

## ZUR ÖKOLOGISCHEN SITUATION DES HIMALAYA<sup>1)</sup>

Hans Christoph Rieger

### 1. Einführung

Jedes Jahr, wenn der Ganges und seine Nebenflüsse über die Ufer treten, werden weite Gebiete in Bangladesch sowie in den indischen Bundesstaaten Bihar, Uttar Pradesh und Westbengalen überschwemmt. An manchen Stellen hat man gelernt, mit den Fluten zu leben, aber immer wieder sind Katastrophen an der Tagesordnung, in denen Menschenleben und erhebliche Sachschäden zu beklagen sind. Fast ebenso häufig sind in der gleichen Region die Dürren, in denen die Regen ausbleiben, die Flüsse austrocknen und die Bewässerungsanlagen kein Wasser mehr führen. Ist der Wechsel von Überschwemmungen und Dürren in diesem Problemgebiet der Erde gottgewollt? Eine unbeeinflussbare Laune der Natur? Oder von Menschen gemacht?

Diese Fragen können nicht endgültig beantwortet werden. Aber die Überprüfung der These, die allmähliche Vernichtung der natürlichen Pflanzenwelt durch den Bevölkerungsdruck in den Einzugsgebieten des Ganges habe Häufigkeit und Ausmaß der Überschwemmungs- und Dürrekatastrophen in den Ebenen wesentlich erhöht, zeigt zumindest Gefahren für die Zukunft auf.

Die Besiedelung ehemaliger Waldgebiete, die übermäßige Nutzung der noch verbliebenen Wälder zur Brennholz- und Futterlaubentnahme, die Überbeweidung durch das Vieh sowie die (ineffizienten) gebräuchlichen Forsttechniken der bäuerlichen Bevölkerung lassen die Wälder allmählich aber sicher verschwinden, Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und auf den Boden bleiben nicht aus. Das Regenwasser läuft schneller ab und verursacht eine sich vermehrende Boden-erosion. Die Flüsse führen Geröll und Sedimente mit, die sie in der Ebene ablagern, ehemals fruchtbare Landstriche werden verwüstet.

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, die Ursachenverkettung der wichtigsten Faktoren in dem komplexen ökologischen System im Einzugsgebiet des Ganges übersichtlich darzustellen. Dabei wird das in Westeuropa verfügbare Quellenmaterial verwendet.

Eine sorgfältige Literaturanalyse zeigt, daß es mehrere nebeneinander herlaufende Prozesse gibt, die zu Entwaldung, Erosion, Überschwemmung und Zerstörung führen. Dabei sind manche naturbedingt und durch menschliche Einwirkungen nicht aufzuheben. Andere sind von Menschen verursacht, aber von den Urhebern nicht erkennbar. Noch andere Prozesse sind von den Beteiligten wohl erkannt, aber können wegen fehlender Alternativen nicht abgestellt werden.

Im folgenden wird die Ursachenverkettung in vier aufeinander bezogenen Schritten dargestellt. Erstens wird der Prozeß der natürlichen Erosion im Himalaya erläutert, der auch ohne Einwirkung des Menschen vor sich geht. Sodann wird der Prozeß der sogenannten anthropogenen Erosion geschildert, durch den der Mensch in das Naturgeschehen eingreift. Im dritten Schritt werden die Auswirkungen der natürlichen und anthropogenen Erosion auf die Himalayaflüsse untersucht und im vierten, schließlich, wird der Prozeß der Migration zur Ebene mit den daraus resultierenden ökologischen Folgen dargestellt.

## 2. Natürliche Erosion

Wasser fließt bergab; dies gilt auch für das Himalaya-Wasser, das in der Monsunzeit (Juli bis September) als Niederschlag an den Südhängen der 2.400 km langen Himalayakette in Erscheinung tritt. Die Südwest-Monsunwinde drehen nach Überqueren des Arabischen Meeres und der bengalischen Bucht, wo sie erhebliche Feuchtigkeit aufgenommen haben, nach Norden, um sich über Bangladesch nach Osten und Westen zu verzweigen. Dort entladen sie sich an der Himalayakette, wo Niederschlagsmengen eintreten, die zu den höchsten der Welt zählen.

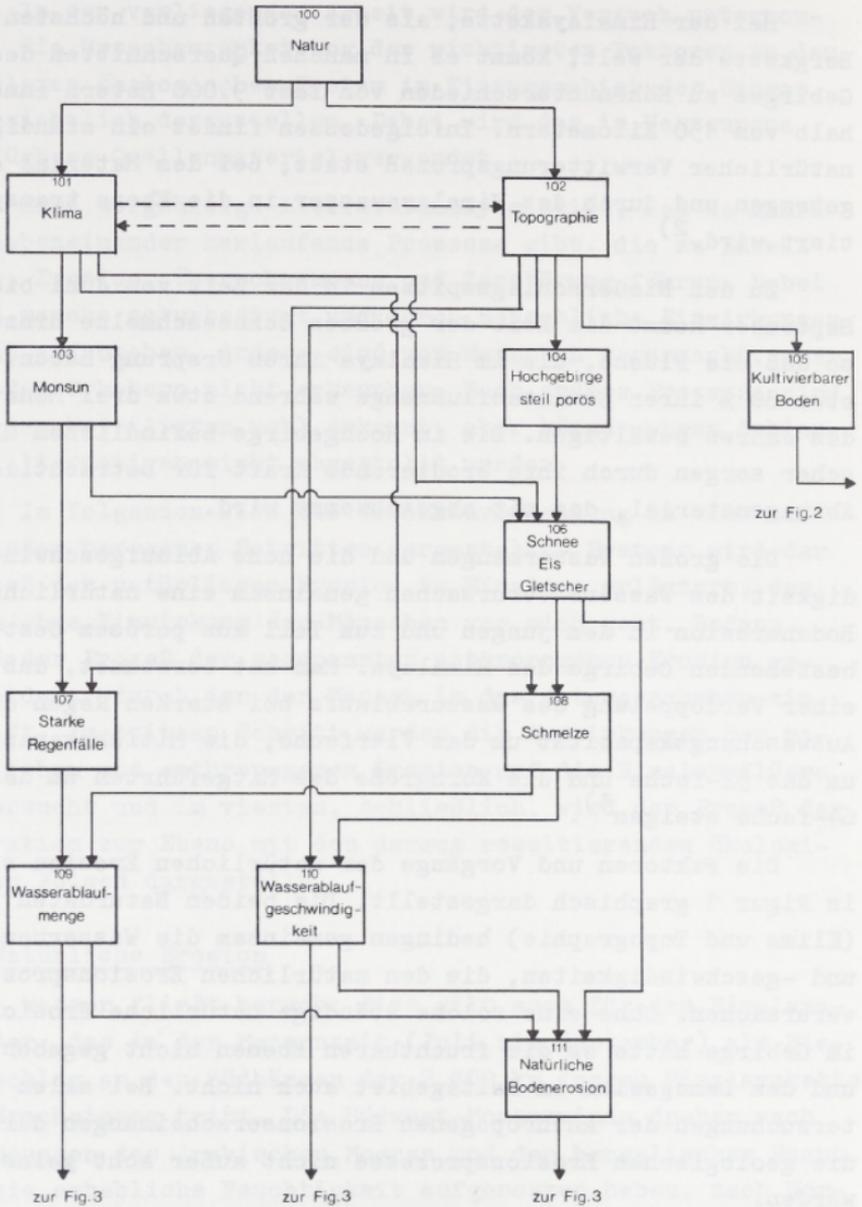
Bei der Himalayakette, als der größten und höchsten Bergkette der Welt, kommt es in manchen Querschnitten des Gebirges zu Höhenunterschieden von fast 9.000 Metern innerhalb von 150 Kilometern. Infolgedessen findet ein ständiger natürlicher Verwitterungsprozeß statt, bei dem Material abgetragen und durch das Himalayawasser in die Ebene transportiert wird.<sup>2)</sup>

Zu den Niederschlagsspitzen in der Zeit vom Juni bis September kommt die Zeit der größten Schneeschmelze hinzu, so daß die Flüsse, die im Himalaya ihren Ursprung haben, etwa 80 % ihrer Gesamtabflußmenge während etwa drei Monaten des Jahres bewältigen. Die im Hochgebirge befindlichen Gletscher sorgen durch ihre erodierende Kraft für beträchtliches Abtragsmaterial, das mit abgeschwemmt wird.

