

Marten Lößner, Christian Schmelz

**Naturgefahren bei Ghandruk –
Ursachen, Auswirkungen und Risikomanagement**



1. EINLEITUNG

1.1 Problemstellung

Aufgrund der extremen Reliefsituation in Nepal und den mächtigen, stark verwitterten Böden stellen Massenbewegungen während und nach der Regenzeit eine ernst zu nehmende Gefahr für Mensch und Landwirtschaft dar. Jedes Jahr gibt es in Nepal viele Hangrutschungen, die enorme Schäden an Gebäuden, Verkehrswegen und landwirtschaftlichen Flächen anrichten und somit die Volkswirtschaft Nepals schädigen. 12.000 Rutschungen an einem Tag im Jahr 1993 (vgl. KRAUTER, 1994:425) zeigen, welche extremen Ausmaße die Massenbewegungen haben können. Daher liegt es nahe, in einem ausgewählten Untersuchungsgebiet beispielhaft herauszufinden, wo, wann und mit welcher Häufigkeit Massenbewegungen, speziell Hangrutschungen, auftreten, welchen Schaden diese anrichten, wie die lokale Bevölkerung damit umgeht und wie hoch das Gefahrenpotenzial für dieses Gebiet einzuschätzen ist.

1.2 Zielsetzung

Ziel des Projekts „Naturgefahren bei Ghandruk – Ursachen, Auswirkungen und Risikomanagement“ ist es, die Naturgefahren in der Umgebung der Ortschaft Ghandruk (Annapurna-Region, Zentralnepal, Himalaya-Südabdachung) zu inventarisieren sowie ihre individuelle Bedeutung für die Lokalbevölkerung zu analysieren und zu bewerten. Der Schwerpunkt der Projektarbeit gilt dabei der Untersuchung der Gefahr durch Hangrutschungen. Folgende Fragen sollen im Einzelnen beantwortet werden:

- Welche Arten von Naturgefahren (Erdbeben, Hagel, Starkregen, Fluten, Lawinen, Hangrutschungen usw.) treten im Untersuchungsgebiet wann und wo auf?
- Wie häufig treten im Untersuchungsgebiet speziell Hangrutschungen auf?
- Welches sind die Auslöser für Hangrutschungen (z. B. Übernutzung der landwirtschaftlichen Fläche)?
- Welche Schäden verursachen Hangrutschungen (qualitativ und quantitativ)?
- Gibt es ein Gefahrenbewusstsein bei der Bevölkerung von Ghandruk?
- Welche Präventionsmaßnahmen werden von der Bevölkerung angewendet?
- Welche Risikomanagementstrukturen gibt es (Frühwarnsysteme, Nachbarschaftshilfe, Versicherungen, Entschädigung, staatliche Hilfe bei Extremereignissen usw.)?

Primär geht es darum, die Situation der Menschen vor Ort zu beschreiben und zu verstehen, damit später langfristige, realistische Handlungsoptionen zur Verringerung der Schäden durch Naturgefahren erarbeitet werden können, die die Bevölkerung auch umsetzen kann.

1.3 Stand der Forschung

1.3.1 Ursachen und Auswirkungen von Massenbewegungen in Nepal

Diverse Faktoren begünstigen Massenbewegungen in Nepal, besonders südlich der Himalaya-Hauptkette. Hervorzuheben sind:

- Das subtropische **Monsunklima**, welches über Jahrtausende die Verwitterung des geologischen Ausgangsmaterials begünstigt und somit mächtige, stark verwitterte Böden geschaffen hat. Diese Böden werden während der Regenzeit mit Wasser übersättigt und destabilisiert. Hinzu kommt das erhöhte Abflussregime der Flüsse während der Regenzeit, welches die Hänge unterschneidet und somit ebenfalls zur Destabilisierung der Hänge beiträgt.
- Die extrem hohe **Reliefenergie**, die aus den gewaltigen Höhenunterschieden auf kurzer Distanz resultiert, fördert Massenbewegungen. Je steiler der Hang ist, desto höher muss die innere Reibung des anliegenden Materials sein, um nicht zu rutschen. Um die tief verwitterten Böden am Hang zu stabilisieren, sind entweder Wald oder Terrassen nötig. Unkonsolidiertes Material würde bei der nächsten Regenzeit vom Hang gewaschen werden.
- Die stark verwitterten **Böden** sind am Hang zwar leicht zu bearbeiten, aber schwer zu stabilisieren. Des Weiteren ist es aufgrund dieser Böden äußerst schwierig, Straßen zu bauen, ohne Hanginstabilitäten zu verursachen.
- Die **Degradierung der Vegetation** begünstigt die Destabilisierung der Hänge, da der Boden nicht mehr durch das Wurzelsystem zusammengehalten wird.
- Das hohe **Bevölkerungswachstum** induziert die Neuerschließung landwirtschaftlicher Flächen in gefährdeten Gebieten. Dadurch werden zunehmend naturnahe Wälder degradiert (vgl. KRAUTER, 1994:426). Darüber hinaus kann z. B. die Intensivierung der Weidewirtschaft zu Trittschäden an bereits destabilisierten Hängen führen.

