

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 21 (1980)
Heft: 3

Artikel: Bodenerosion in Oekosystemen mit Brandrodungs-Hackbau in Nord-Thailand
Autor: Hurni, Hans
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088884>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bodenerosion in Oekosystemen mit Brandrodungs-Hackbau in Nord-Thailand

HANS HURNI

1 Problemstellung

Wenn durch menschliche Einwirkungen Erosionsprozesse ausgelöst oder beschleunigt werden, spricht man von Bodenerosion (vgl. *H. H. Bennet*, 1939: 94). Menschliche Einwirkung in Naturräume ist flächenmässig in der Landwirtschaft am stärksten, so dass dort die Bodenerosionsprozesse die wichtigste Komponente rezenter morphodynamischer Einflüsse darstellen. Ackerbaugebiete sind die Teilräume der Landwirtschaft mit der grössten Umgestaltung der Geosphäre und dadurch am anfälligsten auf Bodenerosion, insbesondere auf die durch Niederschlags-Ereignisse verursachte Wassererosion. Vor allem in den Gebirgsräumen der Dritten Welt, wo wegen des grossen Bevölkerungsdrucks auch steilste Hänge in Subsistenz angebaut werden, ist die Bodenerosion das wichtigste existenzbedrohende ökologische Problem der Gegenwart und Zukunft. Mit vielfältigen Bodenkonservierungs-Massnahmen haben sich die Ackerbauern seit jeher gegen die Bodenerosion zu schützen versucht. Das wohl wirksamste und eindrucklichste Beispiel sind die arbeitsintensiven Terrassenkonstruktionen.

Hier soll allerdings eine besondere Art von Bodenkonservierung beschrieben werden, die sich nicht in aktiven Schutzmassnahmen äussert, sondern in einem spezifisch angepassten System der Landnutzung. Es handelt sich um den traditionellen Brandrodungs-Hackbau in den Tropen, gezeigt am Beispiel der zwei Dörfer von Mae Muang Luang im nordthailändischen Bergwaldgebiet. Es ist allgemein bekannt, dass die Bewohner der tropischen Wälder während Jahrhunderten in optimalem Einklang mit ihrer Umwelt leben konnten, trotz extremer Bodenerosion auf den jeweils gerodeten Flächen. Diesem faszinierenden Gegensatz wurde am Beispiel der beiden Dörfer nachgegangen. Die Forschungsergebnisse führten zur folgenden Hypothese:

«Die Regelmäßigkeiten der traditionellen Brandrodungs-Landnutzungssysteme tropischer Hügelgebiete sind eine direkte Antwort auf die Bodenerosions- und Bodenbildungsprozesse auf den Anbauflächen.»

Da eine Bestätigung der Hypothese nur über das Verstehen des komplexen Zusammenwirkens von Natur- und Kulturraum, d.h. des gesamten Ökosystems erfolgen kann, müssen dessen wichtigste Elemente und verbindende Relationen mit in die Untersuchung einbezogen werden (Kapitel 2). Rein geomorphologisch von Interesse wird vor allem die Quantifizierung der Bodenerosionsprozesse auf Hangflächen sein (Kapitel 3). Die Bedeutung der Bodenerosion für die traditionellen Nutzungssysteme in tropischen Waldgebieten wird allerdings erst durch das Zusammenspiel der quantifizierten Prozesse mit dem einwirkenden Menschen,

seiner Landnutzung und den naturräumlichen Gegebenheiten aufgezeigt (Kapitel 4). Die rezente Dynamik dieser äusserst labilen Ökosysteme birgt eine bedrohende Anzahl schwieriger Probleme, für deren Lösung der Bodenerosion eine zentrale Bedeutung zukommt (Kapitel 5).

Die Feldarbeit zu diesem Artikel erfolgte im Rahmen des Projekts für Agro-Forstwirtschaft und Hochland-Tiefland-Systeme der Universität der Vereinten Nationen (UNU) und der Universität von Chiang Mai (CMU), das durch internationale und interdisziplinäre Forschungszusammenarbeit die Zerstörung der Ökosysteme aufhalten, die Wohlfahrt der Bergbewohner verbessern, ihre Kultur erhalten und schliesslich auch ihre Abhängigkeit vom Opium-Anbau reduzieren will (*J. D. Ives*, 1980: 11). Sehr schnell wurde dabei klar, dass die Bodenerosion die zunehmende Degradierung der Landschaft verursacht (*Pisit Voraurai et al*, 1980: 108). Ein erster vierwöchiger Feldaufenthalt im November 1979 erbrachte die hier vorgelegten Resultate. Weiter wurde ein Messprogramm Bodenerosion auf Messparzellen eingerichtet, das während der Monsune der folgenden Jahre laufend unterhalten und ausgewertet wird. Eine wichtige Zielfrage wird sein, das Problem Bodenerosion in den dynamisch sich wandelnden Ökosystemen unter gegenwärtigen Trends oder geplanten Neuerungen abzuklären. Unter diesen Aspekten war es unumgänglich, als Basis und Beispiel von statischen Ökosystemen die traditionellen Landnutzungs-Systeme als erste zu untersuchen.

2 Übersicht über das Ökosystem Mae Muang Luang

Das 15–20 km² grosse Einzugsgebiet Mae Muang Luang, das ca. 60 km NW von Chiang Mai im thailändischen Hochland unweit der Grenze zu Burma liegt, wird westwärts in den Salwin-Fluss und damit in Richtung des Golfs von Martaban entwässert. Ursprünglich mit der natürlichen Baumvegetation der Unteren Bergwaldstufe bewachsen, ist heute das gesamte Gebiet durch den Menschen gestaltet. Der untere Teil zwischen 900–1200 m ü.M. ist mehrheitlich vom Karen-Bergstamm besiedelt, der obere zwischen 1200–1600 m ü.M. vom Lisu-Bergstamm, welche in dieser günstigen Höhenlage Opium anbauen (s. Abb. 1, 4, 5). Darüber liegt wegen der alljährlichen unkontrollierten Brände der Lisu eine Grassteppe mit Waldresten an feuergeschützten Stellen.