Die großen Wassermengen und die hohe Ablaufgeschwindigkeit des Wassers verursachen gemeinsam eine natürliche Bodenerosion in dem jungen und zum Teil aus porösem Gestein bestehenden Gebirge des Himalaya. Man hat berechnet, daß bei einer Verdoppelung des Wasserablaufs bei starken Regen die Auswaschkapazität um das Vierfache, die Mitführkapazität um das 32-fache und die Korngröße des Mitgeführten um das 64-fache steigen<sup>3)</sup>.

Die Faktoren und Vorgänge der natürlichen Erosion sind in Figur 1 graphisch dargestellt. Die beiden Naturdaten (Klima und Topographie) bedingen gemeinsam die Wassermengen und -geschwindigkeiten, die den natürlichen Erosionsprozeß verursachen. Ohne eine solche ständige natürliche Erosion im Gebirge hätte es die fruchtbaren Ebenen nicht gegeben<sup>4)</sup> und den Landgewinn im Deltagebiet auch nicht. Bei allen Untersuchungen der anthropogenen Erosionserscheinungen dürfen die geologischen Erosionsprozesse nicht außer acht gelassen werden.

In Figur 1 ist auch der kultivierbare Boden eingetragen, der zwar zur natürlichen Bodenerosion nicht beiträgt, aber als Komponente der Natur in den Komplex der von Menschenhand verursachten anthropogenen Erosion im Himalaya



**Figur 1:** Die Ursachenverkettung bei der natürlichen Erosion

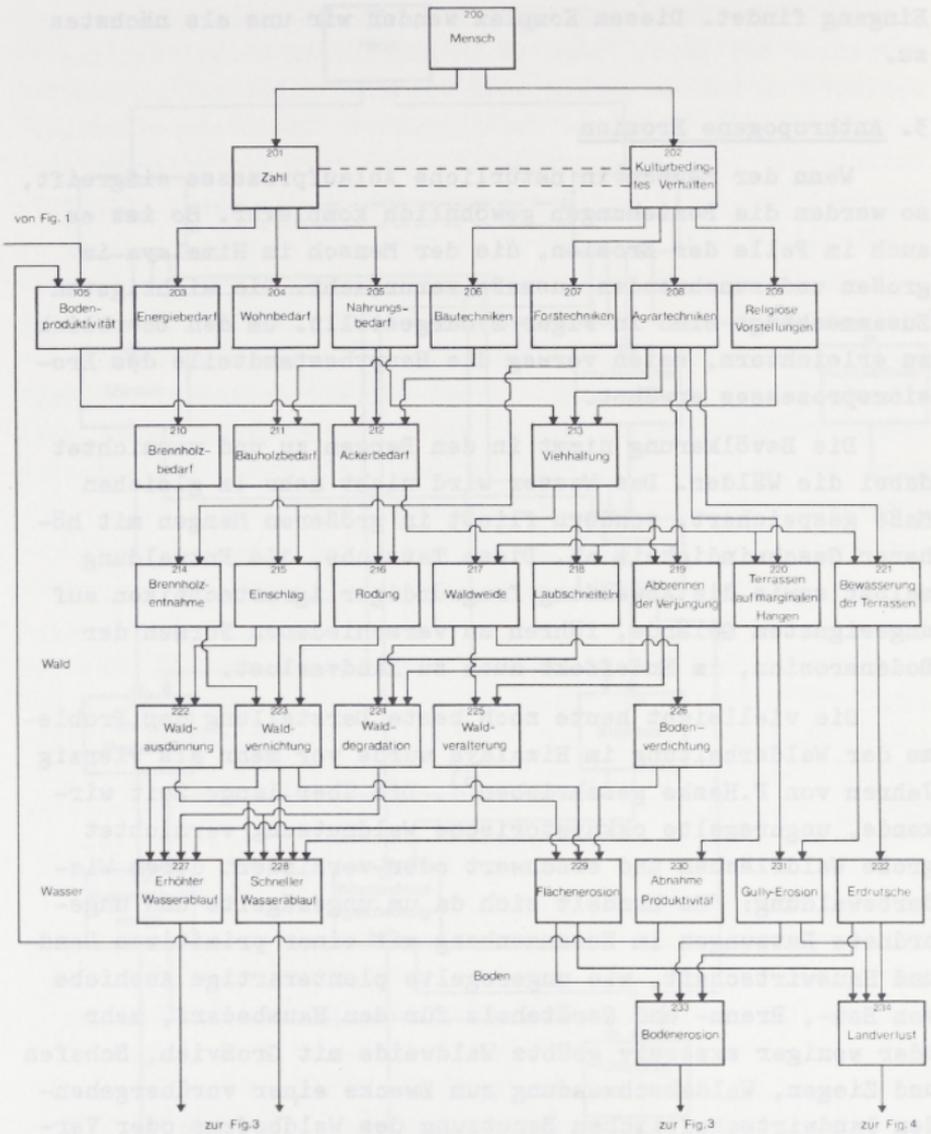
Eingang findet. Diesem Komplex wenden wir uns als nächstes zu.

### 3. Anthropogene Erosion

Wenn der Mensch in natürliche Ablaufprozesse eingreift, so werden die Beziehungen gewöhnlich komplexer. So ist es auch im Falle der Erosion, die der Mensch im Himalaya im großen und zunehmenden Ausmaße verursacht. Die wichtigsten Zusammenhänge sind in Figur 2 dargestellt. Um den Überblick zu erleichtern, seien vorweg die Hauptbestandteile des Erosionsprozesses erwähnt.

Die Bevölkerung nimmt in den Bergen zu und vernichtet dabei die Wälder. Das Wasser wird nicht mehr im gleichen Maße gespeichert, sondern fließt in größeren Mengen mit höherer Geschwindigkeit ab. Diese Tatsache, die Entwaldung selbst sowie die Anwendung fragwürdiger Agrartechniken auf ungeeignetem Gelände, führen zu verschiedenen Formen der Bodenerosion, im Endeffekt auch zu Landverlust.

Die vielleicht heute noch beste Darstellung der Probleme der Walderhaltung im Himalaya wurde vor mehr als vierzig Jahren von F.Heske geschrieben<sup>5)</sup>. Die über lange Zeit wirkende, unregelmäßige okkupatorische Waldnutzung vernichtet große Waldflächen und erschwert oder verhindert deren Wiederbewaldung: "Es handelt sich da um ungezügelter und ungeordneter Nutzungen im Zusammenhang mit einer primitiven Land- und Hauswirtschaft, wie unregelmäßige plenterartige Aushiebe von Bau-, Brenn- und Geräteholz für den Hausbedarf, mehr oder weniger exzessiv geübte Waldweide mit Großvieh, Schafen und Ziegen, Waldabschwendung zum Zwecke einer vorübergehenden landwirtschaftlichen Benutzung des Waldbodens oder Verbesserung der Waldweideverhältnisse." Dabei hängen die "Gefahren der Waldzerstörung damit zusammen, daß die Bevölkerung wächst, gleichzeitig aber die Landwirtschaft so extensiv bleibt wie vor 1000 Jahren"<sup>6)</sup>. Als Heske vor 45 Jahren seine Studien im nordwestindischen Himalayagebiet trieb<sup>7)</sup>, fand er im Vorgebirgsland des Himalaya eine Bevölkerungs-



**Figur 2: Die Ursachenverkettung bei der anthropogenen Erosion**

dichte von etwa 50 Personen je km<sup>2</sup> vor und bezeichnete dies als "außerordentlich dicht besiedelt". Inzwischen ist die Bevölkerungsdichte im Almora Distrikt auf über 90 Personen je km<sup>2</sup> angewachsen<sup>8)</sup>.

Die Anwesenheit des Menschen im Himalaya ist für unser Thema in zweierlei Weise von Bedeutung. Erstens durch seine große und zunehmende Zahl, und zweitens durch seine teils kulturbedingten, teils naturgegebenen Verhaltensweisen. Zum Überleben braucht der Mensch Nahrung, Kleidung, Behausung sowie Energie zum Kochen, gegebenenfalls auch zum Heizen, und diese Bedürfnisse sucht er aus seiner unmittelbaren Umgebung zu befriedigen. Die Art, wie er dies macht, wird durch die ihm vertrauten und überlieferten Techniken sowie durch die in seiner Gesellschaft geltenden Normen und religiösen Vorstellungen geprägt.