In Nepal unterscheidet man sechs Formen der Landnutzung (vgl. JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:179):

1. *khet* (Bewässerungsterrassen / Bewässerungsfeldbau)
2. *bari* (Trockenterrassen / Trocken- bzw. Regenfeldbau)
3. *pakho* (Freifläche)
4. *charan* (Weide)
5. *ban* (Wald)
6. *gaun* (Siedlung)

Welche dieser Landnutzungsformen die Erosion stärker begünstigt als andere, ist noch nicht vollständig geklärt. GERRARD & GARDNER (2002) haben diesen Sachverhalt untersucht und kommen zu dem Schluss, dass besonders Brachland von Hangrutschungen betroffen ist. Ansonsten gilt: Je weniger Vegetation vorhanden ist, desto größer ist das Rutschungsrisiko. Anscheinend sind die beiden Terrassenformen *bari* und *khet* relativ stabil. *Khet*-Land ist arbeitsaufwendiger als *bari* und anfälliger für kleinere Schäden am Bewässerungssystem. Die Stabilität der Terrassen lässt stark nach, wenn sie aufgegeben werden. Die Fläche mit Brachland sollte daher möglichst klein gehalten werden. Nach GERRARD & GARDNER (2002) sind also die am dichtesten besiedelten und bewirtschafteten Gebiete diejenigen, die am wenigsten von Hangrutschungen betroffen sind. Da sich die genannten Landnutzungsformen über Jahrtausende etabliert haben, sind sie gut an die Natur und das technische Vermögen der Menschen angepasst. Nichtsdestotrotz ist die intensive Bewirtschaftung relativ instabiler Hänge eine Gradwanderung zwischen zu erwirtschaftendem Ertrag und Rutschungsrisiko. Der Bauer ist dabei gefordert, die Faktoren, welche die Hangstabilität herabsetzen, durch enormen Arbeitsaufwand zu minimieren (Terrassenbau). Aufgrund des wachsenden Bevölkerungsdrucks werden

zunehmend auch gefährdete Hänge kultiviert, was zu vermehrten Rutschungen führen kann. Es ist fraglich, ob eine Produktivitätssteigerung der Landwirtschaft als Folge des Bevölkerungswachstums mit gleichzeitiger Stabilität der Hänge zu vereinbaren ist.

Auch der Straßen- und Wegebau in Nepal führt zur Destabilisierung der Hänge (vgl. JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:183f.). Wenn eine Straße oder ein Weg am Hang gebaut wird, unterschneidet sie zunächst den Hang, verändert den natürlichen Böschungswinkel und erhöht somit die Rutschungsgefahr. Das Material zum Straßen- und Wegebau wird oft von angrenzenden Flächen entnommen, was zu Rissen im oberen Teil des Hanges führen kann. Des Weiteren unterbricht die Straße Wasserläufe, die ohne Verbauung extreme Schäden an Straße und Hang anrichten können. Oftmals kommt es bei den Bauarbeiten zu Spannungen mit den lokalen Landbesitzern, da überschüssiges Erdmaterial beim Straßenbau der Einfachheit halber auf die angrenzende landwirtschaftliche Nutzfläche verbracht wird. Insgesamt gestaltet sich der Straßenbau in Nepal sehr schwierig, da aufgrund der tief verwitterten Böden die Straße nicht im Grundgestein verankert werden kann und sie somit Auswaschungen schutzlos ausgeliefert ist (vgl. JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:184 und IVES & MESSERLI, 1989:118ff.).