Das traditionell genutzte Gebiet wurde erst 1979 mit einer Strasse erschlossen, die vor allem den grossen Einfluss des «Royal Watershed Development Project» – eines Wiederaufforstungsprojekts – sowie des UNU-CMU-Forschungsprojekts brachte. In sehr stark vereinfachender Form sind die Elemente Naturraum, Kulturraum / Landnutzung und externe oder neue Einflussfaktoren des Ökosystems in Abb. 2 beschrieben.

Folgende zwei Unterschiede sind für die Bodenerosions-Analyse von Bedeutung:

1. Der Karen-Bergstamm ist schon längere Zeit im Gebiet angesiedelt («Established swiddener» nach *T. B. Grandstaff*, 1977). Die Landwirtschaft dieser Bauern ist ebenso ökologisch angepasst wie raffiniert (vgl. *P. Kunstadter*, 1978). Die traditionelle Landnutzung verläuft grob

BLOCKDIAGRAMM OEKOSYSTEM MAE MUANG LUANG

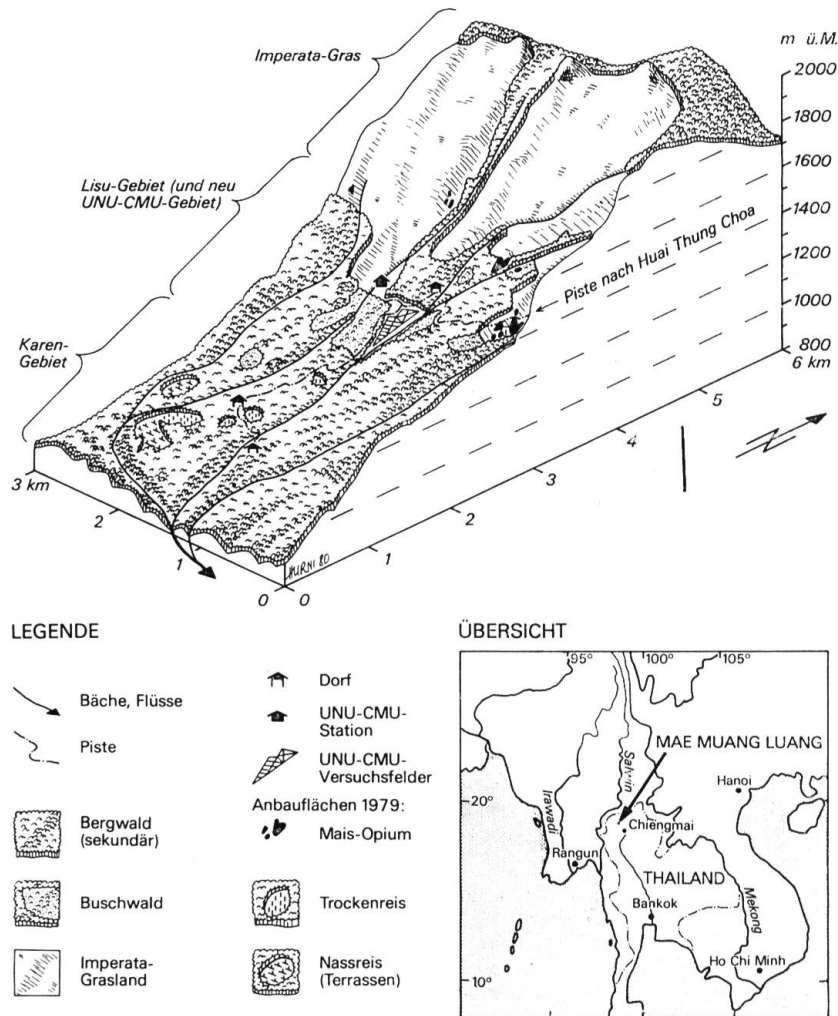


Abb. 1 Übersicht und schematisiertes Blockdiagramm von Mae Muang Luang (Nord-Thailand) mit Landnutzung, Aufwuchsstadien des Bergwalds und Standorten von Siedlungen der Karen und Lisu, sowie des UNU-CMU-Projekts

Fig.1 Location and schematic block diagram of Mae Muang Luang (Northern Thailand) showing forest regrowth stages, grassland, landuse types (maize-opium, hill rice and paddy fields), the Karen and Lisu villages, and the UNU-CMU-Project

schematisiert so, dass ein Feld nur ein Jahr gerodet, gebrannt und angebaut wird, um dann eine 5–10-jährige Brachzeit mit Regeneration des natürlichen Baumbestands durchzumachen, bis der Bauer wieder auf das Feld zurückkehrt und der Kreislauf neu beginnt. Zusätzlich zu diesem Typ von Brandrodungs-Hackbau wurden in neuerer Zeit (ca. 60 Jahre) Nassreisterassen gebaut, die alljährlich angebaut werden können (vgl. auch *H. Uhlig*, 1980).