### 3.1 Ackerbau

Die Landwirtschaft erfordert Boden, der im Himalaya bei zunehmender Bevölkerungszahl durch Rodung der Wälder gewonnen wird<sup>9)</sup>. Die von einer gegebenen Bevölkerungszahl benötigte Ackerfläche hängt unter anderem von der Bodenproduktivität ab, und diese kann durch die angewandten Agrartechniken erhöht oder aber auch beträchtlich gesenkt werden. Mit zunehmendem Bevölkerungsdruck werden immer ungünstigere, meist steilere Bodenflächen in Betrieb genommen, was zu einer Abnahme des durchschnittlichen Bodenertrags führt. Es wird von extremen Fällen berichtet, in denen sich Bauern in den steilsten Hanglagen an einem Seil festbinden, das oberhalb des Feldes befestigt ist, um Mais zu säen. Sie tragen eine kleine Hacke in einer Hand und den Mund voll Saat. Sie schlagen ein Loch mit der Hacke und blasen ein Saatkorn hinein<sup>10)</sup>.

Normalerweise findet der Anbau auf Steilhängen auf teilweise großartigen - Terrassen statt, wobei noch in erstaunlichen Lagen und winzigen Parzellen mit Ochsen gepflügt wird. Die Qualität der Terrassen wechselt allerdings sehr stark von Ort zu Ort und von Kultur zu Kultur. Die klassi-

sche Reisterrasse hat meist einen etwa 30 cm hohen Außenwall, um die Kultur unter Wasser halten zu können, und bietet einen verhältnismäßig guten Erosionsschutz. Dagegen sind Maisterrassen viel ungünstiger angelegt. Sie haben nicht nur keinen Außenwall, sondern sind absichtlich nach außen geneigt angelegt, um Wasserstau zu verhindern. Solche Terrassen sind natürlich gegen die Bodenabwaschung weniger wirksam<sup>11)</sup>.

Die Bewässerung von Terrassen kann zu einer Erhöhung der Bodenenerträge führen, birgt aber besondere Gefahren in sich. Da die Hauptflüsse meistens weit unterhalb der Terrassen liegen, versucht man, nach Möglichkeit die mit sehr starkem Gefälle herabkommenden Seitenbäche für die Bewässerung der Felder im Haupttal auszunutzen. Die Abzweigstellen werden so hoch angesetzt, daß man das Wasser mit geringem Gefälle am Hang des Seitentales entlangführen kann bis zu den Feldern im Haupttal<sup>12)</sup>. Nur in den seltensten Fällen bestehen Einrichtungen zur Drosselung des Wassereinflaßes bei starken Regenfällen. So kommt es bei solchen bewässerten Terrassen zu gewaltigen Erdrutschen, wenn der Boden bereits gesättigt und wenn sehr steil einfallende Gesteinsschichten das Gewicht nicht mehr halten können. Die für die zusätzliche Wassermenge nicht geeigneten Bewässerungskanäle brechen an den engsten, d.h. aber auch steilsten Stellen, und es kommt zu fortschreitender Gullyerosion<sup>13)</sup>.

### 3.2 Viehhaltung

Die Viehhaltung im Himalaya, die zum Teil aus religiösen Gründen (kein Schlachten der Kühe), sowie aufgrund schlechter Milchleistungen bei Büffeln und Rindern, aber auch wegen des Dungbedarfs zahlenmäßig überhöht ist, nimmt den Wald in zweifacher Weise in Anspruch. Einerseits sind die Wälder dem Vieh das ganze Jahr über zugänglich, und dieses ernährt sich, wenigstens zu einem Teil, von Jungbäumen und den Blättern und Zweigen kleiner Bäume. Andererseits praktizieren die Bauern selbst das Abschlagen von Zweigen (Laubschneiteln) als Viehfutter<sup>14)</sup>.

Das Übertreiben dieser Praxis, das zum Amputieren ganzer Äste führt mit beträchtlicher Schwächung der Bäume, hat wesentlich zum Verschwinden der Wälder beigetragen. Die Verdünnung des Blätterdachs reduziert wesentlich den Bodenschutz, den der Wald gewährt. Die starke Ausleuchtung des Waldbodens fördert den Graswuchs, vergrößert die Waldbrandgefahr und die Stärke des Feuers und ist wiederum indirekt verantwortlich für stärkere Beweidung<sup>15)</sup>. Außerdem führt das Laubschneiteln zum langsamen Absterben schwächerer Bäume. Dadurch kommt es auch zu einer Verminderung des Artenreichtums, da nur solche Bäume übrig bleiben, die eine derartige Behandlung am längsten ertragen. Durch das übermäßige Schneiteln wird das schützende Kronendach des Waldes stark gelichtet, wenn nicht ganz zerstört, wodurch schattenliebendes Unterholz, welches für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Waldbodens von Bedeutung ist, nach und nach verschwindet. Jahn kommt aufgrund einer angenommenen tragbaren Bestoßung der Weiden von einer Einheit (1 Einheit = 1 Schaf) zu dem Schluß, daß die mögliche Kapazität der Weideflächen im Almora Distrikt um das Vierfache überschritten wird.<sup>16)</sup>

Die alljährliche Waldvernichtung durch Feuer steht zumindest teilweise im Zusammenhang mit der Viehhaltung. Seit undenklichen Zeiten brennt der Himalayabauer den trockenen Gras- und Nadelüberzug im Kiefernwald durch künstlich angelegte Bodenfeuer regelmäßig im März ab, um mit der Aschedüngung den jetzt reichlicher aufkommenden Graswuchs zu fördern. Zugleich wird mit den seifenglatten Kiefernnadeln eine Gefahr für das an den Hängen weidende Vieh beseitigt. Wo dieses Abbrennen seit langem geübt wird, ist ein offener Kiefern-Altbestand ohne jede Verjüngung entstanden<sup>17)</sup>. Selbstentzündungen in der trockenen Vor-Monsunzeit kommen auch vor, doch meint Donner, daß absichtlich oder fahrlässig angelegte Waldbrände wohl die Hauptursachen seien: "Die meisten Waldbrände werden durch menschliche Unachtsamkeit verursacht, durch Nachlässigkeit oder Unwissenheit. Manchmal legen sie Feuer mit boshafter Absicht oder aus Groll gegen

die Behörden. Und manchmal entzündeten Kinder oder Hirten die Wälder aus Zeitvertreib. Manche Dörfer verbrennen Abfälle und verlieren die Kontrolle über das Feuer, das sich schließlich ausbreitet und alles in seinem Wege zerstört. Manche Leute entzündeten Brände in der irrtümlichen Annahme, dadurch Zecken und Moskitos auszurotten<sup>18)</sup>.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch auf die in manchen Himalayagebieten noch geübte Praxis des Schwendbaus verwiesen<sup>19)</sup>. In der nordhimalayischen Trockenzone üben Stämme tibetischer Herkunft einen sehr primitiven Wanderhackbau aus. Da die Erträge sehr niedrig sind, ist die abgebrannte Fläche entsprechend groß<sup>20)</sup>.

### 3.3 Brenn- und Nutzholz

Der Energiebedarf im Himalaya wird in Ermangelung von erschlossenen alternativen Energiequellen fast ausschließlich durch Brennholz gedeckt. Dabei werden neben Eichen auch die Kiefern - vor allem im Dickungs- und Stangenholzalter - geschneitelt. Die Bäume werden bis auf einen kleinen Schopf am Gipfel vollständig der Äste beraubt<sup>21)</sup>. Rechnet man mit einem Konsum von  $0,6 \text{ m}^3$  Brennholz je Familie und Jahr<sup>22)</sup>, so dürfte der Verbrauch von Brennholz allein in Nepal heute über eine Million Kubikmeter betragen. Allerdings scheint diese Schätzung das Problem eher unterzubewerten, denn die FAO nennt für die Produktion von Holz in Nepal zum Zwecke des Hausbrands und der Holzkohlerzeugung nicht weniger als 6,6 Millionen  $\text{m}^3$  im Jahre 1967<sup>23)</sup>. In einer Untersuchung über die Gegend von Kalinchowk wird festgestellt, daß über 90 % der Holzentnahme aus dem Wald auf Brennholz entfällt.<sup>24)</sup>

Eine nicht unwesentliche Rolle in der Ausnutzung des Waldes spielt die Deckung des Bauholzbedarfs der Bevölkerung. Je nach Klimazone und lokaler Konstruktionsform (Bau-techniken) wird mehr oder weniger Holz verbaut<sup>25)</sup>. Im West-Himalaya stellte Heske bereits 1931 fest, daß die Deckung des Bauholzbedarfs der Bevölkerung eine beträchtliche Rolle

in der Ausnutzung des Waldes spielt, und zwar wegen der viel Holz verbrauchenden Konstruktionen, primitiver und verschwenderischer Art der Holzzurichtung sowie der geringen Dauerhaftigkeit des Holzes in der tropischen Zone. An zwei Haustypen, dem Gebirgstyp und dem tropischen Bautyp, hat Heske Untersuchungen angestellt. Dabei kommt er zu dem Schluß, daß eine Familie von fünf Köpfen durchschnittlich einen Baumstamm jährlich verbraucht.