1.3.2 Präventionsmaßnahmen

Präventionsmaßnahmen beschränken sich hauptsächlich auf die Wahl angepasster landwirtschaftlicher Anbauformen und auf die Instandhaltung der Anbauflächen. So ist z. B. die Anlage von Terrassen eine Erosionsschutzmaßnahme, die allerdings regelmäßiger Kontrolle und Wartung bedarf, da sonst aus kleineren Schäden in den Mauern Bodenmaterial abgetragen wird.

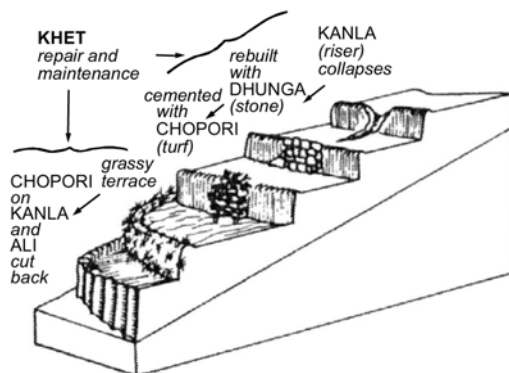


Abb. 1: Schematisierung der Instandhaltung und Reparatur von *khet*-Feldern (nach JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:185)



Abb. 2: Schematisierung der Hangrutschungskontrolle auf *bari*-Feldern (nach JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:185)

Diese Mauerschäden werden z. B. bei *khet*-Land mit Steinen und Torf repariert (vgl. Abb. 1). *Khet*-Terrassen müssen darüber hinaus waagrecht angelegt werden, damit das zur Bewässerung notwendige Wasser dort verbleibt und nicht über die Mauer läuft. Zudem muss das Bewässerungssystem sorgfältig instand gehalten werden, damit die Bewässerungskanäle nicht zur Erosion des Hanges beitragen (vgl. KIENHOLZ et al., 1983:213 und GERRARD & GARDNER, 2002:53). Bei *upland khet* besteht die Gefahr, dass die Kombination des mit Wasser gesättigten

Bodens mit der Steilheit des Hanges zum Abrutschen der Terrasse führt. *Khet* ist gegenüber Bodenerosion relativ unempfindlich, da die aufliegende Wasserschicht den Boden schützt. Sobald aber die Terrassen insgesamt instabil werden, besteht die Gefahr, dass die gesamte Terrasse abrutscht. Die Instandhaltung des *bari*-Landes geschieht in ähnlicher Weise wie bei *khet*-Land. Oftmals bestehen bei *bari* die Terrassenwände nur aus Erde, die regelmäßig von den Bauern abgegraben werden, um den so gewonnenen Boden, vermengt mit Dünger, in das Feld einzuarbeiten. Rutschungsschäden auf *bari*-Land werden vornehmlich mit Steinmauern stabilisiert, die den hangabwärts gerichteten Partikeltransport verhindern (vgl. Abb. 2) und somit den wertvollen Ackerboden an Ort und Stelle halten. Um die Abrutschungsgefahr einer Terrasse zu minimieren, können die Bauern folgende Präventionsmaßnahmen anwenden (vgl. JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:184ff. und KIENHOLZ et al., 1983:215):

- Anpflanzung von Bäumen und Agaven (*ketuki*, vgl. Abb. 2) zur Stabilisierung der Terrassenstufen;
- Anbau von Bambus und Bäumen an Wasserläufen, um die Ufer zu befestigen und um vor allem in der Regenzeit vor Erosion zu schützen;
- Bau von Bambuswällen im Flusslauf, die die Strömungsgeschwindigkeit an den angrenzenden Terrassen verringern.