2. Der Lisu-Bergstamm lebt erst seit 12 Jahren an diesem Ort (*H. Hurni*, 1979b: 5), obschon eine frühere Besiedlung durch ähnlich lebende semi-nomadische Bergstämme nicht ausgeschlossen ist («Pioneer swiddener» nach *T. B. Grandstaff*, 1977). Die traditionelle Landnutzung unterscheidet sich von derjenigen der Karen insofern, dass ein Feld gerodet, gebrannt und dann einige Jahre lang angebaut wird, bis die Bodenfruchtbarkeit keine guten Ernten mehr zulässt. Nach 5–10 Jahren Nutzung der steilen Hänge mit ursprünglich relativ guten Böden wird das

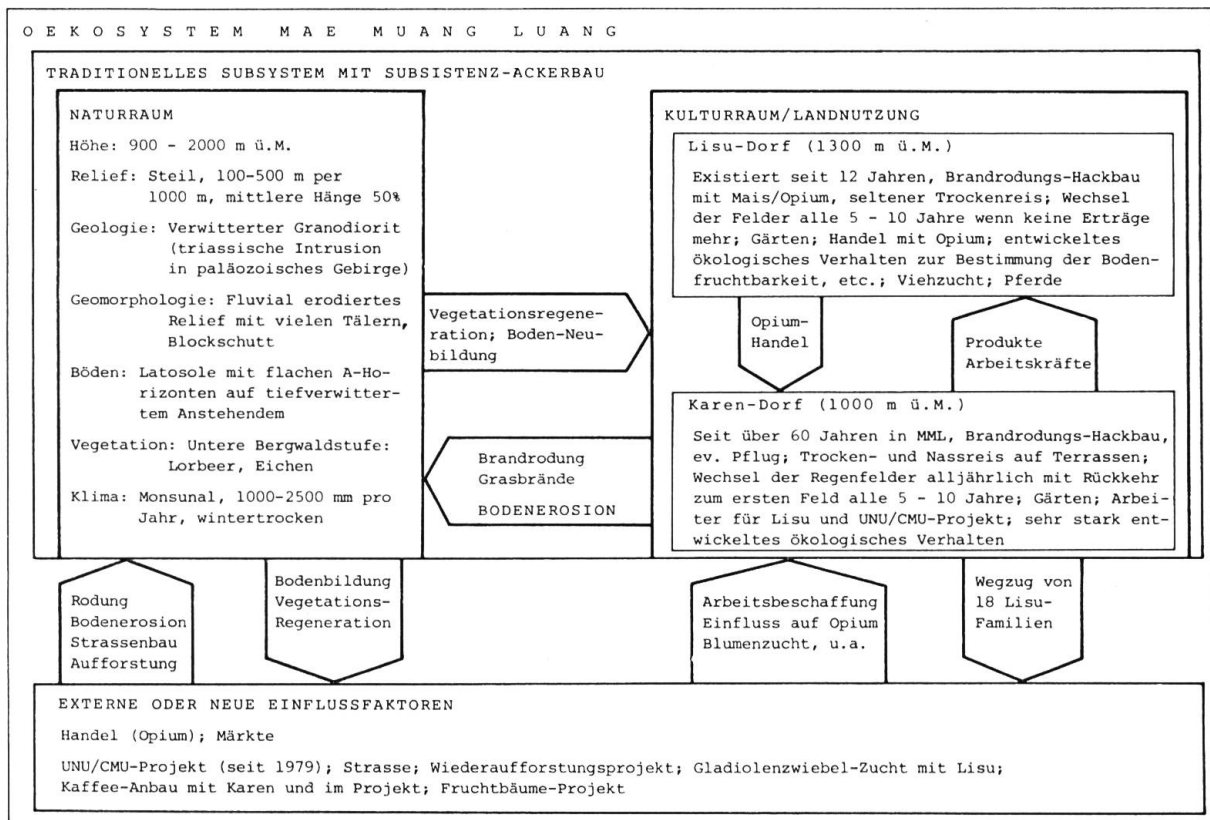


Abb. 2 Stichwortbeschreibung des Ökosystems Mae Muang Luang mit den einzelnen Elementen Naturraum, Kulturraum / Landnutzung, externe oder neue Einflussfaktoren, sowie den wichtigsten Relationen zwischen den Elementen (Pfeile = Wirkungsrichtungen)

Fig 2 Short description of the Mae Muang Luang ecosystem with its elements nature, man / landuse, and external or new influencing factors, and also the main relations between the elements (shown as impact arrows)

Feld verlegt, in der Regel weiter vom Dorf entfernt. In Abb. 1 ist diese relative Distanz nach 12 Jahren Nutzung schon ausgeprägt, indem die Felder der ersten Jahre bereits wieder mit Buschwald bedeckt sind. Nach 10-20 Jahren wandert die Dorfschaft in der Regel weiter zu einer nächsten, möglichst noch unberührten Stelle im Bergwald.

3 Bodenerosion in Mae Muang Luang: Schäden und Prozesse

Bodenerosion ist in Mae Muang Luang dort aktuell, wo keine Vegetationsdecke den Boden schützt, d.h. vor allem auf den Hangflächen mit Brandrodungs-Hackbau der Karen und Lisu.

Bodenerosions-Schäden in Bodenprofilen

Beim Betrachten der steilen und vollständig gejädeten Anbauflächen, die mit 1000-2500 mm jährlichen Niederschlägen während weniger Monate beregnet werden, erwartet man, ausgeprägte Schäden wie Schluchten, Rinnen oder Rillen

zu finden. In Wirklichkeit aber sind solche kaum auszumachen, was eine Folge der stetigen Bodenbearbeitung durch die Bauern auch während der Monsunzeit ist. Die einzig mögliche Methode, Bodenerosionsschäden zu entdecken, ist ein Vergleich zwischen dem Bodenaufbau in angebauten, d.h. potentiell geschädigten Flächen und demjenigen in Flächen unter natürlicher Vegetation, aber nur in solchen Fällen, wo ursprünglich gleiche Bodentypen und -mächtigkeiten erwartet werden können (vgl. *H. Hurni*, 1979a: 163).