Von noch größerer Bedeutung als die viel Holz verbrauchenden Konstruktionen ist aber die Art der Holzzurichtung. Das Hauptwerkzeug ist die Axt, und Bretter, die zur Bedachung des Hauses oder für sonstige Zwecke gebraucht werden, werden nicht mit der Säge geschnitten, sondern lediglich mit der Axt gespalten. Zu diesem Zwecke fällt der Bauherr möglichst nahe seinem Hause einen starken Baum, spaltet den untersten Stammteil bis etwa 2,5 m Länge mit großer Holzverschwendung in einige Brettchen auf und läßt den Rest liegen, da ihm die oberen Stammportionen infolge der beginnenden Äste als nicht gut spaltbar erscheinen. Um die Bretter für die Unterlage eines Tonschieferdaches eines einzigen Hauses zu erzeugen, werden ungefähr 20 große Bauholzstämmen gefällt<sup>26)</sup>. Um der Arbeit des Behauens und Bezimmerns möglichst auszuweichen, werden als Dachsparren junge Kiefernstangen benutzt, bei denen die ganze Arbeit im bloßen Abhacken und Ablängen besteht. Um die Sparren für eine Hütte zu beschaffen, werden 40-50 junge Kiefernstämme ausgehauen<sup>27)</sup>. Auch Mauch bestätigt, daß im mittleren Himalaya (Ostnepal) etwa 70 m<sup>3</sup> Nutzholz pro Haus vernichtet werden, obwohl effektiv weniger als 20 m<sup>3</sup> bei effizienten Bearbeitungsverfahren ausreichen würden<sup>28)</sup>.

Die Nutzholzentnahme, die Rodung, um Ackerflächen zu gewinnen, die Waldweide, das Laubschneiteln und das Abbrennen, im Zusammenhang mit uneffizienten Forst- und Holzbearbeitungstechniken verursachen die Waldausdünnung, Waldveralterung, allgemeine Walddegradation und schließlich die völlige Waldvernichtung.

In einer exemplarischen Berechnung für die Bestände, Reproduktion, Nutzung und Verschwendung der Nutzholzressourcen in der Kalinchowkgegend in Ostnepal legt Mauch die in Tabelle 1 wiedergegebenen Verbrauchsziffern zugrunde<sup>29)</sup>:

Tabelle 1: Nutzholzverbrauch einer Bevölkerung von 25.000 Personen

	Effektive Nutzung m <sup>3</sup>	Nutzungs- grad	Tatsächlicher Einschlag m <sup>3</sup>
Bauholz und Schindeln	150	0,05-0,1	2.300
Brennholz (kleinere Bäume)	40.000	0,8	50.000
Futterlaub (kleine Äste und Zweige)	3.000	0,9	3.000
Insgesamt	43.000	0,8	55.000

Quelle: Mauch, S.P., a.a.O., S.3 f.

Der in diesem Gebiet verfügbare Waldbestand von etwa einer Million Kubikmeter erzeugt etwa 7.000 m<sup>3</sup> Zuwachs pro Jahr, der ohne Verkleinerung des gegenwärtigen Bestandes geschlagen werden könnte. Demnach übersteigt die gegenwärtige Nutzung die Produktion um einen Faktor von über 6, und wenn man die Ineffizienz der Holzverarbeitungsmethoden berücksichtigt, sogar um einen Faktor von fast 8. Es wird klar, daß die Brennholzentnahme den bei weitem größten Druck auf den Wald ausübt, so daß Verbesserungen der sehr niedrigen Effizienz der Bauholzextraktion kaum ins Gewicht fallen würden.

Im Himalaya ist ein Prozeß der Waldzerstörung in vollem Gange, der den Waldbestand in wenigen Jahren vernichtet haben wird. Ohne eine Alternative zum Brennholz als Energiequelle kann dieser Vorgang nicht aufgehalten werden. Andererseits meint Donner, es sei völlig illusorisch, anzuneh-

men, der Durchschnitts-Nepali in den Bergen würde in der nahen Zukunft ein anderes Brennmaterial als Holz zur Verfügung haben.<sup>30)</sup>

### 3.4 Der Einfluß des Waldes auf Wasser und Boden

Der Zustand der Wald- bzw. Vegetationsdecke hat entscheidende Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. Relativ hohe Infiltrationsraten mit einer entsprechenden Verminderung des Oberflächenwasserabflusses und der Flächenerosion sind die bedeutendsten. Sie werden durch die relativ stabile und poröse Struktur der Waldböden sowie durch die schützende Abdeckung aus Blättern und anderen organischen Substanzen verursacht. Kayastha gibt die in Tabelle 2 wiedergegebenen Vergleichszahlen für verschiedene Grade der Bodenbedeckung an, wobei allerdings die Berechnungsweise dieser Zahlen nicht klar bzw. ihr empirischer Gehalt nicht nachgewiesen wird<sup>31)</sup>.

Tabelle 2: Verhältniszahlen des Wasserablaufs bzw. der Bodenabtragung

Art der Bodenbedeckung	Wasserablauf	Bodenabtragung
Wald	1	1
Gras	27	32
Nackter Boden	125	800

Quelle: Kayastha, S.L., a.a.O., S.214.

Zahlreiche Versuche in Europa sowie in Amerika und Japan lieferten Daten, die die Wasserspeicherfähigkeit des Waldes bestätigen. Allerdings sind sie nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse im Himalaya übertragbar. Besonders bei lang anhaltenden, intensiven Regenfällen, wie sie in der Monsunzeit auftreten, wird die Speicherfähigkeit des Waldbodens erschöpft sein, so daß seine Effizienz als Abflubremse rasch nachläßt.

Zusätzlich kann der verstärkte Viehtritt auf entwaldete Flächen eine Verdichtung der Böden und somit eine Beschleunigung des Oberflächenabflusses bewirken, wodurch die Runsenbildung und Tiefenerosion erheblich gefördert wird. Die hohe kinetische Energie der auf den Boden aufschlagenden Regentropfen führt dazu, daß Bodenkrümel zerschlagen werden. Die von den Regentropfen auf einen vegetationsfreien Boden übertragene Energie ist um ein Vielfaches größer als die Energie einer gleichen Menge fließenden Wassers. Dichte Vegetation, vielstöckige Wälder und dichte Grasfluren bremsen die Fallgeschwindigkeit der Regentropfen und verhindern den Aufschlag auf dem Boden. Wo die Walddegradation fortgeschritten ist, ist der Mobilisierungseffekt bei den hohen Niederschlagsmengen, der langen Regendauer und der Größe der Regentropfen bei den meist gewittrigen Starkregen maximal. So kommt es durch die Abschwemmung der mobilisierten Bodenpartikel zu einer Verlagerung nahezu der gesamten Bodenoberfläche in Richtung des Gefälles. Das bedeutet, daß die entwaldeten Steilhänge in relativ kurzer Zeit bis auf den Gesteinsuntergrund erodieren<sup>32)</sup>. Außerdem bewirkt die Entwaldung eine progressive Austrocknung des Bodens, die sich in Überhitzung des Bodens mit schnellerem Abbau der Humusstoffe, abnehmender Wasserbindung, abnehmendem Taufall und höherer Oberflächenverdunstung äußert<sup>33)</sup>.

An die Stelle des dicht geschlossenen Bergwaldes mit seinem lockeren, porösen, in günstiger Humusverfassung befindlichen Boden tritt mit fortschreitender Waldzerstörung fast immer der vergraste Steilhang mit seinem im Zusammenhang mit der Freilage und durch den Tritt zahlloser Weidetiere verdichteten Boden und der kurzgeweideten, dicht abschließenden Grasnarbe, die von einem Netz ungezählter Weidepfade durchkreuzt und eine glatte Oberfläche bietet. Auf diesen vergrasteten Steilhängen herrschen bezüglich des Wasserhaushalts die ungünstigsten Verhältnisse. Der größte Teil des Regenwassers fließt rasch oberflächlich ab. In dieser ständigen Verminderung der gut porösen und für Regenwasser aufnahmefähigen Waldböden und der ständigen Vermehrung der

dichteren und meist mit einer dichten abschließenden Grasnarbe bedeckten Freilandsböden sieht bereits Heske den Kardinalpunkt der Wasserhaushaltsfrage im Westhimalaya<sup>34)</sup>.

