

REISBAUÖKOSYSTEME MIT KÜNSTLICHER BEWÄSSERUNG UND MIT PLUVIALER WASSERZUFUHR Java und analoge Typen im übrigen Südostasien

Mit 2 Abbildungen, 12 Photos, 1 Tabelle und 1 Beilage (I)

HARALD UHLIG

Summary: Rice-ecosystems with irrigation and with pluvial water-supply. Java and similar types in SE Asia

SE Asia's most intensively, "anthraquic"-manipulated ecotopes are the irrigated terraces and plains, most notably between the volcanoes of Java, Bali, parts of the Philippines and other monsoon-tropical islands. Heavy population pressure demands double-cropping, transplanting, increasing multiple crop rotations, "puddling" of "near-artificial" rice-soils and a long tradition of organized irrigation societies. Irrigation is subdivided according to geocological sites: by (improved) natural flooding; riverfed canal-irrigation of lowland plains; slope-canal irrigation of terrace-systems and valleys; lift-irrigation (from rivers or phreatic) and retention (impounding) of rainfall.

The diagram: Model C (supplement I) aims to represent all types; references are made also to A (Mainland SE Asia) and B (Humid Tropical Islands) (ERDKUNDE 37,4, 1983; supplements VIII, IX). A model of a 0.6 ha tenant-farm (fig. 1) is compared to that of a 6 ha owner-farm in Thailand's natural flooding areas (ERDKUNDE 37,4; fig. 4), showing similar yields, but heavy input of labour in Java to compensate for the smaller size and less favourable socio-economic conditions. Natural and socio-cultural reasons for the much differentiated, regional distribution of wet-rice terraces in SE Asia and ecological arguments for the early diffusion of wet- and dryland-rice in Indonesia are discussed.

"Pluvial" rice-cultivation includes "rice on impounded rainfall" ("rain-sawah", by ponding) – a quite distinct type within the ambivalent group of "rainfed-rice", practically transitional from irrigated to dryland-rice, occupying 1/4–1/5 of SE Asia's ricelands.

Dry (upland)-rice appears in three ecosystems: shifting cultivation ("padi ladang"), by dibble, swiddening and in *land-rotation*; dryland-rice on permanent arable land ("padi gogo" – in *crop-rotation*) on open fields, or intercropped under tree-cultivation and other annuals. The latter is also practiced by dibble, but in permanent cultivation in part on open terraces. Mixed dryland tree-("kebun") and field-crops (including dryland-rice – "tegalan") have replaced large tracts of former shifting cultivation. Geocological and physiological aspects, and strong natural and human adaptive selection, indicate an origin of rice-cultivation in the seasonally flooded monsoon-tropical areas, whereas dryland-rice was gradually branched off on dryer (still sufficiently moist) ground more recently. To explain the wide range of the "ecological continuum" of rice-cultivation systems in SE Asia is the purpose of these papers and their pictorial models (A–C). Table 1 summarizes the short definitions and terms of the various rice-irrigation types and sites.

Reisterrassen und künstlich¹⁾ bewässerte Felder (Tab. 1) bestimmen die allgemeine Vorstellung vom Reisbau Südostasiens. Sie nehmen aber nur rd. 25% seiner Flächen ein, während lediglich „pluviale“ Wasserzufuhr – und zum anderen

die natürliche Überschwemmung („fluxial“) und ihre Verbesserung zur Be- und Entwässerung von Küstenniederungen und Deltas („flußgespeiste Kanalsysteme“ – NITZ 1982) – viel weiter verbreitet sind. Die letzteren wurden in Erdkunde 37,4 1983 mit den Beilagen VIII u. IX: Modelle A (Hinterindien) und B (Immerfeucht-tropisches Insel-Indien) behandelt. Hier sollen – mit C: „Monsonal-wechselfeuchtes Insel-Indien“ (Beil. I) – die künstlich bewässerten und die pluvialen Anbausysteme und Ökotope zur Darstellung kommen, wobei auch auf analoge Typen in A und B verwiesen wird.

Der starke Bevölkerungsdruck auf Java und Bali erzwingt *höchste Intensität* des Anbaues auf kleinen Flächen und damit so *starke Eingriffe in das Ökosystem*, daß das naturökologische „environmental system“ zum „man made environment“ (CHORLEY 1973) wird. Diese Veränderungen an Wasserhaushalt und Boden werden durch den von „aquatic“ und „anthropic“ abgeleiteten Begriff „*anthraquic*“ bezeichnet (MOORMANN a. VAN BREEMEN 1978, 31), der die landschaftsorientierten Termini „pluvial“, „phreatisch“ und „fluxial“ (vgl. Abb. 2) ergänzen soll. „Anthraquische“ Reisfelder zeichnen sich durch ausreichende Wasserversorgung, gute Nährstoffhaltung, leichtere Unkrautbekämpfung und intensive Bodenbearbeitung aus, deren kumulative Wirkungen auch die Bodenprofile verändern.

Das *Einebnen* (levelling) und *Eindämmen* (bundling) jedes Feldchens zum *Aufstauen* (ponding) und *Rückhalten* (retention) des Wassers sind bereits die ersten Schritte von der natürlichen zur künstlichen Bewässerung: zum *Reisbau auf Regenstau*²⁾ oder „*Regenstaureis*“. Die nächsten sind zusätzliches und völlig „*künstliches*“ *Zuleiten* von Wasser, die eigentliche Bewässerung durch Kanäle, häufig aus allochthonen Einzugsgebieten, durch Quellen oder/und durch Heben (Brunnen, Pumpen usw.) aus Flüssen oder dem Grundwasser. Das *Einebnen* und *Eindämmen* jedes Feldchens be-

¹⁾ Da *Be-*wässerung bereits menschliches Eingreifen ausdrückt, wurde „künstliche Bewässerung“ als Pleonasmus kritisiert (engl. nur: irrigation). Nach P. HIRTH (1928) leitet sie jedoch Wasser auf Flächen, die *natürlich nicht* erreicht würden. Weiter: im wechselfeuchten Klima kann sie ganzjährig Wasser zuführen! Vgl. auch: „Wasserkunst“ für Wasserbauten oder -haltung.

²⁾ Die Bezeichnung „Reisbau auf Regenstau“ ist genauer als das ambivalente „rainfed rice“ (vgl. Erdkunde 37, 1983, S. 271); engl.: „rice on impounded rainfall“; vgl. die geogr. Reisbauerminologie von HILL und UHLIG (1969).

grenzt den Abfluß und speichert Oberflächenwasser. Die *Oberböden*, mit 5–10 mm aerobischer Oberfläche, sind 10–50 cm tief in ihrer Struktur verändert (anaerobische Reduktionszone) (Abb. 1). Die Felder werden zu „*Sedimentfallen*“ für die Schwebstoffe; in Extremfällen können Terrassenböden völlig künstlich angelagert werden (s. u.). Besonders wesentlich ist das „*puddling*“ („Durchkneten“ durch Pflügen oder Trampeln, Walzen, Eggen, Harken u. a.) *unter Wasserbedeckung*, das die Böden mit Wasser sättigt, die Durchlässigkeit verringert und das Verpflanzen erleichtert. Bodenaggregationen werden durch kolloidales Aufschwellen und mechanisch aufgelöst. Gesteigerte Mikroporosität verstärkt die Wasserhaltekapazität, besonders bei schwellungsfähigen Tonmineralen. Feine Ton- und Algenschichten vermögen Gase im Boden zu erhalten. Umgekehrt vermindert das „puddling“ die Anbaugunst für andere (Trockenland-)Früchte – wichtig für die *Persistenz der Reis-Monokultur*, die erst allmählich durch Mehrfachrotationen aufgelockert wird. Weitere Wandlungen entstehen durch physische Eingriffe, wie das Einebnen und Terrassieren, und die Anbautechniken sowie durch komplexe Veränderungen der bodenchemischen und mineralischen Zusammensetzung. Bei Bearbeitung unter Wasserstau ist die Bildung von *Pflugsohlen* (traffic pans) charakteristisch; auf Reisflächen mit Breitsaat bzw. bei trockenem Pflügen bleiben diese schwach; in Vertisolen werden sie durch Trockenrisse zerstört.

Ökosysteme mit künstlicher Bewässerung

Die Ökosysteme mit künstlicher Bewässerung zeigen *Intensitätsunterschiede* nach der Wasserverfügbarkeit (nur zusätzlich während der Regenzeit oder ganzjährig), nach der Durchlässigkeit der Böden, nach Länge, Dichte, Verdunstung und technischem Standard der Anlagen und nach der Lage im System (bes.: Benachteiligung der „tail-area“, des Kanal-Endes – VANPEN SURAREKKS 1982). Sie entscheiden, ob nur die ursprüngliche (eine) regenzeitliche Reisernte pro Jahr, oder auch eine zweite (oder gar dritte) Nutzung möglich sind – und über deren Erträge. Gegenüber dem bisher vorherrschenden, „permanenten“ Reisbau gewinnen heute *Fruchtwechsellsysteme*, z. B. 1×R oder 2×R/M, d. h. Reis mit unbewässerten Rotationsfrüchten (M = Mehrfachrotation, Multiple Cropping Systems)³⁾ immer mehr Verbreitung.

Bei *künstlicher Bewässerung* überwiegt das intensivere Verpflanzen (t = transplanting) des im *Saatbeet* vorgezogenen Reises. Es ermöglicht höhere Flächenerträge, mehr

Unkrautkontrolle und mit dem kürzeren Besatz der Felder die *Mehrfacherten*, die besonders bei kleinen Betriebsgrößen lebensnotwendig sind.

Ein Vorzug der künstlichen Bewässerung ist es, daß die vom Wasser als organische und anorganische Schwebstoffe mitgebrachten Nährstoffe in den eingedämmten Reisfeldchen festgehalten werden, während sie im Überschwemmungsreisbau z. T. wieder mit abfließen; das gleiche gilt für eingebrachte Stoffe wie Mineraldünger, Pestizide und Herbizide. Letztere bringen freilich den Nachteil einer Schmälerung des ertragreichen *Fischfanges* in den Reisfeldern (Photo 1, Abb. 1). Einfache (Bambus-)Wehre mit Grabenleitungen und Eindämmen und Einebnen der Feldchen sind schon bei einzelnen Bauern bzw. sippenbäuerlichen Verbänden möglich. Staudämme, Kanäle, Terrassensysteme und kontrollierte Wasserverteilung setzen dagegen normalerweise die Entfaltung einer „*herrschaftlich organisierten Agrargesellschaft*“ (BOBEK 1959) voraus. Es bestehen jedoch



Photo 1: Fisch-„Schacht“ in Reisfeldern der Toraja, Sulawesi (B 7.5). Fische sind eine wichtige Ernährungsergänzung aus den Reisfeldern. Um deren Überleben in der Trockenzeit zu sichern (1×R), wurden hier Wasser-Schächte angelegt; in W-Java dagegen schon traditionell zahlreiche Fischzuchtteiche; ebenso im Brackwasserbereich der Küste (C 5.6). Photo: H. UHLIG, September 1975
Shaft to secure the survival of fish in irrigated rice-fields during the dry season

³⁾ Abkürzungen: 1×R, 1×R (M), 1×R/M usw.: s. Legende zu den Blockdiagrammen. Die „Nicht-Reis“-Rotationsfrüchte (M) erscheinen indonesisch meist unter dem Begriff „palawija“ = „Zweitfrüchte“ (Mais, Bohnen, Erdnüsse, Soja usw.). Sie werden nicht nur im Reisfeld, sondern oft auch auf den Felddämmchen bzw. Terrassenkanten und im Trockenfeld (= tegalan) zusätzlich angebaut. Die Ziffern – z. B. C 5.6, A 1.2, B 4.6 – verweisen auf die Reisbau-Ökotope bzw. -systeme in den Blockdiagrammen.

bis heute alt-indonesische Stammesgesellschaften in abgelegenen Bergländern mit großartigen Naßreisterrassen (s. u.), deren Organisation nicht nur von häuptlingsartigen Stammesfürsten, sondern z. T. im *Sippen- bzw. Großfamilien-Verband* getragen werden. Die Kleinfürstentümer Balis – mit Verfügungsrecht über das Wasser, dem Bewässerungswesen selbst aber in der Regie dörflicher Genossenschaften – haben lange als Beispiele überlebt.

Ähnlich wird die Entwicklung der schon früh bewässerten, ursprünglichen periodisch „fluxial“ überschwemmten *Talbecken und Ebenen Javas* verlaufen sein⁴⁾. Prä-Sanskrit Reisbau- und Bewässerungsbegriffe beweisen deren Existenz schon vor der hindu-javanischen Kulturentfaltung (ab 5. Jh.), z. B. im Majapahit-Reich, die aber bedeutende „*Innovationen*“ brachte (z. B. auch Pflugbau, Verpflanzen – eine „Grüne Revolution“ lange vor der heutigen! – UHLIG 1980 a). Wandlungen der ursprünglichen in „verbesserte Überschwemmungsbewässerung“ (flußgespeiste Kanäle, Regulierung der Hochwässer) – z. B. am Fuß der niederschlagsreichen Vulkane im Brantas-Solo-Einzugsbereich – folgten wohl Beispielen aus Südindien, etwa der Ableitung durch große Überlaufwehre („*anicuts*“) in „flußgespeiste Kanalsysteme“ durch die Chola-Dynastie schon im 4. Jh. im Cauvery-Delta (BOHLE 1982). Fürstliches (Verteilungs-) Recht über das Wasser bestand in Bali wie in Java, wo statt bäuerlicher „*subak*“ ein *Nebeneinander fürstlicher* (dann kolonialer, heute staatlicher) und kommunaler Bewässerungsorganisation herrscht – ein Fortwirken der getrennten Hierarchien der hindu-javanischen Höfe („*kraton*“) und der dörflichen („*adat*“-Gewohnheitsrechts-)Verwaltung⁵⁾. Ab 1753, stärker im 19./20. Jh., folgten die Erweiterungen durch holländische Wasserbaukunst. Sie haben die reine „fluxiale“ Überschwemmungsbewässerung in Java auf Reste in einigen Deltas bzw. hinter Flußdämmen reduziert (C 5.6, 3.14). Stärker trug diese die *festländischen Hochkulturen*, von den Mon oder Khmer bis Sukothai, Ayuthia u. a. Auch im Bergland Hinterindiens hat aber die mehr bäuerliche „Hang-Kanal-Bewässerung“ (s. u.) aus Quellen und Bächen – neben der staatlichen – ihre lange Tradition gewahrt (A 2.1–6, 3.7). In den kaum vermeidbaren Konflikten um das Wasser sind diese dörflichen Systeme oft überlegen, da die Bauern an Bau und Unterhaltung direkt beteiligt sind, während Bürokratie und technische Mängel größere staatliche („technische“) Anlagen z. T. weniger effektiv machen (VANPEN SURARERKS 1982).