Hier wird man in Mae Muang Luang ein zweites Mal überrascht. Die meisten Böden haben flachgründige, unter 20 cm mächtige A-Horizonte, sogar dort, wo ein 5–20-jähriger Sekundärwald darauf wächst. Im Gegensatz zu den gehegten Erwartungen sind die am besten erhaltenen Bodenprofile nicht im Wald zu finden, sondern in den aktuellen Anbauflächen der Lisu (*H. Hurni*, i. Dr.: Fig. 2). Die A-Horizonte hatten in fünf untersuchten Opium-Feldern eine durchschnittliche Mächtigkeit von rund 30 cm, während sie im Sekundär-Wald oder in den Karen-Buschbrache-Feldern nur 5–10 cm mächtig waren. Erst die Analyse der Bodenerosion im Gesamt-Ökosystem wird es erlauben, eine hypothetische Erklärung dieser widersprüchlichen Beobachtung zu finden (Kap. 4).

Abschätzung der jährlichen Bodenerosions-Verluste

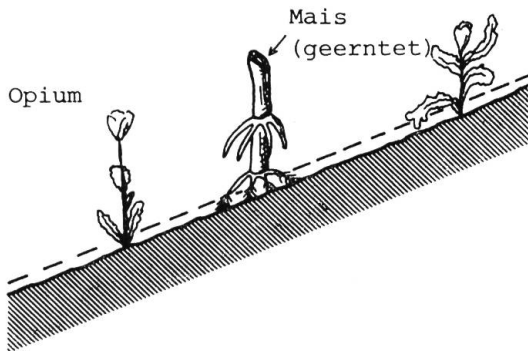
Neben der Bodenerosions-Schadenanalyse wurde versucht, die aktuellen Prozesse eines Jahres auf steilen Anbauflächen abzuschätzen, wo ein Bodenabtrag in der Grössenordnung von mm bis cm erwartet werden kann (*Pisit Voraurai et al*, 1980: 108). Es ist ausserordentlich schwierig, Bodenverluste in dieser Grössenordnung im Bodenprofil als Reduktion gegenüber nichterodierten Profilen abzuschätzen. Allgemein werden Abtragsmengen besser mit Experimentierstationen, d.h. Bodenerosions-Messstellen mit Messparzellen von bestimmter Grösse gemessen und mit Hilfe der Universellen Bodenverlust-Gleichung modelliert:

$$A = R K L S C P \quad (W. H. Wischmeier \text{ and } D. D. Smith, 1960)$$

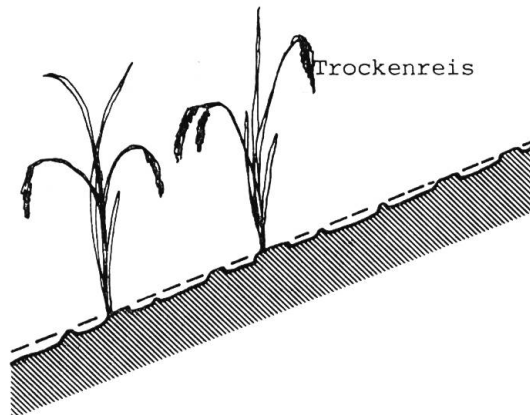
A in dieser Gleichung bedeutet der Bodenverlust in Tonnen pro ha und Jahr, der berechnet wird als Produkt der Erosivität R (nach gemessenen Niederschlägen berechnet), der Erodierbarkeit K des Bodens (auf Testparzellen gemessen), des Hanglängenfaktors (nach der Hanglänge aus Tabellen entnommen), des Hangneigungsfaktors S (mit der Hangneigung aus Tabellen entnommen), der Anbauart C (aus Tabellen) und der Bodenbearbeitungsart P (aus Tabellen). *H. M. J. Arnoldus* (1977) liefert eine gute Zusammenstellung der Universellen Bodenverlust-Gleichung. In Mae Muang Luang werden die Faktoren A, R, K, C und P seit Juni 1980 gemessen und berechnet, so dass die Universelle Bodenverlust-Gleichung in nächster Zeit für angepasste Bodenkonservierung eingesetzt werden kann.

Solange solche Daten noch fehlten, aber auch als grobe Kontrolle der späteren Abtragsmessungen war es sinnvoll, mittels vier neu entwickelter Feldmethoden die mittleren jährlichen Bodenverluste abzuschätzen. Abb. 3 zeigt die ange-

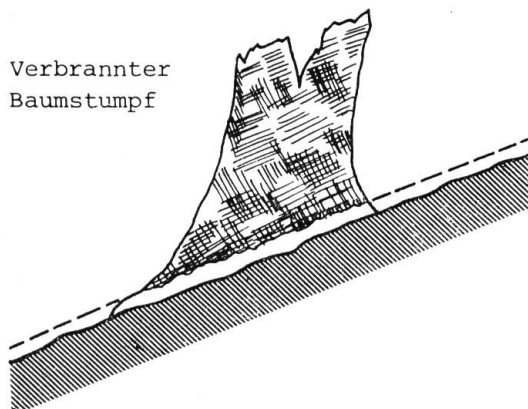
1. ENTBLOESSUNGSBETRAEGE AN MAISWURZELN
(Probleme: Nachträgliches Jäten und Hacken (nur darum herum), sowie Abgrenzung der Bodenwurzeln von Luftwurzeln)