In Ergänzung der dargestellten Ursachenverkettung der anthropogenen Erosion sind noch einige weitere Erosionsursachen erwähnenswert. Der durch Entwicklungshilfe unterstützte winterliche Anbau von Weizen gewinnt immer mehr an Bedeutung, wobei allerdings durch die Zunahme der Anbaufläche die für die Rinderhaltung notwendige Stoppelweide im gleichen Maße reduziert wird, so daß die Waldweidenutzung zunimmt. In jüngster Zeit haben mehrere Autoren auf die Tatsache hingewiesen, daß die Entfernung zum schwindenden Wald die Brennholzversorgung derart erschwert, daß der Viehmist als Energiequelle verwendet wird. Dadurch werden dem Boden allerdings wertvolle Nährstoffe entzogen, so daß die Bodenproduktivität weiter absinkt<sup>35)</sup>. Je stärker der Wald und die Weide übernutzt werden, desto schwieriger wird die Viehhaltung und die unerläßliche Düngerproduktion. Der Ersatz für das fehlende Brennholz wird seinerseits spärlich und die Erneuerung des Ackerbodens immer mehr in Frage gestellt<sup>36)</sup>.

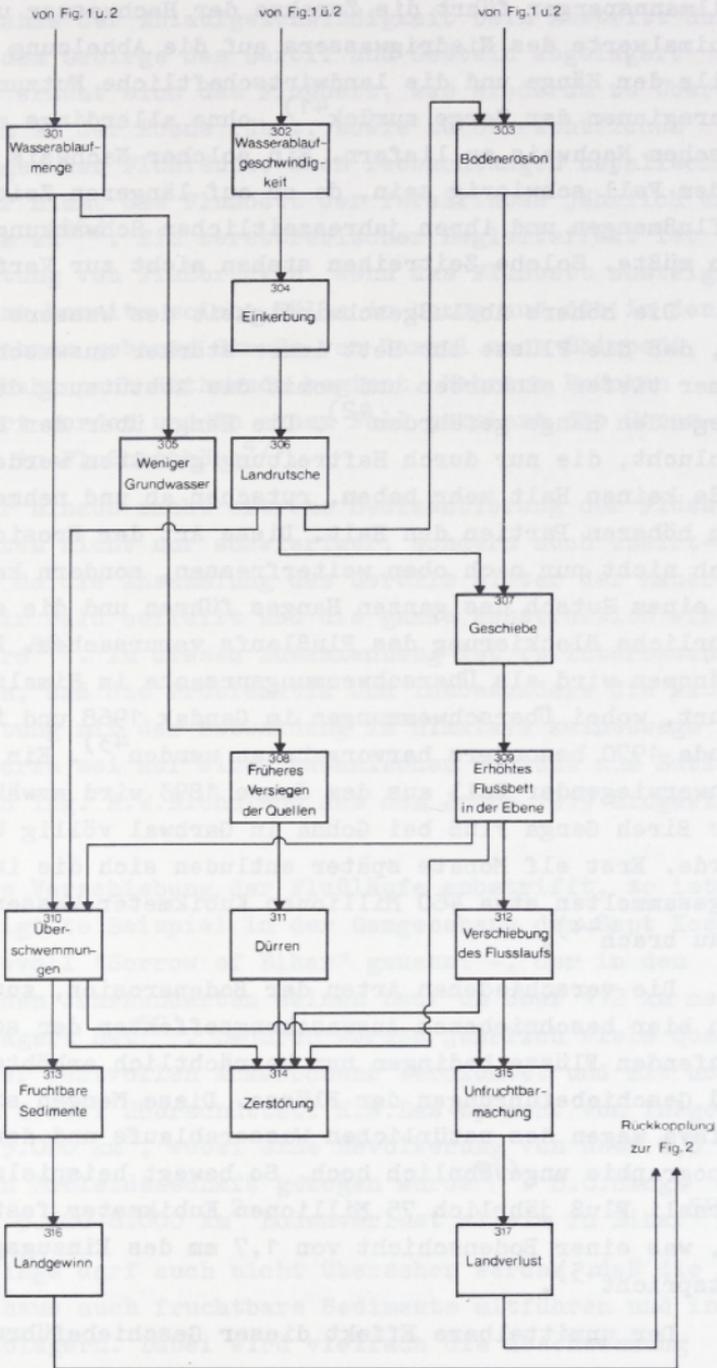
Schließlich müssen auch die erodierenden Auswirkungen des Straßenbaus im Himalaya erwähnt werden. Während manche dieser Straßen in den Tälern angelegt und relativ erosions-sicher sind, ist die Trassenführung in anderen Fällen ungünstiger und verändert den Abwasserfluß der Hänge. Dadurch entsteht Gullyerosion in großem Ausmaß. Die Straßen überqueren vielfach geologisch instabile Hänge und verursachen dadurch Erdbeben. In steilen Hanglagen des Vorderen Himalaya kommt es während des Monsuns häufig zu Verschüttungen der Straßen durch Erdbeben. Diese werden durch das Unterschneiden des Hanges durch den Straßenbau begünstigt. Beim Straßenbau selbst wird der Aushub der Trasse zum Teil einfach in die Flüsse gekippt und erhöht dadurch die Geschiebeprobleme der Flüsse für mehrere Jahre<sup>37)</sup>.

#### 4. Auswirkungen des Himalaya-Wassers in den Flußtäälern und in der Ebene

In Figur 3 werden die Zusammenhänge zwischen natürlicher und anthropogener Erosion einerseits und den Auswirkungen im Flußlauf bzw. in der Ebene andererseits dargestellt.

Der durch die Entwaldung erhöhte Wasserablauf äußert sich in zwei Formen: einerseits durch die erhöhte Wassermenge, andererseits durch die erhöhte Abflußgeschwindigkeit. Die erhöhte Wassermenge kann die Kapazität der Flüsse übersteigen und so im Unterlauf unmittelbar zu Überschwemmungen führen. Außerdem bedeutet die geringere Infiltration eine Abnahme des Grundwasserspiegels und damit auch ein schnelleres Versiegen der Bergquellen. Quellen spielen im Gebirge eine bedeutende Rolle als Lieferanten von Trink- und auch Bewässerungswasser. Nach Jahn scheint es kaum zweifelhaft zu sein, daß ein deutliches Nachlassen oder das völlige Versiegen zahlreicher Quellen in den letzten Jahrzehnten durch den Raubbau an den Wäldern stattgefunden hat<sup>38)</sup>, und Donner bestätigt, daß mit fortschreitender Zerstörung der natürlichen Bodendecke die Quellen im Gebirge immer früher versiegen. In zahlreichen von ihm aufgesuchten Dörfern in Nepal gaben die Bauern an, daß sie im Vergleich zu ihren Eltern das Wasser von weiter herholen müssen, genauso wie das Brennholz<sup>39)</sup>.

Mit dem schnelleren Abfluß des Wassers dürfte aber auch der Wassermangel in der regenarmen Jahreszeit zusammenhängen. Bereits 1931 schien es Heske im hohen Grade wahrscheinlich, daß in der Trockenzeit die Gewässer aus bewaldeten Gebieten reichlicher, nachhaltiger und gleichmäßiger gespeist werden als jene aus Gebieten, in denen kahle, vergaste Hänge vorherrschen, und meint, daß künftige Untersuchungen wohl bestätigen werden, daß in Indien mit seiner ausgeprägten Trockenzeit diese Zusammenhänge noch weit mehr auftreten<sup>40)</sup>. Allerdings scheinen derartige Untersuchungen im Himalayagebiet nicht unternommen worden zu sein, so daß man sich auf eine Plausibilitätsvermutung beschränken muß.



**Figur 3:** Die Ursachenverkettung in den Flußtälern und in der Ebene

Kollmannsperger führt die Zunahme der Hochwasser und die Minimalwerte des Niedrigwassers auf die Abholzung der oberen Teile der Hänge und die landwirtschaftliche Nutzung der Höhenregionen der Berge zurück<sup>41)</sup>, ohne allerdings einen empirischen Nachweis zu liefern. Ein solcher Nachweis dürfte in jedem Fall schwierig sein, da er auf längeren Zeitreihen der Abflusmengen und ihren jahreszeitlichen Schwankungen basieren müßte. Solche Zeitreihen stehen nicht zur Verfügung.

Die höhere Abflußgeschwindigkeit des Wassers führt dazu, daß die Flüsse ihr Bett immer stärker auswaschen, sich immer tiefer einkerben und somit die Abstützung der darüber liegenden Hänge gefährden<sup>42)</sup>. Die Hänge über der Bachschlucht, die nur durch Haftreibung gehalten werden und am Fuße keinen Halt mehr haben, rutschen ab und nehmen dadurch den höheren Partien den Halt. Diese Art der Erosion kann sich nicht nur nach oben weiterfressen, sondern kann auch zu einem Rutsch des ganzen Hanges führen und die sehr gefährliche Blockierung des Flußlaufs verursachen. Dieses Phänomen wird als Überschwemmungsursache im Himalaya angeführt, wobei Überschwemmungen im Gandak 1968 und im Alaknanda 1970 besonders hervorgehoben werden<sup>43)</sup>. Ein besonders schwerwiegender Fall aus dem Jahre 1893 wird erwähnt, als der Bireh Ganga Fluß bei Gohna in Garhwal völlig blockiert wurde. Erst elf Monate später entluden sich die inzwischen angesammelten etwa 460 Millionen Kubikmeter Wasser, als der Stau brach<sup>44)</sup>.

