom Meer ingediert und in Schwärme malerischer Inseln aufgelöst wurden. Auch sie bilden durch die beiden Karsttypen sehr unterschiedliche Erscheinungen — steil aus dem Wasser regende »Mogoten« etwa in den Karst-Inselgruppen von Phangnga (Süd-Thailand) oder der Baie d'Along (Vin ha Long; N-Vietnam), oder Schwärme meeresumspülter Halbkugelkuppen, wie etwa die »Tausend Inseln« (Luzon — Philippinen).

Der von F. Voss (1970) untersuchte »Halbkugelkarst« von Bohol (Philippinen) dürfte, soweit es morphologische Beschreibung und Abbildungen erkennen lassen, den Verhältnissen in N-Bone nahekommen. Wo Kalke in höheren Gebirgslagen anstehen (z. B. Schan-Hochland, Torajaland usw.), treten auch Karstformen der gemäßigten Klimate auf. Auch sie werden landwirtschaftlich genutzt — z. B. in der bevorzugten Anlage von Brandrodungs-Feldern auf den Bodenansammlungen in größeren Dolinen (z. B. durch die Lissu im Chiang-Dao Bergland, N-Tailand).

Wo die Karstgebiete dagegen nur aus schroffen, mit dichtem Tropenwald überzogenem Felsgelände bestehen, fallen sie umgekehrt auch als »Negativ«-Räume aus dem Siedlungsland heraus und werden z. T. auch als Schlupfwin-

kel für Räuber, als Verkehrshindernisse usw. gefürchtet. Für eine bevorzugte Nutzung der Poljen und Randebenen des Turmkarstes ist ein entsprechend großes Karstwasser-Einzugsgebiet im Inneren des betreffenden Kalkmassivs nötig. Wo die Kalktürme einzeln oder nur in isolierten Ketten aufragen, wie an vielen Stellen im Malaysia, Thailand, Sumatra usw., kann meist keine nennenswerte Speisung der Bewässerungsflächen oder der Wasserversorgung von Siedlungen entstehen.

Insgesamt bildet das markante Erscheinungsbild der in erheblicher Anzahl in ganz Südostasien — vom Norden Burmas bis Neuguinea und auch im Südwesten Chinas — auftretenden tropischen Karst-Vorkommen einen Charakterzug dieser Großregion. Bei ihrer Betrachtung auch unter kulturgeographischen Aspekten bieten sie ein eindruckliches Beispiel für das Zusammenwirken verschiedener Geofaktoren im »Ökosystem« Mensch — Erde!

LITERATURVERZEICHNIS

Bögli, A. W. H.: Der Chemismus der Lösungsprozesse und der Einfluss der Gesteinsbeschaffenheit auf die Entwicklung des Karstes. In: Report of the Commission on Karst Phenomena (ed. H. LEHMANN), XVIIIth Internat. Geogr. Congress, Rio de Janeiro, New York 1956.

Dames, T. W. G.: The Soils of East Central Java. Contributions of the General Agricultural Research Station, Bogor, No. 141, 1955.

Daneš, J. V.: Das Karstgebiet des Goenoeng Sewoe in Java. Sitzungsberichte der Königl. Böhm. Ges. d. Wissenschaft in Prag 1915.

Direktorat Geologi: Geologic Map of Indonesia (1:1 Mio.), Ujung Pandang Sheet (m. Erl. (R. SUKAMTO), Bandung, 1975.

Escher, B. G.: De Geonoeng Sewoe en het probleem van de Karst in de Tropen. Handelingen van het XXIII. Nederl. Natuur-en Geneeskunding Congres 1931. Haarlem 1931, S. 259.

Glover, I. C.: Preliminary Report, Excavations in the Maros- Karst Region (Sulawesi), in: Archipel, No. 11 (Paris), 1975 (in print).

Junghuhn, F.: Topographische und naturwissenschaftliche Reise durch Java. Magdeburg 1845, S. 101 f.

Kayser, K.: Morphologische Studien in Westmontenegro II. Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde 1934.

Kayser, K.: Karstrandebene und Poljeboden, in: Erdkunde, 1955.

Kornumpf, M.: Mensch und Landschaft auf Celebes. Beiheft 8, Geogr. Wochenschrift, Breslau 1935.

Lehmann, Herbert: Morphologische Studien auf Java. Geographische Abhandlungen III/9, Stuttgart 1936.