2. MIKRO-RILLEN AN BODENOBERFLÄCHE
(Probleme: Nur anwendbar, wenn keine Bodenbearbeitung, sowie nur auf tonigen Böden)



3. ALTE HORIZONTE VON BODENNAHENEN
BRÄNDEN AN STÄEMMEN
(Probleme: Brandjahr muss bekannt sein, d.h. 1, 2, oder mehr Jahre, sowie nur nach schweren Bränden genau)



4. ALTE BODENHORIZONTE AN BLOECKEN
(Probleme: Anzahl Jahre mit Anbau müssen bekannt sein, sowie Ueberschätzung des Betrags durch intensivere Erosion um Block herum)

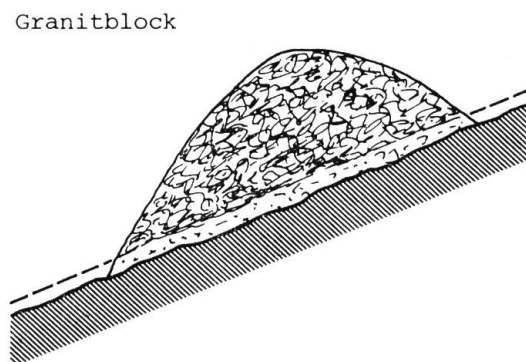


Abb. 3 Vier Feldmethoden zur Abschätzung der mittleren, ein- bis mehrjährigen Bodenreduktion durch Bodenerosion auf steilen Anbauflächen in Mae Muang Luang (nach H. Hurni, i. Dr., Fig. 3)

Fig 3 Four field methods for the approximative estimation of annual soil reduction due to sheet and rill erosion in the steep cultivations of the Mae Muang Luang ecosystem (from H. Hurni, in prep., Fig. 3)

wandten Methoden, wie sie in sechs steilen Mais/Opium-Feldern der Lisu und in zwei Trockenreisfeldern der Karen eingesetzt wurden.

Meistens kam die Methode der Maiswurzel-Entblössung zur Anwendung, teilweise bestätigt durch eine oder zwei der übrigen Methoden. Am genauesten war die Methode der früheren Bodenhorizonte an grossen Geröllen, weil solche gut

abgrenzbar waren. Immerhin müssen solche Schätzungen immer ungenau bleiben, weil der Hackbau an sich grosse Erdbewegungen verursacht.

Mit den vier Methoden sind mittlere Bodenabträge zwischen 0,5–3,0 cm pro Jahr ermittelt worden, je nach Boden, Kulturpflanze und Hang. Mit der Universellen Bodenverlust-Gleichung für einen einheitlichen Hang von 50% Neigung und 20 m (!) Länge gemittelt, ergibt dies einen Bodenverlust von 70 Tonnen pro ha und Jahr auf Mais/Opium (1,2 cm), resp. 50 Tonnen pro ha und Jahr bei Trockenreis (0,7 cm). Die kurze mittlere Hanglänge von nur 20 m entstand aus der Tatsache, dass vor allem die Lisu Entwässerungsrinnen in etwa diesem Abstand anlegen, damit die Opium-Pflanzen nicht weggeschwemmt werden. Würden sie das nicht tun, so resultierten aus den ca. 70 m langen Rodungsflächen doppelte jährliche Erosionsmengen. Dass diese ersten Abschätzungen der Wirklichkeit nahekommen, haben die genaueren Abtragungsmessungen im Monsum 1980 gezeigt. Hier sei nur betont, dass es mit einfachen Feldmethoden (vgl. Abb. 3) möglich ist, in sehr kurzer Zeit eine erste quantitative Abschätzung von Prozessen zu erhalten, für die sonst nur aufwendige und langwierige Messungen Resultate ergeben.

4 Die Rolle der Bodenerosion für den Brandrodungs-Hackbau

In der Einleitung steht die Hypothese, dass die Regelmäßigkeiten von Brandrodungs-Systemen tropischer Hügelgebiete hauptsächlich von den Bodenerosionsprozessen bestimmt werden. Anhand der beiden Beispiele der Lisu und Karen in Mae Muang Luang soll diese Hypothese erhärtet werden. Ob sie sich als allgemeine Gesetzmässigkeit für traditionelle Wanderhackbau-Systeme in tropischen Wäldern erweisen wird, können erst weitere Analysen solcher Systeme zeigen. Immerhin deuten zahlreiche Publikationen auf diese Tatsache hin, ohne sie indes explizit zu formulieren (vgl. *P. Kunstadter et al*, Hrsg., 1978, *Kasem Chunkao*, 1979, *T. Hatch and C. P. Lim*, 1978).

Zweifelloos spielt zusätzlich die Nährstoffauswaschung senkrecht im Bodenprofil eine wichtige Rolle bei der Beurteilung von Brandrodungssystemen. Die bis 15 m mächtigen Verwitterungsschichten der Granodiorite zeugen von solcher Aktivität. Man muss sich allerdings fragen, ob diese tiefgründige Nährstoffauswaschung in geneigtem Gelände nicht nur dann aktiv sein kann, wenn ständig genügend Sickerwasser vorhanden ist, also nur unter Regenwald und nicht auf gerodeten Flächen, wo ein grosser Teil der Niederschläge sofort oberflächlich abfließt oder verdunstet. Ohne die Bedeutung der Nährstoffauswaschung mindern zu wollen, glauben wir, dass sie in steilem Gelände vom oberflächlichen Nährstofftransport, d.h. der Bodenerosion bei weitem übertroffen wird, sobald die natürliche Vegetation entfernt ist. Erst eine eingehendere Messung von solchen Prozessen wie Nährstofftransporte im und auf dem Boden werden die obige Aussage beurteilen helfen. Sie sind in Mae Muang Luang für den Monsun 1981 vorgesehen.