Die verschiedenen Arten der Bodenerosion, zusammen mit den hier beschriebenen Auswaschungseffekten der schneller laufenden Flüsse bedingen nun beträchtlich erhöhte Sediment- und Geschiebeführungen der Flüsse. Diese Mengen sind im Himalaya wegen des natürlichen Wasserablaufs und der steilen Topographie ungewöhnlich hoch. So bewegt beispielsweise der Karnali Fluß jährlich 75 Millionen Kubikmeter festes Material, was einer Bodenschicht von 1,7 mm des Einzugsgebietes entspricht<sup>45)</sup>.

Der unmittelbare Effekt dieser Geschiebeführung ist,

daß bei Abnahme der Ablaufgeschwindigkeit beim Austritt der Flüsse aus dem Gebirge das Geröll und Gestein abgelagert wird. Somit erhöht sich das Flußbett, was wiederum zu Überschwemmungen in der Ebene führt, sowie zu beträchtlichen Verschiebungen der Flußläufe. Nach Beobachtungen nepalischer Forstbeamter nimmt das Flußbett der Teraiflüsse jährlich um 15 bis 30 cm zu<sup>46)</sup>. Ein zerstörerischer Begleiteffekt ist die Vernichtung von Flußbrücken, wenn das Flußbett ansteigt. Robbe erwähnt bereits solche Fälle in bezug auf die in den Zwanziger Jahren gebaute Straße von Raxaul nach Bhimpedi, wo die Seilbahn nach Kathmandu beginnt. Mehrere Brücken sind zerstört worden und in einem Fall passiert die Straße den Fluß in Flußbetthöhe<sup>47)</sup>.

Darüber hinaus macht extreme Sedimentierung der Flüsse die Dammbauten nicht nur schwieriger, sondern auch unwirtschaftlich, da die Ansammlung des Gerölls hinter der Mauer das Reservoir bald auffüllt und die ganze Konstruktion wirkungslos wird<sup>48)</sup>. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu vermerken, daß die Problematik und insbesondere die kausale Verkettung mit der Entwaldung im Himalaya keineswegs neu ist. Hierzu sei auf einen technischen Bericht zum Sutlej Stauwerk von Ing. H.W.Nicholson aus dem Jahre 1919 hingewiesen<sup>49)</sup>.

Was die Verschiebung der Flußläufe anbetrifft, so ist das berüchtigtste Beispiel in der Gangesebene der Sapt Kosi - auch liebevoll "Sorrow of Bihar" genannt -, der in den letzten beiden Jahrhunderten seinen Lauf um über 112 km nach Westen verlagert hat<sup>50)</sup>. Dadurch werden jährlich viele Quadratkilometer wertvollen Ackerbodens vernichtet und mit unfruchtbarem Geröll überschüttet. K.N.Das spricht von insgesamt über 15.000 km<sup>2</sup>, wobei eine Bevölkerung von über 6,5 Millionen in Mitleidenschaft gezogen wurde<sup>51)</sup>. S.C.Singh spricht von 5.000-8.000 km<sup>2</sup> Bodenverlust allein in Bihar<sup>52)</sup>.

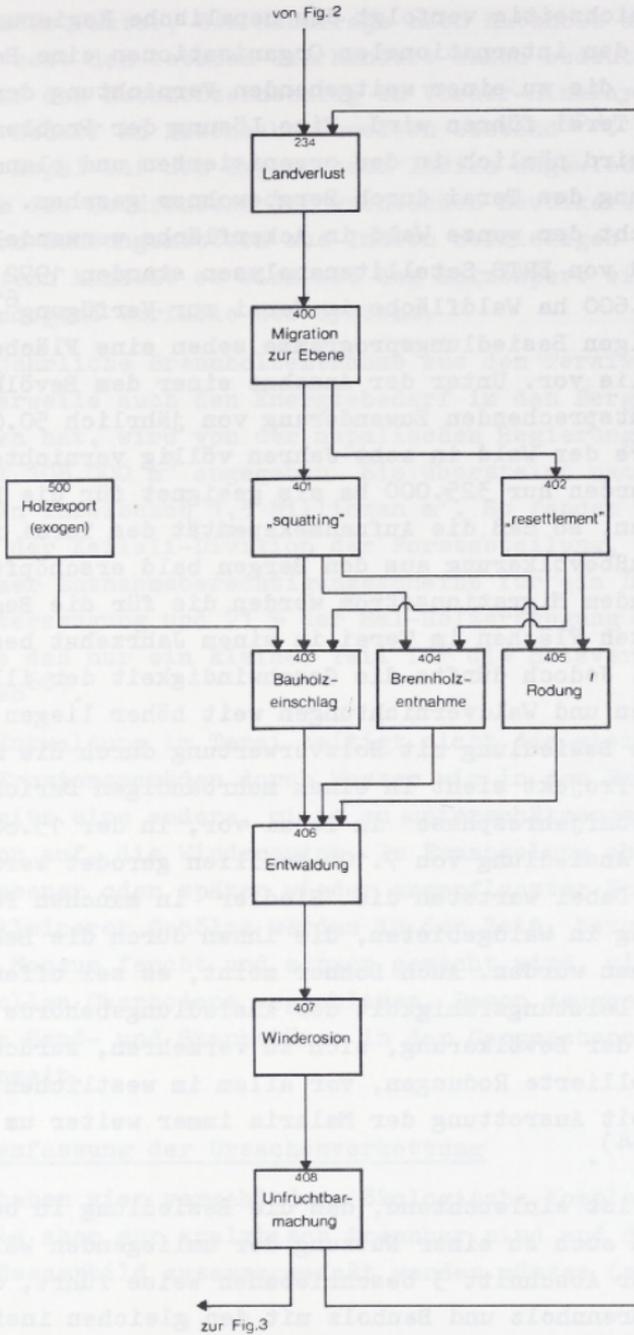
Allerdings darf auch nicht übersehen werden, daß die Flüsse durchaus auch fruchtbare Sedimente mitführen und in der Ebene ablagern. Dabei wird vielfach die Abschwemmung

fruchtbaren Bodens als der wichtigste Exportartikel Nepals bezeichnet<sup>53)</sup>. Insgesamt sollen angeblich 240 Millionen Kubikmeter Boden jährlich aus Nepal "exportiert" werden<sup>54)</sup>. Das Ende des Gangesstromes sieht Newby 100 Kilometer weit in der Bucht von Bengalen, wo die langen Sandzungen in die Tiefe ragen, oder noch weiter, 640 Kilometer weit im Indischen Ozean, wo das Meer durch die heruntergetragenen Sedimente noch gefärbt ist<sup>55)</sup>.

## 5. Migration

Der Bevölkerungsdruck in den Bergen hat zu Entwaldung und Erosion geführt und jährlich wird die Situation kritischer. Für viele Nepali besteht keine andere Wahl, als sich nach anderen Lebensmöglichkeiten umzusehen. Dazu bietet die Teraiebene am Fuße der Himalayaausläufer eine Gelegenheit, nachdem der Hauptgrund für ihre bisher dünne Besiedlung, nämlich die Malaria, beseitigt worden ist. In der Tat lassen sich immer mehr Bergbewohner im Terai nieder. Dabei sind es naturgemäß die jüngeren und unternehmungsfreudigeren Menschen, die den Schritt ins Terai wagen, so daß eine überaltete und Hilfsprogrammen weniger aufgeschlossene Bevölkerung in den Bergen zurückbleibt<sup>56)</sup>.

Aber durch den Migrationsstrom werden auch in der Ebene neue Probleme aufgeworfen. Die Ursachenverkettung ist in Figur 4 dargestellt. Zunächst bedeutet die illegale Inbesitznahme von Land im Terai - "squatting" - eine neue Belastung für den dort befindlichen Wald. Seit 1952 hat sich zum Beispiel die Bevölkerung der östlichen Terai-Distrikte Nepals fast verdoppelt, und gleichzeitig wurden die Waldreserven jener Gegend auf die Hälfte reduziert<sup>57)</sup>. Die Nachfrage ist aber nicht nur in Ostnepal sehr groß. Die Weltbank hat ermittelt, daß in den 60er Jahren etwa 400.000 Siedler in das Terai eingewandert sind und daß 180.000 ha besiedelt wurden, davon 130.000 ha illegal<sup>58)</sup>. Die FAO setzt die Zahl noch höher an und meint, daß etwa 36.000 ha Nutzwald jährlich durch illegale Inbesitznahme verloren werden<sup>59)</sup>.