Lehmann, Herbert: Der Einfluss des Klimas auf die morphologische Entwicklung des Karstes, in: Report of the Commission on Karst Phenomena (ed. H. LEHMANN), XVIIIth Internat. Geogr. Congress, Rio de Janeiro, New York 1956.

Lehmann, Herbert: Der tropische Kegelkarst in Westindien. Deutscher Geographentag Essen. Tagungsberichte, Wiesbaden 1955.

Lehmann, Herbert: Der tropische Kegelkarst auf den grossen Antillen, in: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen, Erdkunde, 1954.

Lehmann, Herbert: Karstentwicklung in den Tropen, in: Die Umschau in Wissenschaft und Technik, 1953.

Lehmann, Otto: Die geographischen Ergebnisse der Reise (Handel-Mazzetti) durch Guidschou (Kweitschou). Denkschrift d. Akademie d. Wiss. in Wien. Mathem.-Nat. Kl. Bd. 100, 1927, S. 81.

Lehmann, Otto: Die Hydrographie des Karstes. Leipzig—Wien, 1932.

- Louis, H.: Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabtragung auf Grund von Beobachtungen im Taurus. *Erdkunde* X, 1956.
- Louis, H.: Das Problem der Karst-Niveaus, in: Report of the Commission on Karst Phenomena (ed. H. LEHMANN), XVIIIth Internat. Geogr. Congress, Rio de Janeiro, New York 1956.
- Pelzer, K. J.: Physical and Human Patterns, in: Indonesia (Hg. R. T. McVEY), HRAF Press, New Haven, 1963.
- Rathjens, C.: Zur Frage der Karstrandebene im Dinarischen Karst, in: *Erdkunde*, 1959.
- Röll, W.: Wenig bekannte Formen der Bodennutzung auf Java, in: *Geogr. Rundschau*, 1974.
- Roglić, J.: Karstprozess und fluviale Erosion, in: Report of the Commission on Karst Phenomena (ed. H. LEHMANN), XVIIIth Internat. Geogr. Congress, Rio de Janeiro, New York 1956.
- Roglić, J.: Zaravni na Vapnencima (Les surfaces d'aplanissement dans les calcaires), in *Geografski Glasnik*, 1957.
- Roglić, J.: Korrosive Ebenen im Dinarischen Karst, in: *Erdkunde*, 1958.
- Roglić, J.: Das Verhältnis der Flusserosion zum Karstprozess, in: *Zeitschr. f. Geomorphologie*, 1960.
- Roglić, J.: Die gegenwärtigen Probleme der Geographie, in: *Geogr. Rundschau*, 1961.
- Sarasin, P. u. F.: Entwurf einer geographisch-geologischen Beschreibung der Insel Celebes, Wiesbaden 1901.
- Sunartadirdja, M. A.: Beiträge zur Geomorphologie von Südwest-Sulawesi. Diss. Frankfurt/Main 1959.
- Sunartadirdja, M. Achsan u. H. Lehmann: Der tropische Karst von Maros und Nord-Bone in SW-Celebes (Sulawesi), in: *Zeitschr. f. Geomorphologie*, Suppl. 2, Internat. Beiträge z. Karstmorphologie, 1960.
- Uhlig, H. u. R. D. Hill: Draft Presentation of a Framework for the Geographical Terminology of Rice-Cultivation, in: Modernization of the Pacific Region. Inter-Congress Meeting, Pacific Science Ass., Kuala Lumpur, 1969. (Tokyo, 1969).
- Uhlig, H.: Südostasien-Austral-Pazifischer Raum. *Fischer Länderkunde* 3, Frankfurt/Main 1975.
- Verstappen, H. Th.: Karst-Morphology of the Star Mountains, Central New Guinea, in: *Zeitschr. f. Geomorphologie*, 1964.
- Voss, F.: Typische Oberflächenformen tropischen Kegelkarstes auf den Philippinen, in: *Geogr. Zeitschrift* 58/1970, S. 214—227.
- Wissmann, H. v.: Der Karst in den humiden und sommerheissen Gebieten Ostasiens, in: *Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen*, *Erdkunde*, 1954.

Summary

THE AGRICULTURAL LANDSCAPE OF TROPICAL KARST REGIONS: EXAMPLES OF GEO-ECOLOGICAL DIFFERENTIATION IN JAVA AND SULAWESI

by

Harald Uhlig

Three tropical »Kegel-Karst« regions are compared according to geographical aspects. Striking but not unexpected distinctions in land use are revealed between the geo-morphologically different types of the so-called »Mogote« karst (»Turm-Karst« = limestone towers and walls, rising vertically above a corrosion plain (»Karstrandebene«) and the beehive-like

cupolas of the »Halbkugel-Karst« (»Gunung Sewu-type«). More surprising are the differences within the two surveyed examples of the »beehive« type, caused by variations of geo-ecological factors in the same geomorphological type.