⁴⁾ Erste schriftl. Urkunden um 804 (VAN STEIN CALLENFELS 1934). Wichtig für die Diskussion um Alter und Einbürgerung des (Naß-) Reisbaues in Indonesien sind aber Funde bereits neolithischer Breithacken („*pacul*“), über die VAN SETTEN VAN DER MEER (1979, 3) (nach indones. Archäologen) berichtet. Diese Breithacke (heute aus Eisen) war und ist noch heute ein typisches Werkzeug des javanischen Naßreisbaues (Pflug erst seit dem hindu-javanischen Einfluß), während der Trockenland- („*Berg*“-) Reis mit dem Pflanzstock bestellt wurde und großenteils noch wird (s. u.).

⁵⁾ VAN NAERSSSEN a. DE JONGH (1977) nach VAN SETTEN VAN DER MEER (1979).

Die Täler, Becken und Ebenen

Die Talsohlen und die am Fuß der Vulkane flacheren und breiteren Terrassen bieten, bei guter Wasserzufuhr, hohen Temperaturen und nährstoffreichen Böden (Latosole aus vulkanischen Aschen) – freilich nur in seltenen Fällen – die größte Reisbaugunst mit drei Reisernten im Jahr (bzw. fünf Ernten in zwei Jahren oder $2 \times R$ und Rotationsfrüchte – C 1.9). Auf größeren Flächen wird heute die „technische Bewässerung“ (C 3.8) aus größeren Flüssen (mit Staudämmen – C 3.2) oder Hebewerken gespeist (vgl. Tab. 1).

Im Umkreis der Zuckerraffinerien wird ein kolonialzeitliches *Langzeit-Rotationssystem* heute staatlich fortgeführt (RÖLL 1976, 24). Die Bauern sind verpflichtet, im Turnus Teile ihrer „*sawah*“ für Zuckerrohrpflanzungen zu verpachten; sie erhalten beim Wechsel (nach 18 Monaten) andere Flächen zurück (C 3.9). Den Nachteilen stehen – neben den Pachtzahlungen und zusätzlichen Erwerbsmöglichkeiten – Verbesserungen der „*sawah*“ gegenüber. Andererseits soll ein Entwicklungsprogramm (Weltbank) für Zuckerrohranbau in unbewässerbaren Hügelländern die Reisfelder entlasten. Ähnliche Langzeitrotationen wechseln um Yogyakarta mit staatlichen *Tabakplantagen* (C 3.10). Tabak und Zuckerrohr bedürfen – im Gegensatz zum „ewigen“ Reisbau – dieser Standortwechsel; die kleingekammerten „*sawah*“ werden dafür zu größeren Feldern (bzw. beim Tabak in Rücken und Furchen) „umgesetzt“ und danach wieder in eingedämmte Reisfeldchen zurückverwandelt.

Oft ziehen nur Bäche und von diesen verzweigte Kanälen über flachgeneigte Aufschüttungsflächen hinab. Auch kleinste natürliche Uferdämme oder Kanalaushübe sind von Reihen dicht besiedelter „*kampongs*“ unter Baum- und Bambushainen besetzt (C 1.8). Selbst in klima-, wasser- und bodengünstigen Becken bestehen durch *extreme Besiedlungsdichten* und entsprechend *geringe Betriebsgrößen* (0,2–0,5 ha) sozioökonomische Probleme, zumal die modernen Innovationen (Hohertragssorten, Mineraldünger usw.) eher den wirtschaftlich stärkeren als den Kleinstbetrieben zugutekommen (vgl. ausführlich UHLIG 1980 a). Als Beispiel eines gut bewässerten, aber von fast ebenso großen Siedlungs- wie Anbauflächen besetzten Beckens (C 3.13) wurde das von Ponorogo in O-Java als Kärtchen 8e, 9 im *Atlas van Tropisch Nederland* (umgezeichnet in UHLIG 1980 c) wiedergegeben. Andere Ebenen in O-Java oder z. B. in Bima/Sumbawa sind durch schwere, schwarze Grumosole edaphisch benachteiligt (C 3.12), wo nur Grundwasser 1–2 m unter Flur verfügbar ist (Schöpfwerke, Brunnen oder Hand-Hebewerke); Reis/„*palawija*“-Rotationen herrschen dort vor.

Küstenebenen und Strandwall-Serien

Die *Nordküste Javas* (C 5.1) wurde erst kolonialzeitlich mit „technischer“ Bewässerung und Staudämmen im Gebirge (C 5.1/2) voll entwickelt, da die bäuerlichen Bewässerungswerke nicht reichten, das Wasser über die gesamte Breite der Ebene zu befördern. Schöpfen (von Hand oder Windräder) und Pumpen (Grundwasser) müssen den Zu-

Tabelle 1: Typen der Bewässerung in SO Asien

Types of irrigation in SE Asia

Wasserzufuhr Water-supply	Vorgeschlagener Begriff Proposed term	Einrichtungen, Untergliederungen Installations, Sub-types	Lage, Klimatische Differenzierung Site, Climate
fluxial	natürliche, periodische Überschwemmungs-Bewässerung	flach: Kurzstroh-Reis mittel: Tiefwasser-Reis, aufr. tief: „Schwimmender Reis“	Alluviales Tiefland, durch Flüsse oder periodisch schwankende Seen, monsunal-wechselfeucht
(anthraquisch)-fluxial	Verbesserte Überschwemmungs-Bewässerung	Rückhaltedämmchen, Deiche, Drainage, Durchstiche	dto.
(anthraquisch)-fluxial	Gezeitenrückstau-Bewässerung	Stichkanäle	Deltas, immerfeuchte Tropen
anthraquisch-fluxial	Flußgespeiste Kanal-Bewässerung, (meist „technische Bewässerung“)	Staudämme (-wehre), Kanäle, Verteiler, Deiche, Drainage	Strom-Tiefländer (auch Plateaus), ganz SO Asien, regenzeitlich oder ganzjährig
anthraquisch-fluxial	Hang-Kanal-Bewässerung, (z. T. technische Bewässerung)	Wehre, Verteiler, Kanäle, Gräben, Überläufe	Bergland und gebirgsnahe Becken, häufig Terrassen, regenzeitlich oder ganzjährig
(anthraquisch)-phreatisch	Quell-Bewässerung	Rinnsale, Gräben, Überläufe	dto.
anthraquisch-fluxial	Hebe-Bewässerung (a. Flüssen u. Kanälen)	Schöpfräder u. ä.	Eingeschnittene Flüsse im Bergland, Heben a. Tieflandsflüssen und Kanälen
anthraquisch-phreatisch	Hebe-Bewässerung (a. Grundwasser)	Brunnen, Pumpen oder traditionelle Hebewerke, Handschöpfleinrichtungen	Ebenen mit Grundwasser wenige m unter Flur, Karst mit wassertragenden Schichten
anthraquisch-pluvial	Regenstau-Bewässerung (Reis auf Regenstau)	Rückhalten des Regens, Einebnen und -dämmen jeden Feldes	Ebenen, Plateaus, Hänge (Terrassen), regenzeitlich (selten ganzjährig)
anthraquisch-pluvial (fluxial)	Stauteich-Bewässerung (tanks)	Stau der lokalen Regeneinzugsgebiete, Erddamm, Kanälchen	Ebenen, Plateaus, regenzeitlich (in SO Asien recht selten)
anthraquisch-pluvial	Alternativ naß/trockener Reisbau	Regenstau, in Wassermangelphasen trocken	Plateaus, Ebenen, Terrassen oberhalb der Quellhorizonte, unsichere Niederschläge oder durchlässige Böden
phreatisch- (u. pluvial, ggf. auch fluxial)	Sumpfreis	Verpflanzen in permanenten Sumpf	Alluviale Tiefländer, immerfeuchte Tropen

fluß ergänzen; entsprechend schwankt auch die Anbauintensität und -folge (z. T. nur 1×R).

Zwischen Vulkanen und Küsten liegt z. T. eine „nördliche Kalkzone“ (Tertiär). Ihre Hügel, Riedel und Tafeln tragen Kautschuk, Teak und Trockenfeldbau (C 4.3), die Kastentalsohlen (C 4.1/2) und die Küstenhöfe (C 5.5) dazwischen „sawahs“ – bei Bewässerung (Quellen) 2×Reis, sonst 1×Reis auf Regenstau.

An der *brandungsreichen Südküste* sind bewässerte Küstenhöfe selten, häufiger wechseln Kliffs mit kürzeren Aufschüttungsküsten; starker Strandversatz baute dort Serien

rezenter und fossiler Strandwälle auf. Dazwischen verlandeten ehemalige Lagunen. Diese „Toposequenz“ bietet ähnliche Gunst wie natürliche Flußdämme: auf den Strandwällen „kampongs“ mit Gärten, Kokos- und Fruchtbaumhainen, in den Lagunen Naßreisbau (C 9.1–9.7). Bei Wasserzufuhr (Quellen, Bäche) können Be- und Entwässerungsgräben (2×R) und „anthraquische“ Reisböden auf den ursprünglich torfigen Histosolen („muck-soils“) entstehen; sonst bleibt nur Regenstau und Grundwasser. Der Bevölkerungsdruck führt gelegentlich sogar zum Aushub ca. 1 m tiefer, kleiner Reisfeldchen auf den Strandwällen (C 9.5), um durch Regen-

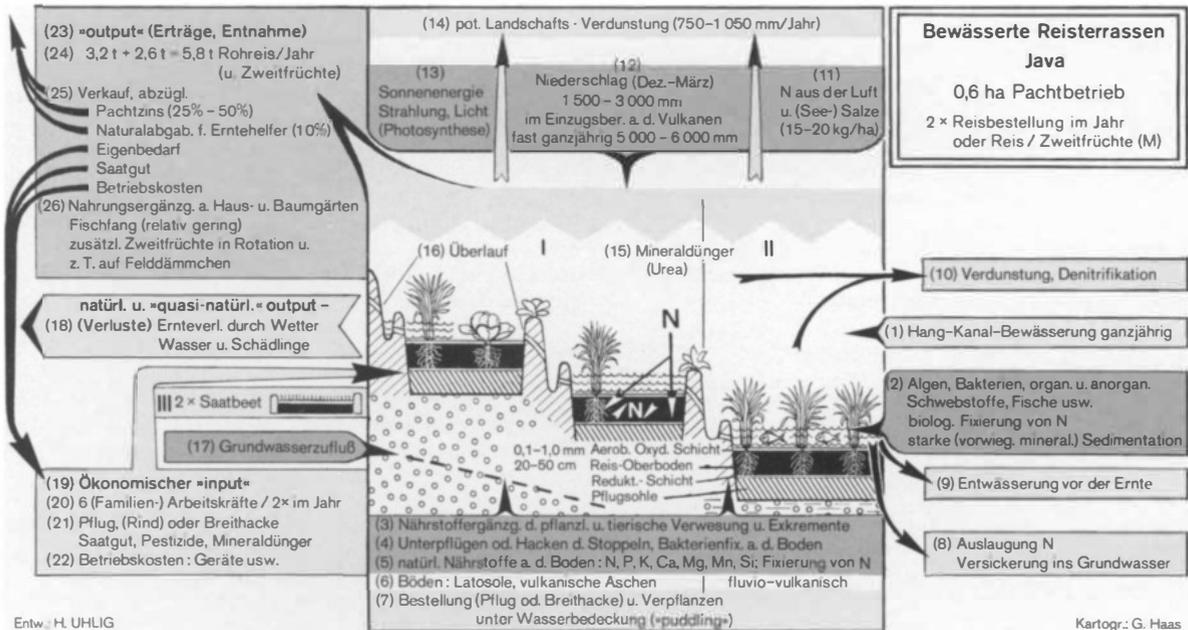


Abb. 1: Modell eines Reisbau-Ökosystems mit künstlicher Bewässerung in Zentral-Java. Ökotope: I = Terrassen mit ganzjähriger Hang-Kanal-Bewässerung, verpflanzter Reis (2×R oder R/M), Felddämmchen z.T. mit zusätzlichen Zweitfrüchten; II = Feld in gut bewässelter Reisbau-Ebene; III = Saatbeet (2×R, gut bewässert)

Example of a rice-field ecosystem in Central Java (0.6 ha family farm, tenants). Ecotopes: I = terraces, irrigation whole year, transplanted (2×R or R/M), additional "palawija" on bunds; II = irrigated plain; III = seed-bed (2×R, fully irrigated). (1) Irrigation by slope-canal; (2) suspended organic and anorganic matter, fixation of N, sedimentation, fish; (3) nutrients from decaying organic matter; (4) underploughing of stubble etc., fixation of bacteria from the soil; (5) soil-nutrients; (6) latosols on volcanic ashes or fluvio-volcanics; (7) topsoil: 0.1–1 mm aerobic oxydized layer, 20–50 cm puddled "rice-soil", reduced layer, traffic pan, ploughing or hoeing by pacul, transplanting, puddling; (8) leaching, percolation, seepage; (9) drainage before harvesting; (10) evaporation, denitrification; (11) N fixation from the air, salts; (12) precipitation (Dec-Mar) ibid. in catchment area (volcanoes); (13) sunshine, radiation (photosynthesis); (14) potential "landscape" evapotranspiration; (15) fertilizer; (16) overflow-ditches; (17) lateral subsurface flow; (18) "output" by natural losses (pests, damage etc.); (19) economic input; (20) labour, 6 family members (2×annually); (21) plough or "pacul"-hoe, seeds, pesticides, fertilizers etc.; (22) farm-costs; (23) yields; (24) 2 crops: 3.2 and 2.6 t/ha unhusked paddy respectively = 5.8 t [annual average] and secondary crops ("palawija"); (25) sale, after deduction of rent (tenants), rice to additional harvesters (common "adat" law), own consumption, seeds, farm-costs; (26) additional crops from garden, palawija in rotation and on some bunds, fish etc.

stau und Grundwasser auf diesen an sich „reisbaufindlichen“ Sand-Standorten noch zusätzlichen Ertrag zu erzielen⁶⁾. Auch „Pionierfelder“ im „Vorland“ der rezenten Brandungszone (C 9.2) sind Ausdruck der *Landarmut*. (Karte 8 e, 3; *Atlas van Tropisch Nederland*; schwarzweiß in UHLIG 1980 c). Ähnliche Serien finden sich von Hinterindien bis Sumatra (A 5.10; B 5.6; B 8.14); örtlich schließen sie auch Hafts ab (z. B. Thale Sap, Süd-Thailand, mit Reisfeldern auf den Verlandungsflächen; UHLIG 1980 c, Karten 4a/4b). Auch auf den Philippinen ist der Reisbau in verlandeten Lagunen häufig.