Die Rolle der Bodenerosion im Brandrodungs-Hackbau der Lisu wurde schon in der Schadenanalyse ihrer ehemaligen und gegenwärtigen Anbauflächen ersichtlich: Vor zwölf Jahren, als das Dorf errichtet wurde, lagen die Anbauflächen in unmittelbarer Nähe (*H. Hurni*, i. Dr.: Fig 1). Nach 5–10 Jahren Nutzung wurden sie aufgegeben und auf die jetzigen Standorte verlegt, wo, nach der Dicke der Baumstümpfe zu schliessen, zuvor mindestens 20–60 Jahre nicht angebaut worden war. Dies erklärt die widersprüchliche Beobachtung, wonach die gegenwärtigen Anbauflächen der Lisu die besterhaltenen Bodenprofile aufweisen und die Flächen mit Sekundärwald als ehemalige, lange genutzte Flächen die am meisten degradierten. Die aufgegebenen Flächen in Dorfnähe sind heute allerdings mit einem 2–7-jährigen Sekundärwald bedeckt, so dass die Bodenerosion auf weniger als 1 mm pro Jahr, d.h. weniger als 5 Tonnen pro ha sinken musste (*Nipon Tangtham et al*, 1972) und die Bodenbildung dominiert, d.h. die Mächtigkeit des A-Horizonts wieder zunimmt.

Man nimmt an, dass die maximal tolerierbaren Bodenerosions-Verluste in tropischen Gebieten bei rund 10 Tonnen pro ha und Jahr liegen (*Waeson Wichaidit et al*, 1977: 123), etwa so hoch wie der jährliche Bodenzuwachs durch Verwitterung und Biomassenproduktion geschätzt wird. Demgegenüber sind die ermittelten jährlichen Bodenverluste in den Lisu-Anbauflächen von 50–100 Tonnen pro ha rund 5–10 Mal zu hoch. Anders ausgedrückt, ist eine Anbaufläche erst dann in einem langfristigen ökologischen Gleichgewicht, wenn auf ein Jahr Nutzung 5–10 Jahre mit Waldbrache folgen. Wird eine Fläche nach Lisu-Tradition 5–10 Jahre genutzt, ist also eine Regenerationsperiode von 25–100 Jahren für die ökologische Stabilität unabdingbar. Beim Weiterzug der Lisu in ein anderes Dorfgebiet müsste darum ihr Mae Muang Luang-Anbaugebiet eine solche Ruhephase durchmachen können, um vollständig zu regenerieren. Die gegenwärtige Bevölkerungsentwicklung unter den Pionierbergstämmen sowie die Tatsache, dass Primärwald kaum mehr vorkommt (*T. B. Grandstaff*, 1977), lässt darauf schliessen, dass die notwendige Regeneration nicht stattfinden wird. Das Auffinden von Lösungsmöglichkeiten aus der gegenwärtigen Situation ist also unerlässlich (s. Kap. 5).

Im Brandrodungs-Hackbausystem der Karen wird die Rolle der Bodenerosion noch deutlicher sichtbar als bei den Lisu. Wie erwähnt, ist nach einem Jahr Nutzung wegen der Bodenverluste eine Waldbrache von 5–10 Jahren notwendig, damit der Boden unbegrenzt genutzt werden kann. Diese Regelmäßigkeit gilt aber genau für die traditionelle Landnutzung der Karen. Bei der beobachteten Übereinstimmung der beiden Landnutzungs-Rhythmen der Karen und Lisu in bezug auf Bodenerosion und Bodenbildung kann es sich nicht um eine Zufälligkeit handeln, besonders wenn man sich die ökobotanische Anpasstheit der Bergstämme vergegenwärtigt. Wie bei den Lisu scheint sich auch bei den Karen die Bevölkerungszunahme auszuwirken, indem die Brachjahre von einem gewünschten Minimum von zwölf Jahren auf 5,6 Jahre zurückging (*P. Hinton*, 1975), weil die jährliche Anbaufläche eines Dorfes vergrössert werden musste. Auch bei