Agriculture in the »Mogote« karst of Maros, S-Sulawesi (Celebes) is concentrated on the corrosion plain whereas the jungle-covered »cockpit«-dissected karst plateau of its interior is practically inaccessible. The permeable loam soils of the corrosion plains are occupied by wet-rice sawahs and nucleated villages, where most of the rice-fields are cropped only once a year on impounded rainfall or with additional simple irrigation during the wet season. Karst wells, however, are feeding small irrigation systems, allowing two crops of wet-rice or a rotation of rice and tobacco, soybeans etc. in a small favoured zone along the foot of the rocks and in some polje basins. A large river, transversing the karst region underground, is feeding a larger »technical irrigation« system. Excavations in some of the caves give evidence of human occupation in this very favourable agricultural region of the corrosion plain since about 5000 B. C.; the oldest finds of ricegrains may be dated to about 3000 B. C.

By way of contrast, the »beehive« karst of Gunung Sewu (south coast of Central Java) has absolutely no running water. Nevertheless, the population pressure of Java has enforced a dense occupation by many villages scattered over the basins between the thousands of karst hummocks containing good, but permeable soil. The »beehive« karst can be cropped only on dry fields which have been extended through construction of countless terraces and stone walls. Fortunately, soil-moisture is rising during the dry season (4–5 months), thus partly restoring the nutrients and allowing to an unusual extent either dry-rice or maize cultivation on permanently arable fields during every rainy season. Peanuts, soybeans and tobacco follow, partly intercropped, to achieve still a second harvest within the same season while, apart from some cassava, fallow prevails during the dry months. The large proportion of very small holdings enforces hard manual work to gain ever more, even tiny patches, arable land between the karren. But this permanent usage and exposure of the soils of the dry-fields by a rapidly growing population is also causing a high degree of denudation, increasingly exposing the bare karren. The water supply — worst of problems — is entirely restricted to some open »Telaga« reservoirs behind small dams in basins with more impermeable ground. Many of them dry up during the dry season, thus necessitating a daily water-carriage of up to 8 kms since there are no cisterns or smaller tanks to store run-off from the roofs. Submarine karst wells of the coast are utilized only on a minute scale. In an amazing contrast to the nearly desperate intensity of dry-field cultivation in that poverty-stricken Gunung Sewu (up to 423 inhabitants/km² in spite of poor natural conditions), the geomorphologically similar »beehive« karst of N-Bone (Celebes) is showing an entirely different agricultural landscape. Its small karst basins are fully cropped throughout the year (partly irrigated sawahs with even two rice-crops, partly one crop wet-rice in rotation with tobacco, soybeans), complemented by additional permanent dry-field terraces and, to great extent, by shifting cultivation (»Ladang«) on the slopes of the karst hills for high-quality tobacco, a cash-crop. Here too one can find relatively high population density (320 inh./km²), but this region is favoured by a better natural water supply thanks to some impermeable layers within the limestone strata. This provides sufficient wells and irrigation facilities and longer lasting soil moisture, and it is supplemented by a more equal distribution of rainfall during ten months of the year.

The comparison of the three agricultural landscapes under changing geo-ecological conditions not only yields fine examples of closely interwoven man-earth eco-systems, but also reveals differentiations between geomorphologically similar types of tropical karst.

Some karst topography (especially caves) in SE-Asia seems especially desired as sites for monasteries, sanctuaries and ceremonial burials; sometimes; the karst polje and hollows are mined for secondary deposits of tin, iron-ore, gold and, of course, phosphates. On the other hand, many small groups of karst rocks, in spite of their bold scenery, are lacking cultural-geographical importance due to their restricted size as underground water catchment areas.

^o Prema dijagramima H-LEHMANA (1936) odnosno ACHSAN SUNARTADIRDJA i H. LEHMANA (1960) izradio H. Uhlig, nacrtao L. Dreher

^o in Anlehnung an die Diagramme von H. LEHMANN (1936) bzw. ACHSAN SUNARTADIRDJA und H. LEHMANN (1960); Entwurf: H. Uhlig, Zeichnung: L. Dreher