⁶⁾ Eine ältere, kleinere Parallele sind die „Pflanzgruben“ für Taro; Analogien bestehen auch zu den „surjan“ (s. u.). Ein modernes, kapitalintensives Gegenstück zeigt NITZ (1982) aus grundwasserreichen (Motorpumpen!) Dünengebieten Südindiens, wo ähnliche Felder ausgehoben und mit Zement- oder Tonböden abgedichtet werden. Auf künstlich aufgetragenen Böden und gut bewässert tragen sie dort bis zu drei jährliche Reisernten.

Die Reisbauterrassen

Als jahrhundertlang ausgebaute „Erweiterung“ der Talsohlen und Ebenen, bilden die *Reisterrassen* die am stärksten „anthraquisch manipulierten“ Ökotope, in denen nicht nur Wasser und Boden, sondern auch das Relief „künstlich“ gestaltet wurden. Dieser große „input“ – aber auch die mit jeder Erben-Generation vervielfachte Besitzersplitterung – zwingen zu höchster Intensivierung. Verpflanzen, 2×Reis jährlich oder/und „palawija“ (M) – z. T. noch zusätzlich auf den Felddämmchen (Abb. 1) – sind ebenso kennzeichnend wie hoher Handarbeitsanteil (bzw. intensive Pflügen, Eggen und Walzen unter Wasserbedeckung) und gut organisierte Bewässerung (Tab. 1). Bevölkerungsdruck und der kolonialwirtschaftlich inaugurierte „cash-crop“-Anbau führten ergänzend zur frühen Ablösung des „klassischen“ Dualismus von „sawah“ und „ladang“ durch Wandlung aller unbewässerten Flächen in gemischtes Dauertrockenfeld

(„tegalan“), Baum- und Strauchkulturen („kebun“) bzw. Hausgärten (C 1.13, 2.4, 5.11).

Standfeste und nährstoffreiche *Latosole* aus vulkanischen Aschen und Laven erlaubten meist das Graben der Terrassen mit Breithacken (pacul) aus dem Hang. 3000–7000 mm jährl. Niederschlag an den hohen Vulkanen und Abflußverzögerung durch deren Bergwälder und Aschenböden sichern meist gute Wasserzufuhr. Nährstoffreiche – überwiegend mineralische – Schwebstoffzufuhr und intensives „puddling“ ließen weiche *Reisoberböden* über Pflugsohlen (in Kleinbetrieben aber auch nur Breithackel!) entstehen (Abb. 1). Die 1–4 m hohen und ca. 1–12 m breiten Terrassen haben nur örtlich Steinpackungen oder -pflasterungen (z. B. in Ost-Bali oder Ifugao – s. u.); bei starker Blockstreu finden sich Lesesteinmauern. Normalerweise schützen gut gepflegte und „bergfrisch“ durchfeuchtete Terrassen vor Erosion; Schäden werden rasch repariert.

Am Übergang von den Kegeln in die Aschen-„Schleppen“ liegen bevorzugt *Quellhorizonte*, die dort (C 1.4) und noch mehrfach in den Bächen gefaßt und – wegen der tiefen Kerbschluchten (C 1.5) möglichst hoch oben – über Wehre und Verteilerblöcke (C 1.6) in die Gräben der „Hang-Kanal-Bewässerung“ geleitet werden. Dieser Begriff wird hier zur Unterscheidung dieser, mit hohem Gefälle und von Terrasse zu Terrasse in kleinen Systemen über die Hänge bis in die Talbecken fließenden, wirklich „künstlichen“ Bewässerung (vgl. RÖLL 1976, Karte 4) von der „flußgespeisten Kanalbewässerung“ der großen Stromebenen und Deltas vorgeschlagen (die nur eine „verbesserte Überschwemmungsbewässerung“ ist). Beide gehören zwar zur „Schwerkraft“ (-gefälls)-Bewässerung („gravity flow“), ihre geoökologischen und kulturtechnischen Unterschiede (und die Bildung ganz verschiedener „Raumtypen“ der Bewässerung – NITZ 1982) sprechen aber für diese Aufgliederung!



Photo 2: Geregelt Wasserverteilung in O-Bali (Karangasem) (C 1.7, 1.9). Die „subak“ regeln Unterhaltung und Zuteilung der Hang-Kanal-Bewässerung sehr genau – hier ein Anbaukomplex vor dem Verpflanzen (Saatbeete z. B. Mitte rechts, auf trockenem Grund (Mitte links) „palawija“, Rasthütten), vorn Bewässerungskanalchen. Photo: H. UHLIG, Juli 1977

Simultaneous water-distribution of a Balinese „subak“, before transplanting



Photo 3: Das durch „Lahar“ (vulkanische Mure) verschüttete Dorf Sampalan bei Klungkung, Bali. Reste des Dorftempels ragen aus den Geröllmassen; Bauernhäuser, Reisfelder (Hintergrund) und Bewässerungsanlagen (schon in der Küstenebene!) sind 2–4 m tief verschüttet. Ausbruch des Gunung Agung, 1963. Photo: H. UHLIG, Juli 1977

Balinese village and rice-fields destroyed by a „lahar“ (volcanic mud-flow). Only the upper parts of a temple are left uncovered

Eng mit der ersteren verbunden ist auch die „*Quellbewässerung*“ (BURGER 1975), die (phreatisch) aus Quellen und Rinnalen in und an den Terrassen gespeist wird und ohne kulturtechnische Installationen über diese weiterfließt. Aus eingeschnittenen Flüssen muß mit *Hebe-Bewässerung* („lift-irrigation“) nachgeholfen werden – z. B. Schöpfräder noch in Sumatra, Kambodscha, N-Thailand usw.; Reste noch in W-Java.

Periodische Wasserzuteilung kann fast „zelgenähnliche“ Anbaubereiche entstehen lassen (Photo 2), besonders in den „subak“-Bewässerungsgenossenschaften *Balis*, wo Überleitungen über Schluchten, Tunneldurchstiche durch Tuffriegel (in bäuerlicher Handarbeit – seit dem 9. Jh. belegt!) und in präziser Funktion gehaltene Anlagen für ein Optimum der Wassernutzung sorgen; alle Bauern eines Bewässerungssystems sind gleichberechtigt und zur Mitarbeit verpflichtet (vgl. PLANCK u. SUTAWAN 1983).

„*Lahars*“ (C 1.11), die Schlamm- und Aschenmuren von Vulkanausbrüchen, können ganze Dörfer, große Reisterrassen-komplexe und Bewässerungsanlagen verschütten (Photo 3) bzw. örtlich den Ersatz von bewässerten durch Regenstau-Reisterrassen (C 1.12) erzwingen⁷⁾. Diese Naturkatastrophen – auch die Aschenausbrüche überdecken ganze Fluren, wobei oft eine Ernte vernichtet wird, längerfristig aber eine „Verjüngung“ der nährstoffreichen vulkanischen Böden erfolgt – hindern nicht die von Boden- und Wassergunst angezogene dichte Besiedlung. Zahlreiche Haufendörfer (Photo 4) unter Obst-, Gewürzbaum-, Bambus- und Kokoshainen (C 1.8) drängen sich zwischen den Reisterrassen, möglichst nahe dem Bewässerungs- und Brauchwasser (Quelle, Bach oder Kanal).

⁷⁾ Zum geomorphologischen „Hazard“ der Lahars am Merapi, Java (mit Luftbild): VOSKUIL a. VAN ZUIDAM (1982, 299–302).



Photo 4: Rotation Reis-Kartoffeln in ca. 700 m Höhe, O-Java (Gunung Lawu) (C 1.7). Zwei Reisernten lohnen in dieser Höhenlage nicht mehr. Zur Bewässerungsverteilung (nur bei Reis, Gräben z. B. Mitte rechts) geschlossene Schläge. Im Mittelgrund „palawija“ auf den Dämmchen der Reisterrassen (vgl. Abb. 1). Ostjavan. Haufendorf, ebenerdige Bauweise (hindu-javan. Kultur), Giebel gekalkt. Photo: H. UHLIG, September 1977

Rotation rice-potatoes in about 700 m above s. l.; East Javanese “kampong”



Photo 5: Reisfeld-Bestellung durch Büffeltrampeln, Minangkabau, W-Sumatra (B 1.9). (Auf verbackenen Tonböden nach der Brachweide – vor oder statt des Pflügens). Photo: H. UHLIG, September 1971

Preparation of a rice-field on hard-baking clay-soils by buffalo-trampling; before or instead of ploughing and puddling

Die hohen Niederschläge an den Vulkanen begünstigen zwar die Bewässerung, die Wolkenbedeckung fördert aber ein strahlungsarmes, kühl-feuchtes, tropisches Höhenklima, das den Reisbau schon bei 1480–1500 m begrenzt; in Baturaden (Slamet), einer der regenreichsten Stationen Javas (7096 mm/Jahr), sinkt die Anbaugrenze z. B. auf 700 m⁸⁾. Für zwei Reisernten sind schon 500–800 m unökonomisch; hochgelegene Terrassen tragen deshalb Rotationen mit Reis und Kartoffeln (Photo 4) oder mit Kohl und Höhen-Gemüsebau (Tomaten mit Reisstroh-Schutzdächern gegen Starkregen!)

Kernräume der Terrassenkultur sind Java und Bali, dazu Teile von Lombok und des Berglandes von Sumatra, z. B. bei den Minangkabau (B 1.6–1.10), deren „sawah“ zwei Drittel der Agrarfläche W-Sumatras einnehmen (SCHOLZ 1977). Die Bewässerung wird dort durch dörfliche Arbeitspflicht („gotong royong“) unterhalten. Verbackene, tonige Böden werden vor (oder statt) dem Pflügen durch Büffel weichgetrampelt (Photo 5). Eine günstige Betriebsstruktur wird in Sumatra durch die *Verbindung von Naß- oder Trockenreis mit Kautschuk*⁹⁾ und anderen Baum- und Strauchkulturen (Gewürze, Kokos, Kaffee, Gambir) erzielt (B 2.2; 3.5, 4.5). Dem immerfeuchten (Berg-)Wald ökologisch angepaßt, trägt diese Anbaukombination auch in den agrarisch schwierigen feuchten Tropen (WEISCHET 1977) ein stabiles Bauerntum.

Isolierte Terrassenkulturen von Bergvölkern

Überraschend sind die bewässerten Reisterrassen einiger *Bergvölker*, deren Kultur und Landwirtschaft normalerweise in den *Brandrodungs-Wanderfeldbau* integriert ist, z. B. bei den Toraja in Zentral-Sulawesi, sowohl auf Lava-Böden wie im Kalk. Von der Gunst vulkanischer Böden gelöst, erscheinen sie in isolierten Lagen aber auch bei einigen Dayak-Gruppen im Inneren Borneos (B 7.5).

Die außergewöhnlichsten Reisterrassen „proto-malayischer“ Bergvölker sind aber die der *Ifugao* (C 10.10) in *N-Luzon* (Philippinen) (Dokumentation und Landnutzungskartierung im *Atlas of Ifugao*, CONKLIN 1980; Wiedergabe eines Ausschnitts der Terrassen- und Siedlungsstruktur: UHLIG 1980 c). Sie überziehen steile Hänge zwischen 600–1500 m, meist auf Latosolen oder Podsolen (über verschiedenen, z. T. alt-vulkanischen Sedimenten und Kristallin).

Bau und Bestellung der bewässerten Reisterrassen erfolgt *ohne Pflug*, nur mit *paddelförmigen Holzspaten*, Pflanzstöcken und handgeschmiedeten Hacken bzw. Haumessern. Aus Quellen und Bächen wird das Wasser durch Kanälchen, Bambusrohre oder Überflüsse über die Terrassen geleitet (seltener Regenstau). Wo in situ tief verwittertes Gestein es erlaubt, sind die *Terrassen* (Photo 6) in die Hänge gegraben. Etwa 50% benötigen aber *Steinunterstützungen* und 30–35% konnten nur mit *Steinkernen und -mauern* erbaut, erhalten und *künstlich mit Erde gefüllt* werden. Ein Blockdiagramm CONKLINS (1980, 16) zeigt den Aufbau: eine Steinpackung als Fundament, hohe (Trocken-)Steinmauern, dahinter „hydraulisch“ über Gräben, Baumstamm-Tröge usw. eingeschwemmte „künstliche“ Böden, darüber eine Packung gestampfter, toniger Erde (statt der Pflugsohle!) und oben der feinschlammige, ständig unter Wasser gehaltene „Reisboden“ mit laufender Akkumulation der mit dem überfließenden Bewässerungswasser mitgebrachten Schwabstoffe¹⁰⁾.

⁸⁾ Umgekehrt kann auch die Trockenheit exzessiver Lee-Lagen – z. B. am N-Fuß des Agung (Bali) – die Anbaugrenze bis fast in die Küstenebene drücken.

⁹⁾ Auch die Minangkabau-Kolonisation von Negri Sembilan (W-Malaysia) stützt sich auf diese Kombination aus bewässertem Reis und Kautschuk (B 8.3/4).



Photo 6: Reisterrassen der Ifugao bei Banaue, N-Luzon, Philippinen (C 10.10). 2–6 m hohe, 60–85° steile Terrassen (Naßreis-Daueranbau „proto-malayischer“ Bergstämme), mit Holzwerkzeugen in den Hang gegraben oder Trockensteinmauern (z. T. vegetationsbedeckt). Eine Reisernte, „Wasserbrache“ zur Erhaltung der Terrassen und fragilen Oberböden. Überlaufgräben oben links und unten Mitte. Photo: H. UHLIG, August 1979

Rice-terraces of the Ifugao hill-tribe, N-Luzon

Die „*pondfields*“ (CONKLIN), die von Erddämmchen abgeschlossenen Terrassenfelder (von wenigen Metern bis zu 600 m² groß) tragen durch „puddling“ und Mulchen der von Hand eingedrückten Stoppeln und Unkräuter (als Gründünger) einen feinen 25–60 cm tiefen Schlamm Boden; die *ganzjährige Wasserbedeckung* (auch bei Brache) hält sie standfest.