**Figur 4:** Die Ursachenverkettung bei der Migration ins Terai

Gleichzeitig verfolgt die nepalische Regierung zusammen mit den internationalen Organisationen eine Besiedlungspolitik, die zu einer weitgehenden Vernichtung der Bewaldung im Terai führen wird. Eine Lösung der Probleme in den Bergen wird nämlich in der organisierten und planmäßigen Besiedlung des Terai durch Bergbewohner gesehen. Allerdings soll nicht der ganze Wald in Ackerfläche verwandelt werden<sup>60)</sup>. Aufgrund von ERTS-Satellitenanalysen standen 1972 nicht mehr als 818.600 ha Waldfläche im Terai zur Verfügung<sup>61)</sup>. Die gegenwärtigen Besiedlungsprogramme sehen eine Fläche von 2 ha je Familie vor. Unter der Annahme einer dem Bevölkerungsdruck entsprechenden Zuwanderung von jährlich 50.000 Familien wäre der Wald in acht Jahren völlig vernichtet. Allerdings werden nur 325.000 ha als geeignet für die Besiedlung angesehen, so daß die Aufnahmekapazität des Terai für die Überschußbevölkerung aus den Bergen bald erschöpft ist. Bei anhaltendem Migrationsstrom werden die für die Beackerung geeigneten Flächen im Terai in einem Jahrzehnt besetzt sein<sup>62)</sup>. Jedoch dürfte die Geschwindigkeit der illegalen Besetzungen und Waldvernichtungen weit höher liegen als die geplante Besiedlung mit Holzverwertung durch die Regierung. Ein FAO-Projekt sieht in einem mehrbändigen Bericht eine "erste Fünfjahresphase" im Terai vor, in der 15.800 ha Wald für die Ansiedlung von 7.100 Familien gerodet werden sollen<sup>63)</sup>. Dabei warteten die "Siedler" in manchen Fällen schon jahrelang in Waldgebieten, die ihnen durch die Behörden zugesprochen wurden. Auch Donner meint, es sei offensichtlich, daß die Leistungsfähigkeit der Ansiedlungsbehörde weit hinter der der Bevölkerung, sich zu vermehren, zurückbleibt. Unkontrollierte Rodungen, vor allem im westlichen Terai, haben seit Ausrottung der Malaria immer weiter um sich gegriffen<sup>64)</sup>.

Es ist einleuchtend, daß die Besiedlung in bewaldeten Gegenden auch zu einer Nutzung der umliegenden Wälder in der unter Abschnitt 3 beschriebenen Weise führt, d.h., es werden Brennholz und Bauholz mit den gleichen ineffizienten Techniken entnommen. Hinzu kommt ein zunächst als exogen

erscheinender Faktor, die Nachfrage nach Nutzholz aus Indien. Diese hat seit dem letzten Jahrhundert einen bedeutenden Einfluß auf den Nutzholzeinschlag im Vorder-Himalaya, als ein hoher Bedarf an Eisenbahnschwellen bestand<sup>65)</sup>. Allerdings ist Nepal auf den Export nach Indien angewiesen, nicht zuletzt um die Bedürfnisse der wachsenden Bevölkerung durch Importe von Nahrungsmitteln aus Indien befriedigen zu können. Insofern handelt es sich bei dem Holzexport eigentlich um eine endogene Variable des Systems.

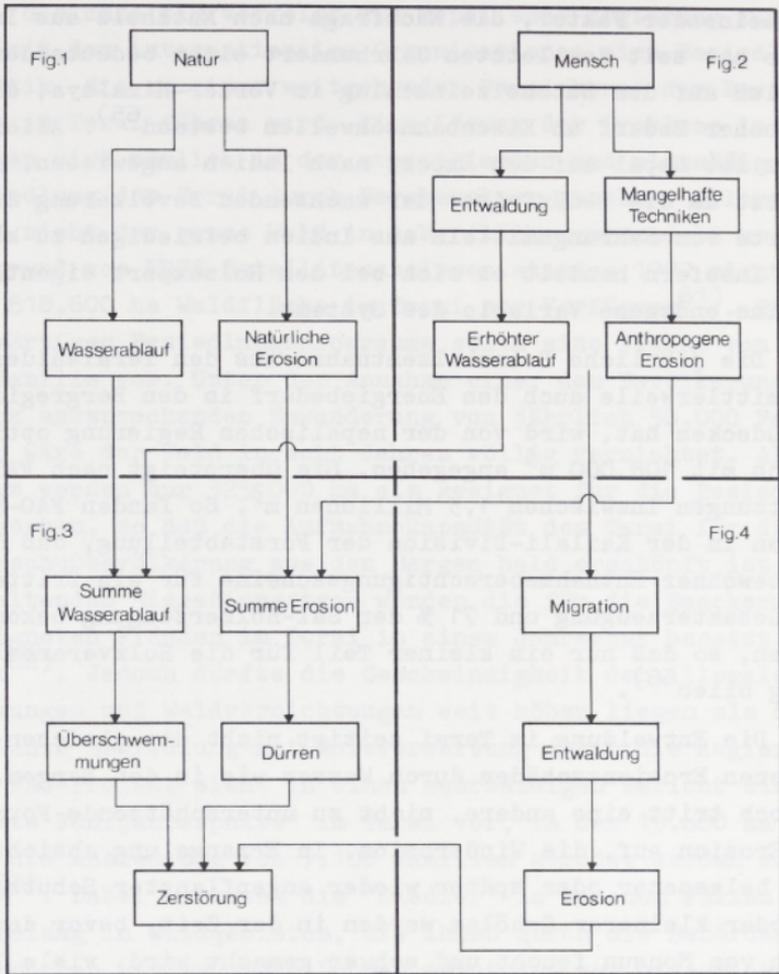
Die jährliche Brennholzentnahme aus den Teraiwäldern, die mittlerweile auch den Energiebedarf in den Bergregionen mitzudecken hat, wird von der nepalischen Regierung optimistisch mit 108.000 m<sup>3</sup> angegeben. Sie übersteigt nach FAO-Schätzungen inzwischen 1,3 Millionen m<sup>3</sup>. So fanden FAO-Experten in der Kailali-Division der Forstabteilung, daß die Dorfbewohner Entnahmeberechtigungsscheine für ein Drittel der Gesamterzeugung und 71 % der Sal-Holzerzeugung bekommen hatten, so daß nur ein kleiner Teil für die Holzverarbeitung übrig blieb<sup>66)</sup>.

Die Entwaldung im Terai zeitigt nicht die gleichen schweren Erosionsschäden durch Wasser wie in den Bergen. Dennoch tritt eine andere, nicht zu unterschätzende Form der Erosion auf, die Winderosion. In Ermangelung absichtlich belassener oder später wieder angepflanzter Schutzgürtel oder kleinerer Gehölze werden in der Zeit, bevor der Boden vom Monsun feucht und schwer gemacht wird, viele Tonnen wertvollen Oberbodens weggeblasen. Davon zeugen auch die brennenden Sand- und Staubstürme in der Gangesebene in der Vor-Monsunzeit.

## 6. Zusammenfassung der Ursachenverkettung

Wir haben vier verschiedene ökologische Komplexe dargestellt, die aber nur analytisch trennbar sind und daher nun zu einem Gesamtbild zusammengefaßt werden müssen (siehe Figur 5).

Zunächst hatten wir den ganz natürlichen Erosionsprozeß



**Figur 5:** Die Ursachenverkettung der ökologischen Störungen im Himalaya

im Himalaya dargestellt und gezeigt, wie durch topographische und klimatische Gegebenheiten der Vorgang der Abtragung durch das Himalayawasser bedingt ist. Hier muß betont werden, daß Überschwemmungen und Dürren in der Ebene natürliche Gegebenheiten sind, die auch durch eine vollständige Wiederherstellung der geschlossenen Bewaldung im Himalaya nicht auszuschließen wären.

Im zweiten Schritt wurde aber gezeigt, wie durch den Bevölkerungsdruck der Wald nicht nur genutzt, sondern gelichtet und vernichtet wird, mit direkten Folgen für den Wasserablauf und die Bodenerosion. Daran schloß sich die Betrachtung der Auswirkung dieser Vorgänge in den Unterläufen der Flüsse an, die neue Erosionsprozesse einschließen und Intensität, Ausmaß und Frequenz der Überschwemmungen und Dürren erhöhen.