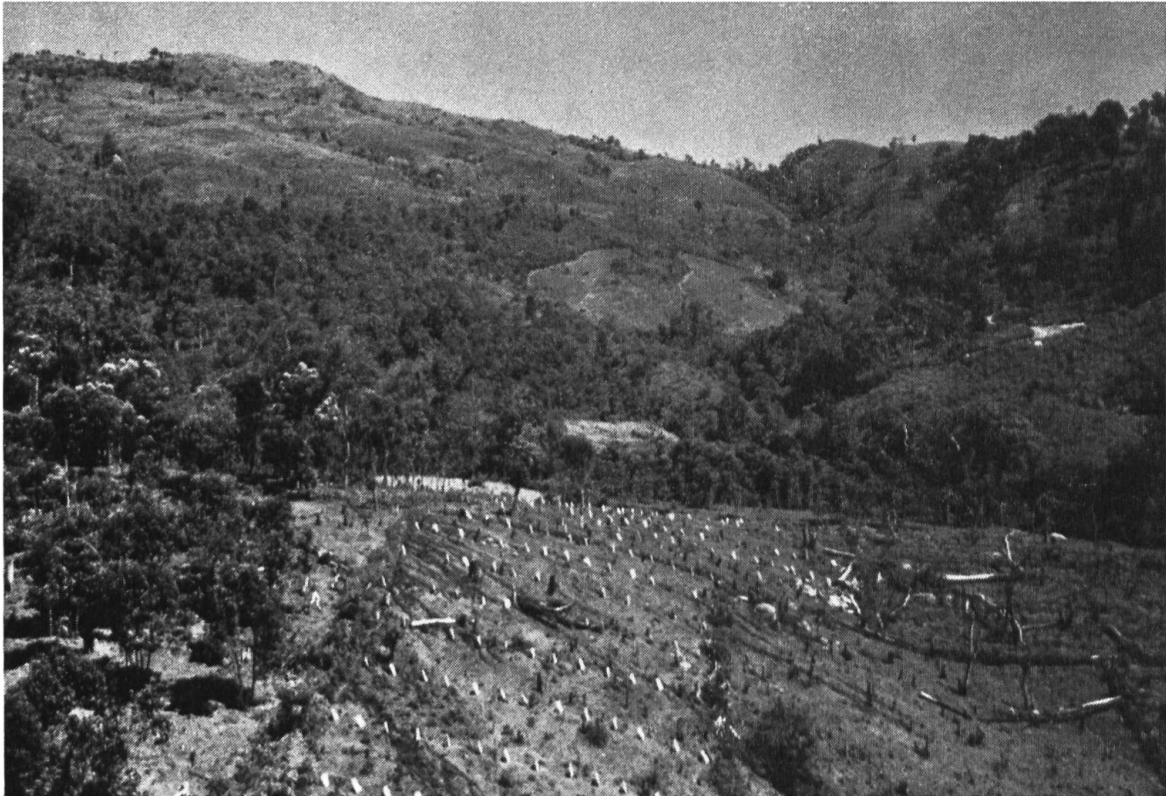


Abb. 4 Ansicht von Mae Muang Luang. Blick von der Piste bei 1200 m ü.M. Richtung NE. Im Vordergrund die UNU-CMU-Versuchsfelder mit beschatteten Kaffee-Setzlingen, im Hintergrund ein Opiumfeld und darüber das alljährlich gebrannte Imperata-Grasland
 Fig. 4 View of Mae Muang Luang from the dry weather road at 1200 m asl. towards North-east. In the foreground the UNU-CMU-testplots for agro-forestry with shaded coffee seedlings, in the background a poppy field, and higher up the annually burnt Imperata grassland
 (H. Hurni, November 1979)

den Karen sind also die traditionellen Anbausysteme übernutzt und führen immer mehr zur Degradierung des Bodens. Eine alternative Landnutzungsmethode sind Nassreisterrassen, die überall dort zunehmen, wo Bewässerungsmöglichkeiten bestehen. Nassreisterrassen erfahren keine Einschränkung durch Bodenerosionsprozesse, sind also sehr wünschenswert, umso mehr als auch keine Brachzeiten erforderlich sind.

Mit den gesammelten Beobachtungen und Analysen kann gezeigt werden, wie stark die Bodenerosionsprozesse die beiden Systeme von Brandrodungshackbau in Mae Muang Luang bestimmen. Bei den Lisu bewirken sie eine vollständige Aufgabe einer Anbaufläche nach 5–10 Jahren, so dass das Dorf nach rund 20 Jahren Nutzung der umliegenden Hänge in ein noch «unberührtes» Gebiet weiterziehen muss. Bei den Karen bewirken die Bodenerosionsprozesse den Landnutzungsrhythmus von einem Jahr Nutzung einer Anbaufläche, gefolgt von 5–10 Jahren Waldbrache, um sie dann wiederum ein Jahr zu nutzen. Die zunehmende Bevölkerungsdichte hat in neuerer Zeit zu einer drastischen Verkürzung der Waldbrachzeiten beider Landnutzungssysteme geführt, so dass ein Fortführen der traditionellen Anbauweise in Frage steht.



Abb. 5 Der Lisu Sam Musedum mit seinem Opiumfeld bei 1400 m ü.M. im Westen des Einzugsgebiets Mae Muang Luang. Die im September gesäten Opium-Pflanzen gedeihen schlecht, weil im Oktober fast kein Regen fiel. Die über 70% geneigten Anbauflächen erlitten in zwei Jahren Nutzung bis 6 cm Bodenverluste, was rund 180 Tonnen pro ha und Jahr ausmacht
 Fig. 5 Lisu Sam Musedum with his poppy field at 1400 m asl. in the West of the Mae Muang Luang watershed. Due to low rainfall in October, the poppies which were seeded in September are not growing well. This 70% slope suffered from soil losses up to 6 cm in two years of cultivation, amounting up to 180 tons per ha and year
 (H. Hurni, November 1979)

5 Ausblick

Die stetig sich verkürzenden Brachzeiten machen das traditionelle, bodenkonservierende Brandrodungssystem immer unwirksamer für die langfristige Bodenerhaltung. Es müssen zusätzliche Massnahmen gefunden werden, die den natürlichen Prozessen Einhalt gebieten und zugleich den sozio-ökonomischen Bedingungen angepasst sind (B. Messerli, 1980: Fig. 7). Das UNU / CMU-Projekt beschäftigt sich mit diesem wichtigen Teilziel für die ökologische Stabilität des Berglandes (s. J. D. Ives et al, Hrsg., 1980, E. C. Chapman et al, Hrsg., in Vorb.). Permanenter Anbau ist auf den gegebenen Hangflächen undenkbar. Sie könnten nur durch die Konstruktion von geneigten oder ebenen Terrassen langfristig nutzbar bleiben. Bei ausreichenden Bewässerungsmöglichkeiten wäre die Konstruktion von Flachterrassen für den Nassreisanbau am angepassten, weil solche Terrassen traditionell verwurzelt sind. Zudem sollen die Erträge nahezu doppelt so gross sein wie beim Trockenreis, so dass wegen der wegfallenden Brach-

zeiten die Erträge pro Flächeneinheit bis zu 30-fach erhöht würden (*P. Hoare*, 1980: 81), obschon die Anbaufläche eines Hangs mit der Terrassierung bei 50% mittlerer Neigung um ca. 35% zurückgeht (*H. Hurni*, 1980: Fig. 6). Allgemein müssten für jede Ackerbau-Entwicklung wie z.B. Kaffee- oder Tee-Büsche als Substitution von Opium die dazu geeigneten Bodenkonservierungs-Massnahmen eingeplant werden (*H. Hurni*, i. Dr.: Fig. 5 und 6).