Verpflanzt wird von Dezember bis März, so daß der Reis in der trockenen Periode (April bis Juni) wächst; Ernte im August; in 17 °N, bis 1500 m Höhe und bei 3000–5000 mm Jahresniederschlag eine Reaktion auf das kühlfeuchte Höhenklima¹¹⁾. In der Regenzeit (bis November) werden Terrassen und Felder ausgebessert und -gebaut; die Frauen er-

richten z. T. in der Wasserbrache Hügel aus Schlamm und verfaulem Unkraut für Gemüsebau, Salat, Knoblauch usw. Ergänzende Landwirtschaft wird auf freien Hängen mit Süßkartoffeln (*Ipomea batatas*), Cassava und Mais betrieben (Bergreis nur in 600–700 m). Die benachbarten *Bontoc* pflanzen dagegen ihre Süßkartoffeln in der „off-season“ in Rotation auf den Reisterrassen (diese mit starkem Steinbau!). Während sie in großen, eng geschlossenen Dörfern siedeln und ihre Bewässerung organisieren, leben die Sippenverbände der Ifugao in lockeren Großfamilien-Weilern inmitten der Reisterrassen, die auch den Terrassen- und Bewässerungsbau organisieren, ausgehend von „Vaterfeldern“, d. h. großen Terrassen eines Ahnen, die generationenlang weitergebaut wurden (Zeitrechnung über 8–10 Generationen zum Sippen- und Terrassensystem-Begründer; 75% Eigentumsbauern). ¹⁴C-Datierungen ältester Funde in Terrassen weisen bis ins 7.–11. Jh., in höheren Lagen bis ins 16. Jh. (CONKLIN 1980, 38). Letzterer kartierte 2200 km Terrassenkanten (30–35% mit Steinmauern); für das gesamte Ifugao-Gebiet (rd. 95 000 Ew.) rechnet er mit ca. 20 000 km.

Reisterrassen: Funktion bestimmter Ökosysteme oder Kulturen?

Die *großen Reisterrassensysteme* in SO Asien bleiben auf die *genannten Inseln* beschränkt. Isolierte Vorkommen bei Bergvölkern des Festlandes werden meist kultisch erklärt (z. B. WHEATLEY 1965; im Bergland Vietnams). Während der Terrassenbau im Himalaya und S-China stark verbreitet ist, bleibt er in den Reiskulturen *Hinterindiens* auffällig *gering*. Selbst in den Gebirgsbecken (A 2.2–2.6) oder abgelegenen Tälern (A 3.7) bleibt er auf eine flache Terrassierung der ansteigenden Talsohlen und -schlüsse und der unteren Seitengehänge beschränkt. Die Bergvölker betreiben dort überwiegend Brandrodungs-Wanderfeldbau (A 2.9, 4.9). Daß Bevölkerungsdichte-Unterschiede allein zur Erklärung nicht ausreichen, zeigen z. B. die stark besiedelten *Becken N-Thailands*. Stärker ist wohl die Traditions-Wirkung des Überschwemmungsreisbaues oder der von diesem abgeleiteten, einstigen Bewässerungshochkulturen in den Ebenen.

Ähnliches gilt für die *Tiefländer der immerfeuchten Tropen*. Naturlausstattung – aber auch die Tradition, Mentalität und Organisation der malayischen Kulturen – lassen dort ebenfalls extensivere Anbauformen vorherrschen, die nur *wenig Terrassen* kennen. Auch auf den relativ trockenen, *östlichen Sunda-Inseln* von Sumbawa bis Timor bleibt der Naßreisbau (vielfach nur auf Regenstau) auf einige Talbecken und einzelne, bewässerte Ebenen begrenzt, umrahmt von Sekundärbusch oder -savanne und shifting cultivation, oder von intensiverem Trockenfeldbau bei hohen Bevölkerungsdichten (z. B. Flores – METZNER 1982). Auf den *Philippinen* sind Terrassenkulturen, wie die oben geschilderten, eher die Ausnahme. Der Naßreisbau – bewässert, mehr noch auf Regenstau (C 10.1) – erfolgt überwiegend in den Ebenen.

Auf *Java und Bali* tritt zum Bevölkerungsdruck und zu den günstigen Naturbedingungen eine starke Tradition herrschaftlicher (und später kolonialwirtschaftlicher), dazu auf Bali die genossenschaftlicher Organisation; bei den

¹⁰⁾ Weitere Querschnitte und Bodenprofile: vgl. VAN BREEMEN et al. (1970).

¹¹⁾ Deshalb errichtete das IRRI dort eine „Rice Cold Tolerance“-Forschungsstation.

Ifugao tragen dagegen Großfamilien und Sippen die Terrassenkultur. Die natur- wie kulturgeographisch komplexen Gegebenheiten erschweren also eine einheitliche Deutung der Verbreitung bzw. des Fehlens von Reisterrassen.

Ein Modell der Reisfeld-Ökosysteme eines javanischen Kleinbetriebs sei am Beispiel eines Pachtbauern (0,6 ha, auf bewässerten Terrassen bzw. am Rand der Ebene, 2×Reis jährlich und Zweitfrüchte) – im Vergleich zum Überschwemmungs-Reisbau in Thailand (Erdkunde 37,4 Abb. 4) – skizziert (Abb. 1). Die „anthraquische“ Umgestaltung der bewässerten und terrassierten Ökotope, Anbauintensität und Arbeitskräfteeinsatz sind vielfach größer, der Jahres-Netto-Ertrag bleibt annähernd gleich. (Der Vergleich mit der ca. zehnfachen Betriebsgröße bezieht sich nur auf den extensiven Überschwemmungsreisbau Zentral-Thailands. In den Gebirgsbecken N-Thailands sind Betriebsgrößen, Anbau- und Bewässerungsintensität eher dem javanischen Beispiel ähnlich.)

Hohe Pachtbaben, Naturalvergütung für gewohnheitsrechtliche Erntehilfe durch (landlose) Dorfgenossen, Kosten für Dünger u. a. sowie der Unterhalt für mehr (und stärker ausgelastete) Familienmitglieder lassen den Reinerlös erheblich schrumpfen. Per saldo steht dem größeren „input“ ein geringerer Erlös für den javanischen Kleinbauern gegenüber¹²⁾.

Ökosysteme des pluvialen Reisbaues

Die Ökosysteme des pluvialen Reisbaues sind dort „ultima ratio“, wo keine künstliche oder Überschwemmungs-Bewässerung möglich ist. Ein Diagramm verdeutlicht die geökologischen Unterschiede (Abb. 2). (Phreatisches Wasser wird in SO Asien meist nur aus Quellen oder Brunnen „anthraquisch“ erschlossen bzw. verbindet sich mit den anderen Typen.)

Der Reisbau auf Regenstau ist noch ein „Naßreisbau“¹³⁾ (notfalls: alternativ naß – trocken wachsender Reis); die „anthraquische“ Umgestaltung durch Einebnen und Eindämmen der Felder (auf Flächen oder Terrassen) und Auffangen und Zurückhalten des „in loco“ fallenden Regens wurde einleitend beschrieben. Der traditionelle deutsche Begriff „Regenfeldbau“ ist bei Reis zweideutig, weil er ja gerade den Anbau auf unbewässertem Land kennzeichnen soll, er träfe also nur für Trocken-(land)-Reis zu. Der „Regenstau-Reis“ bildet dagegen den Übergang zum Bewässerungsfeldbau (indones.: „sawah tadah hujan“ oder „sawah langit“ = „Regen-

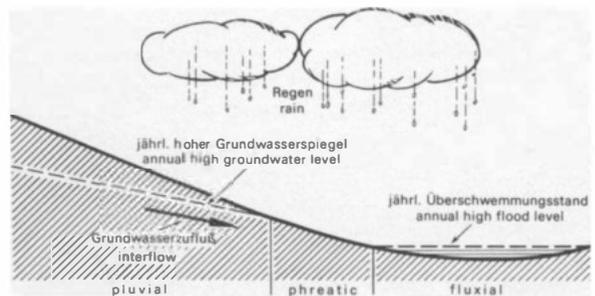


Abb. 2: Klassifizierung des Reislandes nach Topographie und Wasserzufuhr

Quelle: F. MOORMANN a. N. VAN BREEMEN 1978, S. 29; mit freundlicher Genehmigung der Autoren

Types of rice land according to topography and water supply

bzw. Himmels-sawah“). Auf immerfeucht-sumpfigen Böden vereinigt sich der Regenstau bei Sättigung mit dem Grundwasser (und z. T. auch mit Überschwemmung) (B 5.9, 8.12, 8.13) – unter anderen geökologischen Voraussetzungen auch auf Plateaus mit Krusten im Untergrund (z. B. Khorat, Thailand, A 4.3/4). Umgekehrt trägt „pluviales“ Wasser zusätzlich zu allen anderen Bewässerungsarten bei.

Die flächenmäßig und wirtschaftlich wichtigen Areale des Regenstau-Reises lassen sich zahlenmäßig schwer übersehen, da wegen jener ungünstigen Sammelgruppe „rainfed lowland rice“ des IRRI kaum Detail-Zahlen vorliegen, schätzungsweise nimmt der Regenstaureis in Hinterindien ca. 1/4, in Inselindien 1/5 der Reisflächen ein.

Normalerweise reicht „simple dyking of the fields into a basin where dependable rains can be hold for the period of



Photo 7: Reisbau auf Regenstau, Zentral-Lombok (C 1.10; 3.4). Das südliche Drittel Lomboks kann als durchlässiges Tuff-Plateau nicht von den Gewässern der Vulkane erreicht werden, daher nur Regenstaureis (1×R). Vorn Sassak-Bauer mit Bündeln mit dem Handmesser geschnittener (vorjähriger) Reisrispen. Zwischenpflanzen von *Leucena glauca* (Leguminose). Photo: H. UHLIG, Januar 1975

Rice on impounded rainfall, southern plateau of Lombok, one rice-crop annually

¹²⁾ Dem Modell „The rice-field ecosystem“ für Malaya von R. D. HILL (1982, 108) verdankt dieser Versuch wichtige Anregungen und Fakten. Die weitgehend geschätzten Zahlen werden hier sparsamer verwendet. Um der natürlichen Differenzierung zu entsprechen, wird hier nicht von dem Reisfeldökosystem, sondern von mehreren Ökotonen ausgegangen, an denen ein Betrieb Anteile haben kann.

¹³⁾ Die von ATANASIU und SAMY (1983, 14) vorgeschlagene Unterscheidung in „cultivation systems with submerged fields“ und „cultivation systems with non-submerged fields“ entspricht hier der in „Naß“- und „Trockenland“-Reis.

growth“ für in 90–120 Tagen reife Varietäten (HANKS 1972, 36). Selbst beim guten Durcharbeiten („puddling“) der weichen, wassergesättigten Reisoberböden bleibt aber der Nachteil *geringer Nährstoff- und Sedimentzufuhr*, da das Regenwasser kaum biologische und nur wenige mineralische Nähr- bzw. Schwebstoffe bringt. Mineraldüngung ist für die meist armen Regenstau-Reisbauern kaum erschwinglich.

Bei der unregelmäßigen und örtlich kurzzeitigen Wasser-sättigung der Böden tragen die Reisfelder auf Regenstau trotz relativ geringer Erträge und schnell reifender Sorten – zur besseren Nutzung der nassen Perioden meist verpflanzt (t) – nur selten (niederschlagsreiche Gebiete, gut wasserhaltige Böden oder phreatisch verstärkte Wasserzufuhr) noch eine „trockene“ Rotationsfrucht (M). Zwei Reisernten gibt es (ohne künstliche Wasserzufuhr) nur dort, wo Gebiete von zwei Regenzeiten berührt werden (z. B. in Java oder Halbinsel-Thailand) oder auf guten Böden im immerfeuchten Klima (z. B. sandig-lehmige Pleistozän-Terrassen in Hulusungei – S-Kalimantan – B 7.6 oder der „Piedmontzone“ Sumatras).

Die ursprünglichsten Ökotope sind *natürliche Senken*, flache Dellen oder Talschlüsse, die durch Erddämmchen abgeschlossen wurden (A 3.4, 4.1). Von dieser Urform (heute noch bei Pionierrodungen) war es nur ein kleiner Schritt zur Anlage völlig eingebneter und eingedämmter Feldchen oder flacher Terrassen (A 3.1/3, 4.2, 6.7; C 6.2).

Auch auf guten, vulkanischen Böden bleibt nur Regenstau, wenn direkte Wasserzufuhr fehlt (in Java und Bali, oder besonders ausgedehnt auf der südl. Hälfte Lomboks – UHLIG 1981; vgl. Photo 7); dies ist insbesondere der Fall auf Tuff-Plateaus, isolierten (Terrassen- und Hang-)Spornen (C 1.10, 2.6, 3.4, 5.10) oder auf flachlagernden Kalk- und



Photo 8: Termitenbauten im Regenstau-Reisfeld (abgedämmte Geländemulde) bei Angkor, Kambodscha (A 6.7). Sie werden im Feld belassen und gelegentlich Teile eingepflügt – Nutzung der von den Termiten heraufgebrachten Bodennährstoffe! Die z. Z. trockenliegenden Felder zeigen die Unsicherheit des Regenstau-reises. Photo: H. UHLIG, August 1967

Rice on impounded rainfall; termite-mounds in the rice-fields; occasionally, parts ploughed-off to replace soil-nutrients! Temporarily dry fields – uncertain water-supply



Photo 9: Regenstaureis unter Wald, Khorat-Plateau, Thailand (A 4.3). In Hinterindien ist Reisbau unter Resten des monsunalen Falllaubwaldes („Reisbau-Bocage“) häufig. Photo: H. UHLIG, Oktober 1971

Rice on impounded rainfall, covered by remnants of the monsoon-tropical forest, widespread e.g. on the Khorat Plateau and in Cambodia.

Mergeltafeln (7.14, 8.7). Noch 1948 hatte der Regenstaureis (C 1.10) den Hauptanteil am philippinischen Anbau (KOLB 1942, PELZER 1945); seitdem wurden die Bewässerungsflächen (C 10.2) aber mehr als verdreifacht (1977: 1,5 Mio – PALACPAC 1980). *Termitenbauten* durchsetzen viele Regenstaufelder, besonders in Hinterindien¹⁴⁾ (A 1.11, 3.4, 4.1, 6.6). Sie werden nicht entfernt, sondern zur Nährstoffergänzung in kleinen Stücken eingepflügt (Photo 8).

Parkartiger *Baumbestand in den Reisfeldern* (Photo 9) („ricières bocagères“ – BOULBET 1982) bestimmt z. B. das Khorat Plateau (A. 4.3) und große Teile Kambodschas (A 6.6/7). In jüngeren Reisfeldrodungen (Brandstubbent!, „Pionierstadium“) werden oft etwa 30–40 Waldbäume pro ha absichtlich erhalten, die durch Assimilation von Feuchte und Nährstoffen im Wurzelbereich und ihre „Weitergabe“ an das Feld über die organische Düngung des Laubfalls von Nutzen sind (A 4.3).

Die Bedeutung der erwähnten „*surjan*“ (Hochbeete zwischen ebensabreiten Gräben) wird nun – klimaökologisch – umgekehrt: im immerfeuchten Tiefland Sumatras (SCHOLZ 1983) sollen sie trockenen Grund für „palawija“ zwischen dem Naßreis bieten, im Regenstau-Bereich (Java, Lombok – C 3.16) (RÖLL 1974) ist gerade der Wasserstau in den Gräben für den Reis vorrangig (mit zusätzlicher Handbewässerung der „palawija“ aus den Gräben). Die Tab. 1 faßt die Typen des Reisbaus mit Bewässerung („Naßreis“) nochmals zusammen.