#### Fußnoten

- 1) Die vorliegende Arbeit basiert im wesentlichen auf einer Literaturanalyse, die im Auftrag des Bundesministers für wirtschaftliche Zusammenarbeit angefertigt wurde. Dem Ministerium gebührt Dank für die Erlaubnis, die hier vorgelegten Ergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich machen zu dürfen. Für Verbesserungsvorschläge bin ich den Herren H.Uhlig und W.Haffner, Universität Gießen, dankbar.
- 2) Nach Donner ist das Gebirge sozusagen noch "auf der Suche nach seiner endgültigen Form". Donner, W.: Nepal, Raum, Mensch und Wirtschaft. Wiesbaden 1972, S.230.
- 3) Tempany, H. and Grist, D.H.: Introduction to Tropical Agriculture. London 1958, S.88.
- 4) Donner, W.: a.a.O., S.230.
- 5) Heske, F.: Probleme der Walderhaltung im Himalaya. Berlin 1931. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß das von Heske beschriebene Gebiet zu diesem Zeitpunkt nicht von der britisch-indischen Forstverwaltung betreut wurde.
- 6) Ibid., S.593.
- 7) Heske dazu: "Es darf bemerkt werden, daß diese Studien nicht auf flüchtigen Exkursionen, sondern im Zusammen-

- hang mit praktischen, forstwirtschaftlich-organisatorischen Arbeiten, die ich als forstlicher Berater des Maharaja von Tehri-Garhwal auszuführen hatte, auf mehreren langen Expeditionen in das Innere des Garhwal Himalaya besonders in die Quellgebiete des Ganges, Jamuna und Tons gepflogen wurden".
- 8) Kollmannsperger, F.: Die Situation der Erosion im Distrikt Almora im indischen Staat Uttar Pradesh (Kumaon-Himalaya), vervielfältigtes GTZ-Gutachten, Kathmandu 1975, S.3.
  - 9) Heske, F.: a.a.O., S.554.
  - 10) Mathema, P.R.B.: Agricultural Development in Nepal. Editor: Jaya Schree Mathema, Kathmandu 1966, S.17.
  - 11) Vgl. Donner, W.: a.a.O., S.242.
  - 12) Nitz, H.J.: Formen bäuerlicher Landnutzung und ihre räumliche Ordnung im vorderen Himalaya von Kumaon (Nordwestindien); in: Heidelberger Geographische Arbeiten, Heft 15, Heidelberger Studien zur Kulturgeographie, Festgabe für Gottfried Pfeifer. Wiesbaden 1966, S.318.
  - 13) FAO, Tautscher, O.: Torrent and Erosion Control, Report to the Govt. of Nepal. Rome 1974, S.8.
  - 14) Donner, W.: a.a.O., S.354.
  - 15) Robbe, E.: Report to the Government of Nepal on Forestry, EPTA/FAO Report No.209. Rome 1954.
  - 16) Jahn, H.C.: Forstwirtschaft im Distrikt Almora, Provinz Uttar Pradesh, Indien; vervielf. Manuskript. München 1975, S.14.
  - 17) Nitz, H.J.: a.a.O., S.328; und Heske, F.: a.a.O., S.564.
  - 18) Rising Nepal, 28.10.68, zitiert nach Donner, a.a.O., S.355.
  - 19) Vgl. Donner, W.: a.a.O., S.356.
  - 20) Robbe, E.: a.a.O., S.25.
  - 21) Jahn, H.C.: a.a.O., S.16.
  - 22) Robbe, E.: a.a.O.
  - 23) Donner, W.: a.a.O., S.354.
  - 24) Mauch, S.P.: The long term perspective of the Region's Forest Resources - and the associated availability of firewood, cattle fodder and construction material for the local population. Integrated Hill Development Project. Zürich 1974 (vervielfältigt).

- 25) Kleinert, C.: Haus- und Siedlungsformen im Nepal-Himalaya unter Berücksichtigung klimatischer Faktoren; in: Hochgebirgsforschung, Bd.4. München 1973.
- 26) Heske, F.: S.571.
- 27) Ibid., S.572.
- 28) Mauch, S.P.: a.a.O., S.9.
- 29) Ibid., S.3 ff.
- 30) Donner, W.: a.a.O., S.354.
- 31) Kayastha, S.L.: Conservation of Natural Resources in the Himalaya - A Vital Need; in: National Geographic Journal of India, Vol.XVI, Part III-IV. Varanasi 1970, S.214.
- 32) Kollmannsperger, F.: Erosion und Erosionskontrolle im Pokhara-Gebiet in Nepal im Rahmen bäuerlicher Selbsthilfe im Anschluß an das Entwicklungsprojekt (FE 1304), BiE-Untersuchung, (vervielfältigtes Manuskript) 1974, S.55.
- 33) Ibid.
- 34) Heske, F.: a.a.O., S.584.
- 35) Eckholm, E.P.: The Deterioration of Mountain Environments, Ecological Stress in the Highlands of Asia, Latin America, and Africa takes a mounting social toll; in: Science, Vol.189, 1975. Högger, R.: Die Schweiz in Nepal - Erfahrungen und Fragen aus der schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit mit Nepal. Bern und Stuttgart 1975.
- 36) Högger, R.: a.a.O., S.141.
- 37) FAO, Tautscher, O.: a.a.O., S.9.
- 38) Jahn, H.C.: a.a.O., S.5.
- 39) Donner, W.: a.a.O., S.223.
- 40) Heske, F.: a.a.O., S.586.
- 41) Kollmannsperger, F.: Erosion und Erosionskontrolle im Pokhara-Gebiet, a.a.O., S.57.
- 42) FAO/IBRD Cooperative Programme, Report of the Nepal Trisuli Watershed Rural Development Project Preparation Mission, Annex 9, S.2.
- 43) FAO, Tautscher, O.: a.a.O., S.3; und Ahmad, E.: The Ganga - A Study in River Geography; in: The Geographer, Vol. XVIII, 1971 (The Aligarh Muslim University Geographical Society), S.79.

- 44) Gairola, S.S.: Flood Problems on the Ganga Drainage Basin, in: The National Geographic Journal of India, Vol. I, Part I, Banares 1955, S.29.
- 45) IBRD, Nepal Agricultural Sector Survey, Vol. III, Annex 6, S.2.
- 46) His Majesty's Government of Nepal, Draft Proposals of Task Force on Land Use and Erosion Control, 1974.
- 47) Robbe, E.: a.a.O., S.20.
- 48) Donner, W.: a.a.O., S.230.
- 49) Nicholson, H.W., zitiert bei Heske, F.: a.a.O., S.581.
- 50) Das, K.N.: Westward Shift in the Courses of the Kosi, in: The National Geographical Journal of India, Vol. XIV, Varanasi 1968; Singh, S.C.: Changes in the Course of the Kosi, In: The National Geographical Journal of India, Vol. XVI, Varanasi 1970; Donner, W.: a.a.O.
- 51) Das, K.N.: a.a.O., S.24.
- 52) Singh, S.C.: a.a.O., S.254.
- 53) Donner, W.: a.a.O., S.240; Eckholm, E.P.: a.a.O., S.764.
- 54) IBRD, Nepal Agricultural Sector Survey, a.a.O., S.2.
- 55) Newby, E.: Introduction to Ganga, Sacred River of India, Photographs by Raghubir Singh. Hongkong 1974, S.44.
- 56) Eckholm, E.P.: a.a.O., S.764.
- 57) Högger, R.: a.a.O., S.142.
- 58) IBRD, Nepal Agricultural Sector Survey, a.a.O., Annex 1, S.5.
- 59) UNDP/FAO, Forest Development Nepal, Land Use. 1974, S.7.
- 60) IBRD, Economic Situation and Prospects of Nepal, 1973, S.4.
- 61) UNDP/FAO, Forest Development Nepal, a.a.O., S.7.
- 62) Eckholm, E.P.: a.a.O., S.765.
- 63) FAO/IBRD Report of the Nepal Terai Settlement Project Preparation Mission, Vol. I, 1973, S. (i).
- 64) Donner, W.: a.a.O., S.360.
- 65) Pandey, J.N.: Forest Resource Use and Conservation in Eastern Uttar Pradesh; in: The National Geographical

Journal of India, Vol.XVI, Varanasi 1970, S.120.

- 66) IBRD, Nepal Agricultural Sector Survey, a.a.O., Annex 2, S.18.
- 67) Donner,W.: a.a.O., S.239.