Die Bergstämme im «Goldenen Dreieck» stehen vor einem gewaltigen Umbruch in den nächsten Jahrzehnten. Es bleibt zu hoffen, dass solche Projekte wie das UNU / CMU-Projekt in Mae Muang Luang dazu beitragen, den schwierigen Weg in die Zukunft zu meistern.

SUMMARY: SOIL EROSION IN TROPICAL MOUNTAIN ECOSYSTEMS

Soil erosion and soil formation processes in steep cultivations primarily determine the traditional land use systems in tropical mountain ecosystems. Two different types of swiddening agriculture in Mae Muang Luang are investigated here in order to back the above hypothesis. If the long-term stability of the ecosystem shall be maintained, the soil losses of each year being 50 to 100 tons per hectare have to be compensated by 5 to 10 years of soil formation under bush fallow (*H. Hurni*, in prep.). Recent shortenings of this fallow period due to population increases have caused tremendous damages to the soils. Such destruction could only be prevented by adapted soil conservation measures responding to each innovated land use type which should replace the traditional swiddens (cf. *J. D. Ives et al*, 1980; *E. C. Chapman et al.* in press).

LITERATUR

- Arnoldus, H. M. J.* (1977): Predicting soil losses due to sheet and rill erosion. FAO Conservation Guide 1, FAO, Rome: 99–124
- Bennet, H. H.* (1939): Soil conservation. New York, London: 993 S.
- Chapman, E. C., et al.* in Vorb.: Agro-forestry for rural communities (vorl. Titel). Proceedings of the UNU / CMU workshop in Chiangmai in Nov. 1979. United Nations University, Tokyo
- Grandstaff, T. B.* (1977): The development of traditional swidden (shifting cultivation) systems in the marginal mountain areas of North Thailand. Mimeograph. East-West Center, Honolulu
- Hatch, T., and Lim, C. P.* (1978): Shifting cultivation in Sarawak. Dept. of Agriculture, Sarawak, Malaysia: 28 S.
- Hinton, P.* (1975): Karen subsistence: The limits of a swidden economy in North Thailand. PhD thesis, University of Sydney
- Hoare, P.* (1980): Increasing farm production in the highlands of northern Thailand. Conservation and Development in Northern Thailand, United Nations University, Tokyo: 79–81
- Hurni, H.* (1979a): Semien – Äthiopien: Methoden zur Erfassung der Bodenerosion. Geomethodica 4, Basel: 151–182
- Hurni, H.* (1979b): An ecosystem approach to determine research priorities in the Mae Muang Luang Area (Northern Thailand). Mimeograph. Natural Resources' Programme, United Nations University, Tokyo: 10 S.
- Hurni, H.* (1980): A nomograph for the design of labour-intensive soil conservation measures in rain-fed cultivations. Proc. of Conservation 80 in Silsoe, England; Wiley, London: 185–210
- Hurni, H.* (i. Dr.): First results of a study on soil erosion in the Mae Muang Luang ecosystem (Northern Thailand). United Nations University, Tokyo
- Ives, J. D., Sanga Sabhasri, and Pisit Voraurai,* Hrsg. (1980): Conservation and development in Northern Thailand. United Nations University, NRTS-3 / UNUP-77, Tokyo: 114 S.
- Ives, J. D.* (1980): Northern Thailand: The problem. Conservation and Development in Northern Thailand, United Nations University, Tokyo: 9–12
- Kasem Chunkao* (1979): Effects of hill tribe resettlement on land water resources in Northern Thailand. Mimeograph. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok: 24 S.
- Kunstadter, P., Chapman, E. C. and Sanga Sabhasri* (1978): Farmers in the forest. The University Press of Hawaii, Honolulu: 308 S.
- Kunstadter, P.* (1978): Ecological modification and adaption: An ethnobotanical view of Lua' swiddeners in northwestern Thailand. Anthropological papers no. 67, University of Michigan: 169–200
- Messerli, B.* (1980): Climatological, pedological, and geomorphological processes in tropical mountain ecosystems. Conservation and Development in Northern Thailand, United Nations University, Tokyo: 55–62
- Nipon Tangtham, Kasem Chunkao and Surachet Ungkulpakoikul* (1972): Surface runoff and sedimentation from natural forest and shifting area on mountainous watershed. Research note no. 10, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok: 6 S.
- Pisit Voraurai, Ives, J. D. and Messerli, B.* (1980): The Huai Thung Choa Highland project: Status and opportunities. Conservation and Development in Northern Thailand, United Nations University, Tokyo: 105–111
- Ublig, H.* (1980): Problems of land use and recent settlement in Thailand's highland-lowland transition zone. Conservation and Development in Northern Thailand, United Nations University, Tokyo: 33–42
- Waeson Wichaidit, Banthoon Keoprapan, Bourreau, C. and Oughton, G. A.* (1977): Forests, forest development, shifting cultivation and erosion in Northern Thailand. NADC Internal Paper no. 7, Northern Region Agricultural Development Centre, Chiangmai: 129 S.
- Wischmeier, W. H. and Smith, D. D.* (1960): A universal soil-loss equation to guide conservation farm planning. Trans. of 7th Int. Congr. of Soil Sc., 1, Madison: 418–425