¹⁴⁾ WILHELMYS (1975, 26) Deutung als Anzeiger ehemaliger Überschwemmungssavannen ist wohl aus anderen Erdteilen abgeleitet; auch im monsunalen Falllaubwald Hinterindiens sind Termitenbauten zahlreich und viele Reisfelder sind erst relativ frisch aus diesem gerodet worden.

Ökotope und Systeme des Trockenlandreisbaues

Die Ökotope und Systeme des Trockenlandreisbaues werden nur von Niederschlag, Luft- und Bodenfeuchte gespeist. Lange wurde übersehen, daß der „Bergreis“ („dry upland-rice“) aus *verschiedenen Anbau- und Ökosystemen* besteht: *Brandrodungs-Wanderfeldbau* (im Flächenwechsel) und *Daueracker-Rotationen* (im Fruchtwechsel)!

Sie erforderten die Bildung von „Genotypen“ mit kurzer Reifezeit, geringem Halmtrieb, tiefen und dicken Wurzeln und andere histologische Mechanismen zur *Trockenheitsresistenz* (CHANG 1976a, 1976b). Fortgeschrittene Eigenschaften einer intensiven natürlichen und anthropogenen Selektion sprechen für eine spätere Entwicklung als die des Naßreises auf periodisch überschwemmten Standorten (O'TOOLE a. CHANG 1979, 378; HILL 1977). Das ist auch geoökologisch plausibel: die „*semi-aquatische*“ Physiologie des Reises (CHANG a. VERGARA 1975) wie seine Anpassungsfähigkeit an nasse und (zeitweilig) trockene Standorte sprechen für den *Ursprung in den saisonalen Überschwemmungsgebieten* der Monsun-Tropen. Die Altsiedel-Standorte der Flußdämme (UHLIG 1979 c) begünstigten die Verzweigung der gleichen *oryza sativa* Varietäten als ökogeographische Anpassungsformen allmählich in immer tieferes Wasser oder umgekehrt als „Bergreis“ auf „trockene“ nährstoffreiche Böden in niederschlagsgünstigen, höheren Lagen. Ein Nachteil des Anbaues im trockenen Feld ist die besonders starke Unkrautkonkurrenz (DE DATTA 1981).

Der Reisbau im Brandrodungs-Wanderfeldbau (padi ladang, shifting cultivation) bildet mit seinen Flächenwechseln ganze „*Ökosystem-Zyklen*“: Primär- oder Sekundärwald – Schwenden – 1–2 Jahre „Bergreis“ und Begleitfrüchte – dann Anbau auf neuen Standorten – nach 7–15 Jahren (mehrfach) erneute Nutzung bis zur Degradation zu Busch oder Imperata-Savanne (z. B. A 3.10; B 1.8). Auf Java und Bali ganz, in Sumatra weitgehend durch Daueranbau ersetzt, hat er auf Borneo u. a. Inseln sowie in Hinterindien – besonders bei den Bergstämmen – noch erhebliche Bedeutung (z. B.: A 2.9; B 2.1, 7.1).

Für den Anbau auf dem geschwendeten Waldboden ist der *Pflanzstock* (Photo 10) das ökologisch adäquate Werkzeug. Nach guten Erträgen im ersten Jahr fallen diese durch Nährstoffauswaschung, Unkraut- und Stockausschlagkonkurrenz so rasch ab, daß sie zum Flächenwechsel zwingen (im Detail und mit Diskussion der Literatur vgl. UHLIG 1969, 1970, 1979 a). Der Pflanzstock findet z. T. auch beim Unter- und Zwischenpflanzen von Reis unter Baum- oder in gemischten Kulturen (z. B. mit Kaffee, Mais, Cassava) Anwendung (Photo 11) (z. B. B 1.2, 2.1, 4.4). Er dient auch einem „incipient“ (CONKLIN) oder „initialen“ *Brandrodungs-bau* zum Erschließen künftigen Daueranbaus, für erste Nahrungspflanzen (z. B. unter Kautschuk) oder verschiedenen ein- oder mehrjährigen Nutzpflanzen (z. B. B 1.7, 2.1; A 3.6; C 6.3). *Kombinierte Systeme*, wie Naßreis in der Talsohle und „Bergreis“ auf den Hängen, haben sich z. B. im nördl. Malaya (B 8.1), bei sesshaft werdenden Bergstämmen (z. B. den Karen) (A 2.10) oder Dusun- (Kedazan)-Gruppen in Sabah (B 7.3) und der „Thai-Ausbauiedlung“ (A 2.7) etabliert.



Photo 10: „Bergreis“-Saat mit dem Pflanzstock; Brandrodungs-Wanderfeldbau der Akha, N-Thailand (A 2.9). Geschwendeter Waldboden und Saat in die Pflanzstock-Löcher unterscheidet den „Bergreis“ vom Naß- wie vom Trockenlandreis; Erhaltung von Struktur, Feuchte und Nährstoffen des Waldbodens (zusätzlich Aschendingung); Wenden der Scholle (Pflug oder Hacke) würden diesen auszehren. Photo: F. SCHOLZ, 1967

Seed of dry upland-rice by dibble; „integral“ shifting cultivation of hill-tribes. Conservation of soil-moisture and -nutrients by the use of the dibble instead of hoe or plough

*Der Trockenlandreis*¹⁵⁾ bildet im *Pflugbau*, in *geregelten Rotationen* mit anderen, unbewässerten Fruchtarten, ein neues Ökosystem. Er steht auf aerobischen, unbewässerten Dauerackerböden mit pluvialer (und z. T. phreatischer) Wasserversorgung. Gleichmäßige Niederschlagsverteilung während der Wachstumszeit – ca. vier Monate mit mindestens 200 mm/Monat – ist erforderlich; *Fruchtwechsel* (bes. mit Leguminosen), Dünger und Brachen ergänzen den Nährstoffhaushalt. Dennoch stehen nur ca. 1,2 t/ha Flächenertrag den ca. 2,9 t/ha im Naßreisbau Indonesiens (PALACPAC 1980) gegenüber. Während in SO-Asien der Pflanzstock-Wanderfeldbau früher allein vorherrschte, steht

¹⁵⁾ Bei dem Feuchtigkeitsbedarf des Reises sind die kürzeren Begriffe „Trockenreis“- bzw. „Trockenfeldbau“ ungenau, neuerlich setzen sich deshalb „Trockenlandreis“ bzw. „dryland-rice“ durch.



Photo 11: Trockenlandreis unter Baum- und Strauchkulturen, Toba-Hochland, Sumatra (B 1.4). „Bergreis“, auf offenen Terrassen unter Kaffee, Bananen und Gewürzbäumen (in tieferen Lagen Kautschuk) u. a. Feldpflanzen (Mitte: Cassava). Pflanzstockbau in Dauerfeld-Rotationen; Ablösung des Wanderfeldbaues auf nährstoffgünstigen, vulkanischen Böden. Photo: H. UHLIG, Oktober 1967

Dry upland-rice on open terraces, intercropped with cassava, bananas, coffee, spices; in lower elevation rubber. Use of dibble, but replacement of former shifting- by permanent cultivation

Trockenlandreis im Dauerackerbau schon traditionell auf den unbewässerten Terrassen des mittleren und östlichen Himalaya, besonders in monsunal niederschlagsreichen Höhen zwischen 1700 und 2100 m. Mais verdrängt dort heute oft den Reis aus den Zelgen-Folgen: Reis (1. Monsun-Sommer) – Winter-Weizen; Hirse (*Eleusine coracana* – 2. Monsun) – Brache (NITZ; HAFFNER; UHLIG 1973). Heute ist er – als ökogeographische Anpassungsform, nicht eigene Varietät! – auch in *Java und Sumatra* als „padi gogo“¹⁶⁾ bedeutend, in Hinterindien noch auf Neueinführungen (Entwicklungsprojekte – z. B. Rotation mit Baumwolle, Soja) beschränkt (A 3.8). Die anfangs zwangsweise Bestellung („Culturstiesel“ um 1830; GRETZER 1939) von 1/5 der Betriebsfläche mit Handelsfrüchten, dann die frühe, auch bäuer-

¹⁶⁾ Von alt-javan. „gaga“ – Dauerackerland, nicht so wertvoll wie das gemischte „tegalan“, aber besser als „ladang“ (VAN SETTEN VAN DER MEER 1979, 33).

liche Marktwirtschaft führten in *Java* zum Verbot des „ladang“ und der Erschließung aller unbewässerten Flächen für gemischten Dauerfeldbau („tegalan“ – einschl. Trockenlandreis) sowie Baum- und Strauchkulturen („kebun“). Auf *Java* sind es – neben nicht bewässerten Vulkanhängen (C 2.3) – vor allem die durchlässigen und nährstoffarmen Böden des „Südergebirges“, wo bei noch relativ brauchbaren Boden- und Wasserverhältnissen Trockenlandreis in den Fruchtfolgen steht (C 6.3); er fehlt auf extrem durchlässigen, nur regenzeitlich mit anspruchslosen Früchten (z. B. Cassava) bestellbaren Hängen (C 6.6).

Auch oberhalb der höchsten bewässerbaren Reisterrassen zwingt die Landnot noch zu prekären Versuchen, auf winzigen, eingedämmten Feldern noch etwas Reis anzubauen (C 1.13); theoretisch handelt es sich dabei um „Regenstau-reis“, die Durchlässigkeit frischer Aschenböden (Andosole) erlaubt aber nur kurzen Wasserstau nach Starkregen. Deshalb müssen Reissorten gepflanzt werden, die wechselnd naß oder trocken wachsen können („padi gogo rancah“); oder Trockenlandreis, mit Mais u. a. zwischengepflanzt.

In den *Tabakplantagen NO-Sumtras* war auf fluviovolkanischen Böden das „jaluran“-System entstanden, das auf den Brachen des nur alle sieben Jahre gebauten Tabaks der einheimischen Bevölkerung das Recht zur zeitweiligen Trockenlandreis-Bestellung gab (B 4.8) (anders als der Turnus mit Naßreis in *Java* – C 3.11); konfliktreich war die (Reisbau-)„squatter“-Okkupation nach 1945 (PELZER 1982, 50 u. 166). In *Lampung* und *S-Sumatra* bot Trockenlandreis, gemischt mit Mais und gefolgt von Cassava, bei Versagen projektierte Bewässerung für die „Transmigration“ eine Alternative (SCHOLZ 1983, 30). U. SCHOLZ ermittelte für *Sumatra* insgesamt rd. 486 000 ha Trockenlandreis (etwa 1/3 der Naßreisfläche, aber nur 1/10 der Erträge!), die noch zu



Photo 12: Trockenlandreis im Dauer-Ackerbau, Philippinen (C 10.5). Pflugbau, hier Aufritzen des Bodens zwischen der aufgelaufenen Saat (bessere pluviale Wasseraufnahme) und Jäten; Dauerackerbau (in Rotation oder zwischengepflanzt) unterscheidet Anbau- und Ökosystem vom Pflanzstock-Wanderfeldbau. Photo: IRRI, 1975

Dryland-rice in permanent arable rotation. Ploughing, harrowing to facilitate the uptake of pluvial water and weeding after the growth of the seed. Permanent rotations (or intercropping) distinguish it from shifting cultivation by dibble

14% als Wanderfeldbau („ladang“), zu 35% mit dem Pflanzstock unter Baumkulturen und zu 51% in den Rotationen permanenter Äcker angebaut werden, meist gemischt (intercropping) oder als Alleinfucht in der Regen-, mit Mais oder Gemüse in der Trockenzeit (z. B. Karo-Batak – B 1.11).

Fein *geökologisch differenziert* ist der Reisbau in den *Karstgebieten*. Der Halbkugelkarst von Gunung Sewu (südl. Zentral-Java – C 7.1–7.8), fast ohne Oberflächenwasser, trägt auf nährstoffreichen Kalk- (Terra rossa) und Tuffböden mit Trockenreis und untergepflanzter Zweitfrucht (Erdnuß, Soja u. a.) zwei Ernten in der Regen- und völlige Brache in der Trockenzeit. Im morphologisch ähnlichen Karst von Bone (S-Sulawesi – C 7.11/13) oder der Insel Bohol (Philippinen) erlauben dagegen wassertragende Mergelschichten guten Naßreisbau auf den Polje-Böden (C 7.11–7.13). Der „Turmkarst“ (z. B. Maros – S-Sulawesi – C 8.2/3) speist mit permanenten Karstquellen 2× Naßreis in kleinen Poljen und direkt am Fuß der Kalktürme; „Vaucluse“-Quellen unterirdischer Flüsse versorgen technische Bewässerungssysteme (C 8.7), große Areale der „Karstrandflächen“ (C 8.4) bleiben dagegen auf Regenstau-Reis (1×R) beschränkt (vgl. UHLIG 1980b).

Rasch breitet sich der Trockenlandreis auf den *Philippinen* aus – oft unter Kokospflanzungen, Kaffee oder gemischten Kulturen (C 10.6/7). Unter Mithilfe des IRRI wird auch auf niederschlags- und bodengünstigen offenen Ackerflächen (Photo 12), besonders auf der Insel Panay (C 10.5), der Trockenlandreis fortentwickelt.

Insgesamt wurde der *Reis* wohl mehr als jede andere Kulturpflanze dem *Adaptionsdruck und menschlicher Selektion* ausgesetzt, so daß das *breite geökologische Kontinuum* entstand (O'TOOLE a. CHANG 1979), das hier beschrieben wurde.

Literatur

- Atlas van Tropisch Nederland* (ed. Kon. Ned. Aardrijkskund. Genootsch.). Batavia – Amsterdam 1938.
- ATANASIU, N. a. SAMY, J.: Rice, Effective Use of Fertilizers. Centre d'Étude de l'Azote, Zürich 1983.
- BOBEK, H.: Die Hauptstufen der Gesellschafts- und Wirtschaftsentfaltung in geographischer Sicht. In: Die Erde 1957, 259–298.
- BOHLE, H.-G.: Das Cauvery Delta. Entwicklung und Struktur einer südindischen Reisbauregion. In: Forschungsbeiträge z. Landeskunde Süd- und SO Asiens (Festschrift H. Uhlig I). Geogr. Zeitschr., Beiheft 58. Wiesbaden 1982.
- BOULBET, J.: Evolution des Paysages Végétaux en Thaïlande du Nord-Est. Publ. de l'École Française d'Extrême-Orient, CXXXVI. Paris 1982.
- BURGER, G.: Agrare Intensivierungsprogramme in Mittel-Java und Probleme ihrer Realisierung. In: Geogr. Rundschau 1975.
- CHANG, T. T.: The Rice Cultures. In: Phil. Trans. Royal Soc., B. 275. London 1976a, 143–157.
- : The Origin, Evolution Cultivation, Dissemination, and Diversification of Asian and African Rices. In: Euphytica 25, 1976b, 425–441.
- CHANG, T. T. a. VERGARA, B. S.: Varietal diversity and morpho-agronomic characteristics of upland rice. In: IRRI, Annual Report for 1974. Los Baños 1975.
- CHORLEY, R.: Geography as human ecology. In: ders.: Directions in Geography. London 1973, 155–170.
- CONKLIN, H. C.: Ethnographic Atlas of Ifugao. New Haven – London 1980.
- DE DATTA, S. K.: Principles and Practices of Rice Production. New York 1981.
- GRETZER, W. K. G.: Grundlagen und Entwicklungsformen der landwirtschaftlichen Erzeugung in Niederländ.-Indien. In: Ber. über Landwirtsch., Sonderheft. Berlin 1939.
- HAFFNER, W.: Brachsysteme und zelgengebundener Anbau in Zentral- und Ostnepal. In: RATHJENS, TROLL, UHLIG (Hrsg.): Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge Süd-Asiens. Erdkundliche Forschung V. Wiesbaden 1973.
- HANKS, L. M.: Rice and Man. Chicago – New York 1972.
- HILL, R. D.: Rice in Malaya. A Study in Historical Geography. Kuala Lumpur, 1977.
- : Agriculture in the Malaysian Region (Geogr. of World Agric. 11) Budapest 1982.
- HILL, R. D. a. UHLIG, H.: Draft of a Terminological Framework for the Geographical Types of Rice-Cultivation. In: Modernization of the Pacific Region. Inter-Congress Meeting of the Standing Comm. on Geography, Pacific Science Organization (Kuala Lumpur 1969). Tokyo 1969.
- HIRTH, P.: Die künstliche Bewässerung. In: Beih. z. „Tropenpflanzer“ XXXI, 3. Berlin 1928.
- IRRI: Major Research in Upland Rice. Los Baños 1975.
- KOLB, A.: Die Philippinen. Leipzig 1942.
- LEKKERKERKER, C.: Land en volk van Java. Groningen – Batavia 1938.
- METZNER, J. K.: Agriculture and population pressure in Sikka. Isle of Flores. Developmt. Centre Studies No. 28. Canberra – Miami 1982.
- MOORMANN, F. a. VAN BREEMEN, N.: Rice: Soil, Water, Land. IRRI. Los Baños 1978.
- NITZ, H. J.: Einführung in die Probleme der Zelgensysteme u. d. Beisp. d. Zweizelgen-Systems im Kumaon Himalaya (Indien). In: RATHJENS, TROLL, UHLIG (Hrsg.): Vergl. Kulturgeographie der Hochgebirge Südasiens. Erdkundliche Forschung V. Wiesbaden 1973.
- : Bewässerungssysteme im semiariden Südostindien – das Beispiel des Tambraparni-Gebietes. In: Forschungsbeiträge z. Landeskunde Süd- und SO Asiens (Festschrift H. Uhlig I). Geogr. Zeitschr., Beiheft 58. Wiesbaden 1982.
- O'TOOLE, J. C. a. CHANG, T. T.: Drought and Rice Improvement in Perspective. IRRI, Res. Paper Series 14. Manila 1978.
- : Drought Resistance in Cereals – Rice: A Case Study. In: Stress Physiology in Crop Plants (H. Mussell a. R. Staples, eds.). New York 1979.
- PALACPAC, A. C.: World Rice Statistics. IRRI. Los Baños 1980.
- PELZER, K. J.: Pioneer Settlement in the Asiatic Tropics. Am. Ass. of Geogr., Spec. Publ. 29. New York 1945.
- : Planters against Peasants. Verhandl. Kon. Inst. voor Taal-, Land- en Volkenkunde 97. s'Gravenhage 1982.
- PLANCK, U. u. SUTAWAN, N.: Die Sozialorganisation balinesischer Reisdörfer unter besonderer Berücksichtigung des Subak-Systems. In: Erdkunde 37, 4, 1983.
- RÖLL, W.: Wenig bekannte Formen agrarer Bodennutzung auf Java. Der Surdjan- und Gundukan-Bau. In: Geogr. Rundschau 1974.
- : Die agrare Grundbesitzverfassung im Raum Surakarta. Unters. z. Agrar- u. Sozialstruktur Zentral-Javas. Inst. f. Asienkunde Hamburg. Wiesbaden 1976.
- SCHOLZ, U.: Minangkabau. Die Agrarstruktur in W-Sumatra und Möglichkeiten ihrer Entwicklung. Gießener Geogr. Schr. 41, 1977.

- : The Natural Regions of Sumatra and their Agricultural Production Pattern – A Regional Analysis. Sukarami Res. Inst. for Food Crops (Safri). Padang 1983.
- SURARERKS, VANPEN: Conflicts in large vs. small scale irrigation. In: Forschungsbeiträge z. Landeskunde Süd- und SO Asiens (Festschrift H. Uhlig I). Geogr. Zeitschr., Beiheft 58. Wiesbaden 1982.
- UHLIG, H.: Hill Tribes and Rice Farmers in the Himalayas and SE Asia. Problems of the Social and Ecological Differentiation of Agric. Landscape Types. In: Inst. of Brit. Geogr., Trans. and Papers 47, 1969, 1–23.
- : Die Ablösung des Brandrodungs-Wanderfeldbaues – Wirtschafts- u. sozialgeogr. Wandlungen der asiatischen Tropen am Beispiel von Sabah und Sarawak. In: Deutsche Geogr. Forsch. i. d. Welt von heute (Festschrift E. Gentz). Kiel 1970.
- : Zelgenwirtschaft und mehrgliedrige Siedlungs- und Anbausysteme (Kulu/Mandi[Himachal Pradesh] und Langtang[Nepal]). In: RATHJENS, TROLL, UHLIG (Hrsg.): Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge Südasiens. Erdkundliche Forschung V. Wiesbaden 1973.
- : Geocological Controls on High-Altitude Rice Cultivation in the Himalayas and Mountain Regions of Southeast Asia. In: Proc. of the IGU Commission on High Altitude Geocology, 1976. In: Journal of Arctic and Alpine Research 10, 1978.
- : Völkerschichtung und Völkerbewegungen in den Gebirgen Thailands im Umbruch der modernen Entwicklung. In: Innsbrucker Geogr. Stud. 5 (Festschrift A. Leidlmair) 1979 a.
- : Innovationen im Reisbau als Träger der ländlichen Entwicklung in Südostasien. In: RÖLL, SCHOLZ, UHLIG (Hrsg.): Der Wandel bäuerlicher Lebensformen in Südostasien. Symposium Gießen 1979. Gießener Geogr. Schriften 48, 1980a.
- : Man and Tropical Karst. In: GeoJournal 4,1, 1980b.
- : Traditionelle Reisbausiedlungen in Südostasien. In: Recherches de Géographie rurale, 2 Vol., présenté à Frans Dussart. Liège 1980c.
- : Der Reisbau mit natürlicher Wasserzufuhr in Süd- und Südostasien. Überlegungen zur Bedeutung, Gliederung, Verbreitung und Terminologie. In: Festschrift F. Monheim. Aachen 1981.
- VAN BREEMEN, N., OLDEMAN, L. R., PLANTINGA, W. J. a. WIELEMAKER, W. G.: The Ifugao rice terraces. In: N. VAN BREEMEN et al.: Aspects of Rice Growing in Asia and the Americas. Misc. Papers, Landbouwhogeschool 7. Wageningen 1970.
- VAN NAERSEN, F. H. a. DE JONGH, R. C.: The Economic and Administrative History of Early Indonesia. Handbuch der Orientalistik, 111 abt.: Indonesien, Malaysia und die Philippinen. Leiden – Köln 1977.
- VAN SETTEN VAN DER MEER, N. C.: Sawah cultivation in ancient Java. Aspects of development during the Indo-Javanese period, 5th to 15th century. Oriental Monograph Series no. 22. Faculty of Asian Studies. Canberra 1979.
- VAN STEIN CALLENFELS, P.: De inscriptie van Sukabumi. Mededeeling van het Koninklijk Nederlandsch Akademie van Wetenschappen, afdeling Letterkunde, 1934.
- VOSKUIL, R. a. VAN ZUIDAM, R.: Examples of geomorphological mapping in Central Java. ITC Journal (Verstappen Issue) 3, 1982.
- WEISCHET, W.: Die ökologische Benachteiligung der Tropen. Stuttgart 1977.
- WHEATLEY, P.: Agricultural Terracing. Pacific Viewpoint VI, 2, 1965, 123–144.
- WILHELMY, H.: Reisanbau und Nahrungsspielraum in Südostasien. Kiel 1975.

INTENSITÄTSSTUFEN DES BEWÄSSERUNGSFELDBAUS IM PESHAWAR-BECKEN, PAKISTAN Besonderheiten der Zuckerproduktion im konkurrierenden Anbaubereich von Zuckerrohr und Zuckerrübe

Mit 4 Tabellen

BERND ANDREAЕ*¹⁾

Summary: Intensity levels of irrigation agriculture in the Peshawar Basin, Pakistan

Predominantly part of the sub-tropical arid belt of the old world and a densely settled developing country, Pakistan has already put 71.5% of its cultivated area under irrigation. An extraordinarily productive irrigation agriculture has developed in the Peshawar Basin at the foot of the Khyber Pass (Hindu Kush) especially. The warm climate, together with the rivers which carry water all the year round, easily enable two crops a year to be grown unless perennial or permanent crops limit the crop sequence.

Particularly interesting developments have been observed in the technical advances in the cultivation of winter sugar-beet, which has now become one of the most productive and most lucrative branches of soil utilisation in the Peshawar Basin. Here it has entered an area formerly under cultivation with sugar-cane, albeit

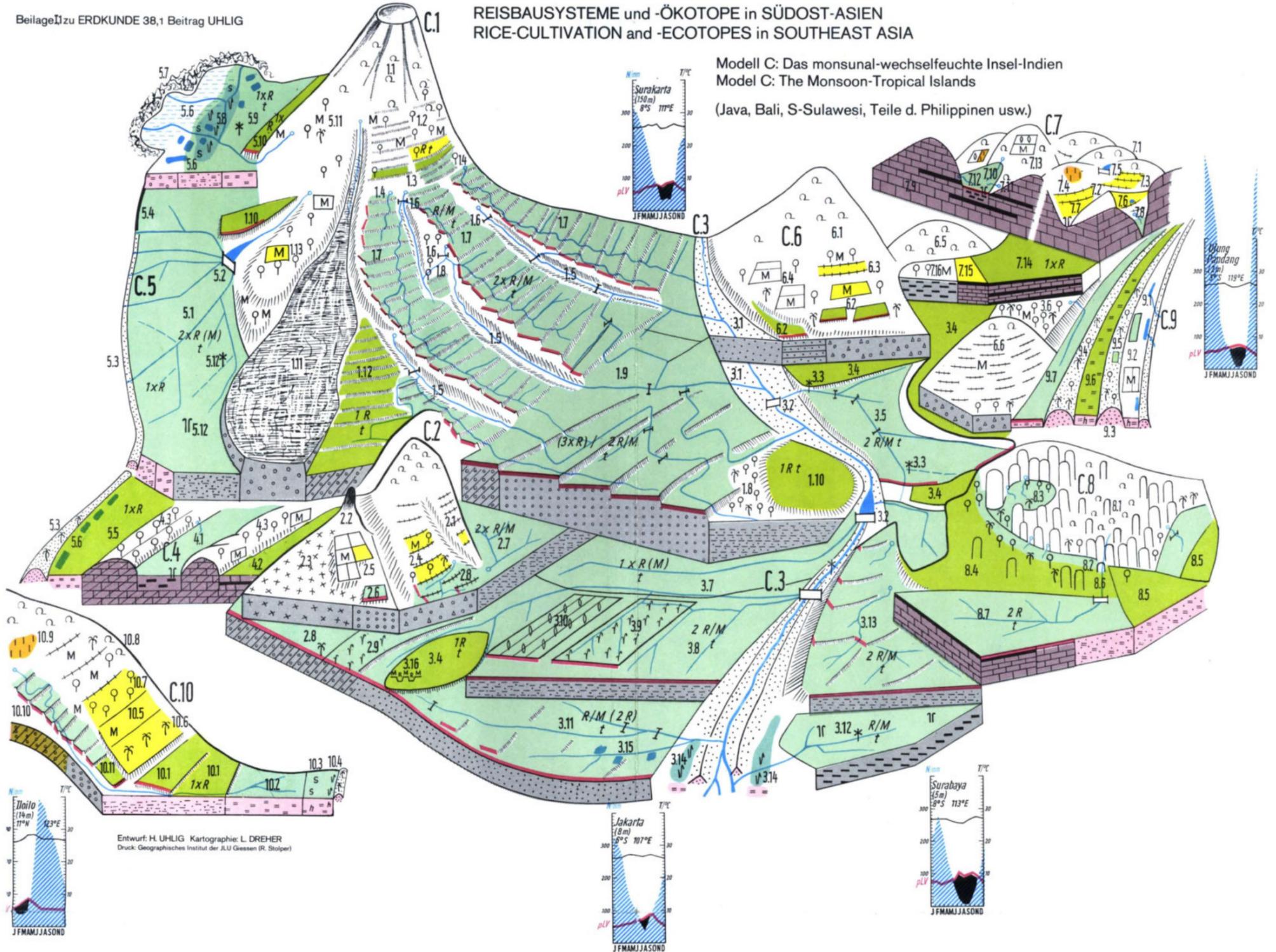
without ousting the cane. On the contrary, both the sugar-producing plants of the global economy hold their own and are in competition not only in the sense of political economy but also of business economics. This applies to the production of raw materials in industry. Crop sequences have been developed which include both these cultivars, and sugar factories which alternately process both these raw materials. Nowhere in the world has there been a comparable extent and comparable success carrying such conviction in the competition between sugar-cane and sugar-beet both at the level of production and in the partnership at the processing stage.

*¹⁾ Meiner ersten Mitarbeiterin, Frau SYBILLE VON HÜNERSTORFF geb. VON BÜLOW, danke ich für die Sammlung und Aufbereitung von Material.

REISBAUSYSTEME und ÖKOTOPE in SÜDOST-ASIEN
RICE-CULTIVATION and -ECOTYPES in SOUTHEAST ASIA

Modell C: Das monsunal-wechselfeuchte Insel-Indien
Model C: The Monsoon-Tropical Islands

(Java, Bali, S-Sulawesi, Teile d. Philippinen usw.)



Entwurf: H. UHLIG Kartographie: L. DREHER
Druck: Geographisches Institut der JLU Gießen (R. Stolper)

C. 1 Vulkane und ihre Hänge

- 1.1 (Aktive) Vulkane
- 1.2 Siedl. (1400-2150 m) m. Baum- und Gemüsekulturen, Kartoffeln, Kaffee, Tee
- 1.3 Höchste Reisfelder (1200-1480 m); Regenstau, z.T. Zwischenpflanzen m. Mais u.a.; 1xR, t
- 1.4 Haupt-„Quellhorizont“, Verflachg. d. Aschenkegels; Wehre f. Bewässg.
- 1.5 Schluchten d. radial abfließ. Bäche
- 1.6 Wehre, Verteiler, Kanalableitungen
- 1.7 Vulkanhang („Riedel“ zw. d. Schluchten) intensiv terrassierter, bewäss. Reisbau, 2xR (R/M), t
- 1.8 Beisp. f. „Kampongs“ (= Siedlung) m. Baumgärten
- 1.9 Hangfuß; flachere und breitere Terr., bei guter Bewäss. bis 3xR (2R/M), t
- 1.10 Nicht bewässerbare Terrassen, Tuffplateaus usw. (auch defekte Bewäss.Syst.), Regenstau, 1xR, t
- 1.11 Lahar (vulkan. Mure), Verschüttg. v. Reisfeldern, Siedlg. u. Bewäss. Anlagen
- 1.12 Durch Lahar zerstörte Bewässg., nur noch Regenstau (1xR)
- 1.13 Trockenfelder („tegalan“) u. Baumkult. („kebun“), z.T. Trockenlandreis in Ackerrotat. ohne Bewäss.

C. 2 Kegel und Hänge erloschener Vulkane und Satellitenkuppen

- 2.1 Trocken- und Baumfelder m. Steilhängen, z.T. Trockenlandreis untergepflanzt
- 2.2 Vulkan. Stoßkuppe, oben Fels; edapisch trocken
- 2.3 Lavafelder (Ödland)
- 2.4 Teilw. terras., Trockenfelder („tegalan“)
- 2.5 dto., auf Steilhängen, Erosionsgefahr!
- 2.6 Regenstau-Terrassen am Hangfuß; 1xR/t
- 2.7 Quellen u. Kanäle, „Sawahs“ am Hangfuß
- 2.8 dto., auf Talboden
- 2.9 Reis-Zuckerrohrrotat. (bäuerl. Felder)

C. 3 Intramontane Becken, Talsohlen, Aufschüttungsebenen

- 3.1 Flußbett, z.T. Schotter, z.T. period. Anbau
- 3.2 Wehre, Schleusen, Kanalableitungen
- 3.3 Wind- oder Schöpfgräber, Pumpwerke
- 3.4 Nicht bewässerbare (Terrassen-)flächen, „Regen-sawah“
- 3.5 Sawah mit techn. Bewässg., z.T. Schöpfwerke, z.T. defekte Bewässg.
- 3.6 unbewässerbare Hänge u. Flächen, Trockenfeld, z.T. ehem. Plantagen (Kaffee, Kautschuk)
- 3.7 Sawah m. schwacher Bewässg., (1xR), 1xR/M, t
- 3.8 gut bewäss., intensive sawah (2xR; 2xR/M u.ä.), t
- 3.9 dto., Langzeitrotation Reis/Zuckerrohr (letztere in Pacht durch staatl. Großbetriebe)
- 3.10 Langzeitrotation Reis/Tabak
- 3.11 Bäuerl. Bewässg., Täler u. Terrass. Hänge (R/M), t
- 3.12 (Küsten-)Ebenen m. schweren Grumosolen, Wasser 1-2 m unter Flur (Schöpfwerke, z.T. von Hand), R/M, t
- 3.13 Sanft fallender Hang v. Vulkan ins Talbecken, hohe Besiedlg. u. Bewässg.intensität, 2xR (R/M) (2xR), t
- 3.14 Nat. Flußdämme mit Siedlg. u. Gärten, Rückstausenken, Überschwemmungsreis (1xR)
- 3.15 Fischteiche
- 3.16 „Surjan“-Hochbeete

C. 4 Kalk (-Mergel-) Zone (z. B. nördl. Java)

- 4.1 Kastental m. Bewäss. (Quellen); sawah; 2xR (R/M), t
- 4.2 dto., ohne Wasserzufuhr; Regenstau (1xR), t
- 4.3 Höhenrücken, Riedel, steile Hänge, edapisch trocken: Kokos- u. Baumkulturen, Teakholz

C. 5 Küstenebene (z. B. Nordküste Java)

- 5.1 (Techn.) bewäss. sawah; Kanäle, z.T. Pump- u. Schöpfwerke
- 5.2 Staudamm (Bewässg. u. hydroelektr. Kraftgewinnung) (meist schwacher) Strandwall; örtl. flache Dünen
- 5.4 Örtl. Deiche
- 5.5 Nicht bewäss. Küstenhof, keine Quellen u. Zuflüsse. „Regen-sawah“ 1xR, t
- 5.6 Brackwasser-Fischteiche u. Salzgärten (früher Mangrove)
- 5.7 Delta m. restl. Sumpf
- 5.8 dto., Überschwemmungs-Reisbau
- 5.9 Schwach bewässerte Teile d. Küstenebenen, z.T. Schöpf- u. Hebewerke 1xR (2xR, R/M), t
- 5.10 Höhere Flächen; Regenstau, 1xR
- 5.11 Kautschuk u. Gewürzbäume, Trockenfeld usw. auf unbewäss. Hängen
- 5.12 Schöpf- u. Pumpwerke, Brunnen (Grundwasser, Flüsse, Kanäle)

C. 6 Nichtvulkan. Bergländer (Berge, Plateaus usw. aus Konglomeraten, Sandsteinen, Tuffen usw.) (z. B. „Südergebirge“ auf Java)

- 6.1 Schwach besiedelbare Waldgebirge
- 6.2 Regenstau, a. weniger durchl. Böden (1xR)
- 6.3 Trockenfeld („tegalan“) z.T. Reis (in Ackerrotation oder untergepflanzt)
- 6.4 dto., ohne Reis
- 6.5 Steiniges, wasserloses Hügelland, nur Buschwald
- 6.6 Steile Hänge, Podsole; dennoch dichte Trockenfeld-Terrassierung (Anbau nur Regenzeit)

C. 7 Tropischer Halbkugel-Karst

- 7.1 Karstkuppen; Buschwerk, extens. Weide
- 7.2 Karsthohlformen, z.T. flach terrassiert, ohne Wasserzufuhr, Trockenlandreis u. Unterpflanzen von Erdnuß, Mais, Cassava, Tabak u.ä. (Anbau nur i.d. Regenzeit) (z.B. Gunung Sewu, Java)
- 7.3 dto., steilere, schmale Steinterrassen, z.T. Anbau zwischen Karren
- 7.4 Reste von Landwechselwirtschaft (bzw. degradiert durch „ladang“)
- 7.5 künstl. Stauteich („telaga“) nur f. Trink- u. Brauchwasser, keine Bewässg.!
- 7.6 (Stau-)Teich in natürl. abgedichteter Karsthohlform (auf Verwitterungston), sonst wie 7.5
- 7.7 Brunnen; Schöpf- u. Windräder (örtl. Heben v. Karstwasser)
- 7.8 Bewäss. Talsohle in Küstennähe (Quelle bzw. Pumpwerk von submariner Karstquelle)

- 7.9 Kalke m. tonig-mergeligen Zwischenschichten - Wasserträger! (z.B. Bone - S.Sulawesi; Bohol - Philippinen)
- 7.10 Karsthohlformen zwischen den Kuppen, m. Siedlg. u. Feldern, Baumgärten
- 7.11 Schichtquellen oder Brunnen oder natürl. „Jama“-Schächte (Karst-) Grundwasser
- 7.12 bewässerbare Beckensohle, sawah (1xR/M, 2xR), t
- 7.13 Landwechselwirtschaft. (bes. Tabak)
- 7.14 Kalkmergel-Plateaus, wasserlos (Flüsse in Cañons); nur Regenstau (1xR)
- 7.15 dto., nur Trockenfeldbau (Rotationen z.T. m. Reis; meist Mais -z.B. Madura)
- 7.16 Ebenen m. Grumosolen, kaum Wasser, Trockenfelder u. Baumgruppen

C. 8 Tropischer Turmkarst (z. B. Maros/Sulawesi)

- 8.1 Karst-„Wildnis“
- 8.2 Karstquellen; Siedlg. i. Baumhainen, schmale NaBreiszone; 2xR (1xR/Tabak)
- 8.3 Karst-Polje; Karstquellen für Bewäss., 2xR
- 8.4 Karstrandebene; restl. Türme u. Karren; 1xR - Regenstau (m. zusätzl. Grabenbewässg.)
- 8.5 dto., Übergang in Küstenebene (marine Sedimente)
- 8.6 Austritt v. Karstfluß („Vaucluse-Quelle“) mit techn. Wehr
- 8.7 Bewässerungsprojekte (Kanäle), 2xR, t

C. 9 Strandwall-Lagunen Serie (z. B. Teile d. S-Küsten Javas)

- 9.1 (fossile) Strandw. u. verlandete Lagunen
- 9.2 „Vorland“ - rezenter Strandwall, Brackwasserrinnen, Sand- u. Dünen, erste Versuche für R u. M-Felder
- 9.3 Jüngerer, besied. Strandwall (Kokospalmen)
- 9.4 Ältere, dicht besied. Strandwalle (Kokos u. Baumgärten)
- 9.5 In Strandwall ca. 1 m tief eingegrabenes Reisfeld (Regenstau/Grundwasser)
- 9.6 Verlandete Lagune, Regenstau/Sumpfreis
- 9.7 Verl. Lagune (Hilfs-)Bewässg., Gräben v. randl. Quellen

C. 10 Weitere Anbautypen (Philippinen, N-Sulawesi usw.)

- 10.1 Reis auf Regenstau; 1xR, t/s
- 10.2 Ausbau v. Bewässg. Anlagen, 2xR, t
- 10.3 Sumpf-Reis in Senken hinter Küste (früher Mangrove)
- 10.4 dto., Tiefwasser-Reis in überschwemmten, ehem. Lagunen
- 10.5 Trockenland-Reis in Ackerrotat. (z.B. Insel Panay, Philippinen)
- 10.6 Trockenland-Reis unter Kokospalmen
- 10.7 dto., unter gem. Baum- und Strauchkulturen, Kaffee usw. oder Zwischenpfl. m. Mais, Cassava u.a.
- 10.8 Baumkulturen u. M. ohne Reis
- 10.9 Brandroths-Feldbau, z.T. m. „Bergreis“
- 10.10 Tradit. NaBreis-Terrassen-Kulturen, 1xR (R/M)
- 10.11 Reis-Terrassen, nur Regenstau, 1xR

Soils and Geology
Böden und Geologie

Alluvial Lowland
Alluviales Tiefland

-  Peat soils; waterlogged („muck soils“ 10 - 20 % Humus) („Histosole“); Lagunen-Torfböden
-  „Man-made“ paddy soils „künstl.“, tonige Reisoberböden („anthraquic“)
-  Heavy, black clay soils Schwere, schwarze Tonböden (Grumosole, Vertisole)

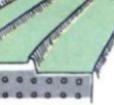
Volcanic soils
Vulkanische Böden

-  Ashes and Tuffs; Younger Brown Latosols (Oxic Distrantepts) and Latosols (permanently humid tropics); Regosols (base of slopes etc.); Andosols (in high elevations) Aschen und Tuffe; Regosole (Hangfußlagen); Andosole (in Hochlagen)
-  Fluvio-volcanic alluvium Fluvio-vulkanische Schwemmlandböden
-  Regosols; on airbone tuffs, rich in boulders; dissection by steep valleys Regosole; auf blockreichen, standfesten Tuffen; steilwandige Taleinschnitte
-  Lava-soils Lavaböden
-  Conglomerates, sandstones etc. on coarse and permeable older tuffs Konglomerate, Sandsteine usw. aus älteren, groben und durchlässigen Tuffen usw.
-  Coarse gravel from „lahars“ (volcanic and mud-flows) Grobschotter (Lahar, Muren)

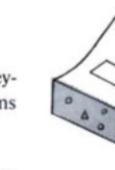
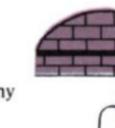
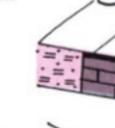
Calcareous (karstic)
Kalk (z. T. verkarstet)

-  Limestone Rendzinas; partly Mollisols, Mollic Gleysols or „Mediterranean soils“; marly loams (partly covered by tuffs) Kalkstein „Mediterrane“ (u. Terra-rossa-ähnliche) Böden oder mergelige Lehme (z.T. mit Tuffüberdeckung)
-  Marl- and clay strata (water-bearing and spring lines) (Grumosols, Gley, Mollic Gleys) Mergelig-tonige Schichten (Wasserträger bzw. Quellhorizonte)
-  Clay and marl soils (heavy during rainy season; hard-baked after dry season) Tonig-mergelige Böden (regenerzeitlich: schwer; trocken: hart verbacken)
-  Limestone and marl, marly clay soils Flachlagernde Kalke (und Mergel)
-  Tertiary limestones, marls, clays, sandstones, conglomerates and tuffs Wechsellagernde tertiäre Kalke, Mergel, Tone, Sandsteine, Konglomerate und Tuffe

Landforms and Etope- patten; Vegetation
Landformen u. Ökotopegefüge; Vegetation

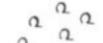
-  Brackishwater - fish ponds, salt gardens, mangrove, coastal swamps Brackwasser - Fischteiche, Salzgärten, Mangrove, Küstensämpfe
-  Beach ridges and former lagoons Strandwälle u. verland. Lagunen
-  Valley-floor, river with gravels, flood plain Talsohle - Fluß mit Schotterbett bzw. Überschwemmungsaue
-  Terrace, spur, without surface water Terrasse, Sporn, ohne Oberflächenwasser
-  Active volcano Aktiver Vulkan
-  Former volcano; sattelite cone Erlöschener Vulkan, Satellitenkuppe
-  ibid. with neck; slopes: lava dto. mit Stoßkuppe, Hänge: Lavafelder
-  Lahar (volcanic mud-flow) Lahar (vulkanische Schlamm- und Geröllmure)
-  Irrigated rice-fields on terraced volcanic fan Reisterrassen auf vulkanischem Aschen- und Schwemmkegel („Vulkanschlepp“)

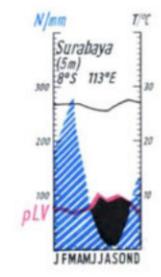
Non-volcanic forms
Nicht-vulkanische Formen

-  Mountains of conglomerates, sandstones, tuffs, coarse gravels Gebirge aus Konglomeraten, Sandsteinen, Tuffen, Grobschutt
-  **Karstic Relief**
Karstrelief Tropical „Cupola“-Karst, without spring levels Tropischer „Halbkugelkarst“ ohne Quellhorizonte
-  „Cupola“-Karst with water-bearing layers (marl) and spring levels „Halbkugel“-Karst mit mergeligen Quellhorizonten
-  Tropical „Tower“-Karst with poljes and Karst-springs Tropischer Turmkarst mit Poljen und Karstquellen
-  Limestone and marl-plateau Kalk- und Mergel-Plateau
-  Ridges, tables and flat valleys in interchanging strata Plateaus und „Kasten“-Talsohlen in wechsellagernden Schichten

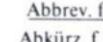
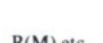
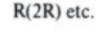
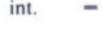
Rice Cultivation Systems and -Ecotopes in SE Asia
Reisbausysteme und -ökotope in SO Asien

-  Spring Quelle
-  Large karstic spring, used for technical irrigation Große Karstquelle und technische Bewässerung
-  **Land-Use (emphasizing rice-cultivation)**
Landnutzung (m. Hervorhebung d. Reisanbautypen)
-  Wet-rice (irrigated) NaBreis (künstl. bewässert)
-  ditto: irrig. by canals and ditches; dams and technical irrigation künstl. (techn.) Bewässg.; Kanäle, Gräben, Wehre
-  Traditional farmer's irrig. bäuerliche Kleinbewässerung
-  Irrigation by wells Brunnen(Pump-)Bewässerung
-  ditto: by wind- and waterwheels (lifting from rivers or canals) Wind- u. Schöpfpräder (Heben a. Flüssen u. Kanälen)
-  Rice on impounded rainfall Regenstaureis
-  ditto: terraced terrassiert
-  Irrig. rice-terraces Bewäss. Reisterrassen
-  Tobacco in long-rotation with rice Tabak in Langzeitrotation mit Reis
-  Ibid., Sugar cane dto. Zuckerrohr
-  Shallow natural inundation, partly improved (retention-bunds, melioration) Überschwemmungsreisbau (flach - z.T. m. Rückhaltedämmchen, Melioration)
-  ditto: medium deep flooded mitteltief überschwemmt
-  Mangrove Mangrove
-  Dryland-rice in permanent arable rotation (open fields) Trocken(Land-)Reis in (Dauer-)Ackerrotation (flaches, offenes Feld)
-  Dry-field cropping (no rice) Trockenfeldbau (ohne Reis)
-  ditto: Mutiple Cropping, incl. rice mit Reis
-  ditto: on dryfield-terraces auf Trockenfeldterrassen
- Coco-Palms Kokospalmen

-  Fruit-trees et al. connected to rice farmers Frucht-bäume u.a. der Reisbauern
-  Primary or secondary forest Primär- od. Sekundärwald
-  Imperata cylindrica etc. -Savanna (degrad. shift.-c.land) Imperata u.ä. (Sek.)Savanne
-  Dry upland-rice (by dibble in shifting cultivation) „Bergreis“ (Trockenlandreis m. Pflanzstock im Brandrod.-Wanderfeldbau)



-  T/°C Mean Monthly Temperatur in °C Monatsmittel der Temperatur
-  N/mm Mean Monthly Precipitation (mm) Mittl. Monats-Niederschläge
-  pLV/mm Potentielle Landschaftsverdunstung reduziert: 0,6 Model A reduziert: 0,8 Model B
-  pETP(E-pan) Potential Evapotranspiration, measured by E-pan gemessen durch Verdunstungspfanne red.: 0,6 (nur für Nakhon Rachasima vorh.) (for Nakhon Rachasima only)
-  Climatologically dry („arid“) months. Klimatisch trockene („aride“) Monate
-  Humid Months Humide Monate

-  Abbrev. for Rice-rotations etc.
Abkürz. f. Reis-Rotationen usw.
-  R, 1 x R = 1 rice crop annually/fallow 1 jährl. Reisernte/Brache
-  2R = double cropping of rice 2 jährl. Reisernten
-  3R = triple cropping; alternat. 5x rice in 2 years 3x Reis jährl.; alternat. 5x Reis in 2 Jahren
-  R/M = 1x Rice and 1 rotation-crop (M) 1x Reis u. 1 Rotationsfrucht (M)
-  2R/M = 2x Rice and 1 rotat.-crop (M) or vice versa 2x Reis u. 1 Rotationsfr. (M) od. umgekehrt
-  M = Multiple Cropping (System) Mehrfachrotation; andere Fruchtarten
-  R(M) etc. 1 x Rice; alternat.: 1 x R/M /: meaning rotation (:) meaning alternativ 1 x Reis, evtl. 1 x R/M / = Rotation mit () = alternativ, evtl.
-  R(2R) etc. 1x Rice or alternat. double cropping () meaning: alternatively 1x Reis od. evtl. 2x Reis () = alternativ, evtl.
-  Da = Dry (upland-)rice in permanent arable rotation Trocken(Land-)Reis in Daueracker-Rotation
-  Ds = Dry (upland-) rice in shifting cultivation (by dibble) „Bergreis“, Brandrod.-Wanderfeldbau (m. Pflanzstock)
-  int. = Intercropping Unterpflanzen
-  t = Transplanting Verpflanzen
-  s = Seeding (broadcast or drilling) Saatreis (Breitsaat od. maschinell)
-  t(s) = Transplanting, alternat. seeding or vice versa Verpflanzungen, alternat. Breitsaat oder umgekehrt
-  init. = initial

English Explanation of Ecotopes

Model C: The Monsoon-Tropical Islands

C.1 Volcanoes and Slopes

- 1.1 (active) Volcanoes
- 1.2 Settlements in 1480-2150 m, tree-, vegetable-potato-cultiv., coffee, tea
- 1.3 Uppermost rice-fields (1200-1480 m) impounded rainfall only, partly intercropping (maize etc.) 1 x R, t
- 1.4 „Spring-line“ (slopes more gently); weirs for irrigation
- 1.5 Ravines of the radial streams
- 1.6 Weirs, headworks, canals f. irrig.
- 1.7 Slopes of ash-cone; intensely terraced and irrig. (R/M) t
- 1.8 Example of „kampong“ in tree-gardens
- 1.9 Footzone, wider terraces, under good irrigation highest intensity 3xR (2xR/M), t (= village)
- 1.10 Un-irrigatable terraces, tuff-plateaus etc. (sometimes irrigation derelict), 1xR (imp. rainfall)
- 1.11 Lahar (volcanic mud-flow); destruction of rice-fields and settlements
- 1.12 Irrigation disturbed by lahar, rice on imp. rain only; 1xR
- 1.13 Drylands-fields („tegalan“) and tree-crops („kebun“) partly dryland rice in arable rotation („padi gogo“)

C.2 Cones and Slopes of Inactive Volcanoes and Satellite-cones

- 2.1 Dryland-fields (tegalan) and tree-crops (kebun) on steep slopes; sometimes dryland-rice („padi gogo“) intercropped
- 2.2 Volcanic neck; edaphically dry
- 2.3 Lava-fields, waste-land
- 2.4 Partly terraced dryland-fields
- 2.5 ibid., on steep slopes, danger of erosion
- 2.6 Terraced rice-fields on impounded rainfall („sawah langit“), 1xR, t
- 2.7 Springs and canals for sawah at foot of slopes
- 2.8 ibid., in valley-floor
- 2.9 Rice-Sugarcane-rotation by peasants

C.3 Intramontane Basins, Valleys, Alluvial plains

- 3.1 Riverbed: partly gravel, partly periodic. cultiv.
- 3.2 Weirs, canal-diversions
- 3.3 Wind- or water-wheels, pumps
- 3.4 Un-irrigatable spurs, terraces, plateaus etc. (Rice on impounded rainfall - „rain-sawah“)
- 3.5 Technically irrig. sawah; partly wheels, wells and pumps; 2xR (R/M) t; sometimes irrigation out of order (1xR; t)
- 3.6 Un-irrigatable slopes and plateaus: dryland-fields and tree-crops, partly former plantations (coffee; rubber)
- 3.7 Sawah with insufficient irrigation, 1xR (1xR/M); t
- 3.8 Fully irrig. sawah (year round), intensively cultiv.: 2xR (2xR/M, etc.); t
- 3.9 ibid., in Long-time rotation rice / sugarcane the latter periodically rented by large (state-owned) plantations
- 3.10 ibid., Long-time rotation rice / tobacco
- 3.11 Farmer's irrigation (valleys and terrace-slopes); R/M, t
- 3.12 (Coastal) plains with heavy Grumosols, water 1-2 m under ground; pumping, lifting etc., partly by hand. R/M, t
- 3.13 Gently sloping cone from volcano to basin, densely settled, highly intensive irrigated cultiv.
- 3.14 Levee (settlement, gardens, dryland-fields); back-swamps rice on nat. inundation (1xR)
- 3.15 fish ponds
- 3.16 „surjan“-beds

C.4 Limestone- (and Marl-) Zone (e.g. Northern Java)

- 4.1 Valley-floor, irrig. from springs, 2xR (R/M) t
- 4.2 ibid., without water-supply; rice on impounded rainfall, 1xR, t
- 4.3 Ridge, table, plateau, steep slopes (edaphically dry): Coco- and other tree cultiv., teak-afforestation

C.5 Coastal Plain (e.g. Northcoast of Java)

- 5.1 Technically irrig. sawah; canals, partly pumps or wheels for waterlifting
- 5.2 Dam and reservoir for irrigation and hydroelectr. power-generating
- 5.3 (Usually low) beach-ridge(s), locally small dunes
- 5.4 Locally dykes
- 5.5 Un-irrigatable parts of coastal plain; no springs or streams; „rain-sawah“ 1xR, t
- 5.6 Brackish-water fish ponds, saltgardens - former mangrove
- 5.7 Delta with relics of swamps
- 5.8 ibid., Rice on natural inundation
- 5.9 Weakly irrigated parts of coastal plain, partly lifting of water by wheels and pumps
- 5.10 Higher elevated terraces, slopes, plateaus: Rice on impound. rainfall
- 5.11 Tree-cultivation: Rubber, spices etc., dryland-fields
- 5.12 Water- and wind-wheels, pumps, wells for lifting from groundwater, river or canal

C.6 Non-Volcanic Mountains and Plateaus (Hills of Conglomerates, Sandstones, Older Tuffs, Ignimbrit etc.; e.g. Gunung Kidul, Java)

- 6.1 Thinly settled hills; (secondary) forest and bush
- 6.2 Rice on impounded rainfall (on less permeable soils)
- 6.3 Dryland-fields (tegalan); partly dryland-rice (in rotation or intercropped)
- 6.4 ibid., without rice
- 6.5 Rocky terrain, no surface-water, poor forest and shrubs
- 6.6 Steep, podsollic slopes, without water-supply; cultivation enforced by population-pressure (in rainy season only)

C.7 Tropical Half-cone Karst („Beehive-Karst“)

- 7.1 Karst-cones, shrub, ext. pasture
- 7.2 Karst-depressions (poljes; doline-like etc.) partly terraced. No surface-water, groundwater inaccessible. Dry-land rice („padi gogo“), intercropping of peanuts, maize, cassava etc., cultiv. in rainy season only (e.g. Gunung Sewu - Java)
- 7.3 ibid., steep, small terraces on slopes (stone-walls); partly cultiv. in-between „Karren“
- 7.4 Relics of land-rotation („ladang“), or degraded - alang-alang grass, shrub
- 7.5 Artificial reservoir („telaga“) - for drinking water etc. only, no irrig.!
- 7.6 Pond in karstic-depression, impermeable by clays, partly falling dry periodically (see 7.5)
- 7.7 Wells, water- and wind-wheels (locally lifting of karstic ground-water)
- 7.8 Irrigated valley-floor in coastal level (Spring or pumping from submarine karst-spring)
- 7.9 Limestone with strata of impermeable clays or marls - providing water! (e.g. Bone - S-Sulawesi; Bohol - Philippinen)
- 7.10 Karst-depressions in-between the cones; villages, fields, tree-gardens
- 7.11 Springs or wells (sometimes natural karst-shafts of „Jama“-type)

- 7.12 Irrigated floor of karstic depression; Wet-rice (sawah) 1xR/M (2xR)t
- 7.13 Land-rotation, mainly tobacco
- 7.14 Limestone and marl-plateaus, no surface-water (rivers in deeply incised cañons). Rice on impound. rainfall only (1xR)
- 7.15 ibid., dryfield-cultivation, mainly maize and cassava; dryland-rice partly intercropped
- 7.16 Plain on Grumosols, practically no water available; dry-land field and tree-crops

C.8 Tropical Tower Karst („Mogote“-Karst)

- 8.1 Karst-„Wilderness“
- 8.2 Karst-springs. Settlements, tree-groves, narrow seam of wet-rice, 2xR, t (1xR/M - tobacco)
- 8.3 Karst-„Polje“; strong Karst-springs, 2xR, t
- 8.4 Karst-Corrosion Plain; residual towers and karren, 1xR, t - rice on impounded rainfall, during rainy season only; sometimes small addit. irrig. ditches from karst-springs
- 8.5 ibid., merging into the coastal plain (marine sediments)
- 8.6 Spring of large (underground) karst-river („Vaucluse-spring“); weir for technical irrigation
- 8.7 Irrigation-project (based on 8.6), 2xR, t

C.9 Series of Beach-Ridges and former Lagoons (e.g. parts of Java's South Coast)

- 9.1 (fossil) Beach-ridges and former lagoons
- 9.2 „Foreland“, recent beach, brackish-water creeks, sand and dunes, first „pioneer“-fields for wet-rice or dryland-cropping
- 9.3 Younger settled beach-ridge (coco-palms)
- 9.4 Older settled beach-ridges (densely settled, coco-palms, tree-gardens)
- 9.5 Rice-field exceptionally dugged into the beach-ridge (ca. 1 m deep) for rice on impounded rainfall plus ground-water
- 9.6 Former lagoon, rice on impounded rainfall plus ground-water from swampy soil
- 9.7 Former lagoon, favoured by marginal springs, minor irrigation ditches and weirs (2xR) t

C.10 Additional Rice-Cultivation Types (mainly Philippines, N-Sulawesi etc.)

- 10.1 Rice on impounded rainfall, 1xR, t/s
- 10.2 Recent development of irrigation, 2xR, t
- 10.3 Swamp-rice in coastal depressions (former mangrove)
- 10.4 ibid., deep water-rice in naturally flooded, former lagoon (partly rising ground-water plus rainfall)
- 10.5 Dryland-rice in arable rotations (esp. island of Panay/Visayas)
- 10.6 Dryland-rice under coco-plantations
- 10.7 ibid., under bush- and tree-crops, coffee, etc. or intercropped with maize, cassava etc.
- 10.8 Tree-crops and M (dryland-crops) without rice
- 10.9 shifting cultivation (partly with dry upland-rice)
- 10.10 Traditional rice-cultures on terraces (e.g. Ifugao and other tribes, N. Luzon)
- 10.11 Rice-terraces, on impounded rainfall only (1xR)