Die Bauern verfügen über die Kenntnis dieser Präventionsmaßnahmen, aber oft fehlen ihnen die Mittel und die Zeit, diese durchzuführen. Nach der Zerstörung einer Terrasse ist das vornehmliche Ziel deren Wiederaufbau, um die Existenz zu sichern. Dies bedeutet einen enormen Arbeits- und Kostenaufwand, der nicht immer geleistet werden kann. Hinzu kommt, dass eine neue Terrasse einige Jahre der Bearbeitung bedarf, bis sie den erwünschten Ertrag erzielt. Der Wiederaufbau gestaltet sich umso schwieriger, je steiler der Hang ist und je höher die Bearbeitungsfläche liegt, da z. B. Baumaterial herangeschafft werden muss. Die Fülle der den Bauern bekannten Präventions- und Instandhaltungsmaßnahmen verdeutlicht, dass die vor Ort ansässige Bevölkerung alles tut, um ihre Anbauflächen zu stabilisieren, sofern es ihr möglich ist. Will man also weitere, technisch sinnvolle Optionen vorschlagen bzw. einführen, müssen diese zunächst darauf geprüft werden, ob sich die Bevölkerung diese überhaupt leisten kann (vgl. JOHNSON, OLSON & MANANDHAR, 1982:184ff.).

1.4 Methoden der Feldforschung

Aufgrund des knapp bemessenen Projektzeitplanes bauten die Untersuchungen hauptsächlich auf halbstandardisierten Interviews mit der Lokalbevölkerung der Region Ghandruk auf, um Informationen über die in den letzten Jahren aufgetretenen Naturgefahren, deren Ursachen und Auswirkungen sowie das Risikomanagement vor Ort zu erhalten. Diese Interviews wurden mit Experten vor Ort durchgeführt. Um ein möglichst objektives Bild der Situation des Untersuchungsgebietes zu erstellen, wurden die aus den verschiedenen Quellen gewonnenen Informationen abgeglichen und im Gelände überprüft.

Im Untersuchungsgebiet wurden beispielhaft Schäden und Präventionsmaßnahmen fotografisch dokumentiert und bewertet. Auf Grundlage der topographischen Karte von Ghandruk (vgl. H.M.G, SURVEY DEPARTMENT, 2001) wurden alle sichtbaren Hangrutschungen in einem ausgewählten Teil des Untersuchungsgebietes kartiert und dabei nach Größe und Alter unterschieden (vgl. Abb. 5 und 6). Das Alter der Hangrutschungen wurde durch Aussagen der Lokalbevölkerung erfasst und mit dem Alter der auf der Rutschung wachsenden Vegetation verglichen.

Außerdem wurden in die Karte die durch Hangrutschungen gefährdeten Gebiete eingetragen. Welche Gebiete als gefährdet eingestuft wurden, hängt von folgenden Kriterien ab: Hinweise aus der Bevölkerung, Steilheit des Hanges, Vegetationsform und Vorhandensein sichtbarer Schwachstellen. Letztlich kann dies aber nur eine subjektive Bewertung der Verfasser sein, da der begrenzte zeitliche Rahmen des Projekts objektive Bewertungsmethoden, wie die Erstellung mehrjähriger Messreihen, nicht ermöglichte.

2. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich im Distrikt Kaski von der Ortschaft Birethati, dem Modi Khola Tal nordwärts folgend, bis hin zum Annapurna Base Camp (ABC). Das Kerngebiet der Untersuchungen liegt rund um die Ortschaft Ghandruk, die sich ca. 25 km nordwestlich der Distrikthauptstadt Pokhara auf einer Höhe von 1.900 m über NN im tief eingeschnittenen Modi Khola Tal befindet. Nach Norden steigt das Gelände zum ABC bis zu einer Höhe von 4.130 m über NN an. Die maximale Höhendifferenz vom Gipfel der Annapurna I (8.091 m über NN) nach Birethati (1.025 m über NN) beträgt 7.066 m auf einer Distanz von rund 32 km.

Der südliche Teil des Untersuchungsgebietes liegt in der Mittelgebirgsregion Nepals und ist geprägt von subtropischem, monsunalem Klima (vgl. Abb. 3). Von Juli bis September bringt der Monsun feuchte Luft von Südwesten heran, die sich an dem nach Norden hin ansteigenden Gelände abregnet. Im Modi Khola Tal dürften nur geringe Lee-Effekte bezüglich des Niederschlags auftreten, da es in Nord-Südrichtung verläuft. Die Niederschläge um Ghandruk weisen ein charakteristisches Maximum in den Monaten Juni bis September auf (vgl. Abb. 4), das in kausalem Zusammenhang mit temporären Hanginstabilitäten steht. Allein in diesen Monaten fielen 1999 rund 84 % der Jahresniederschläge.

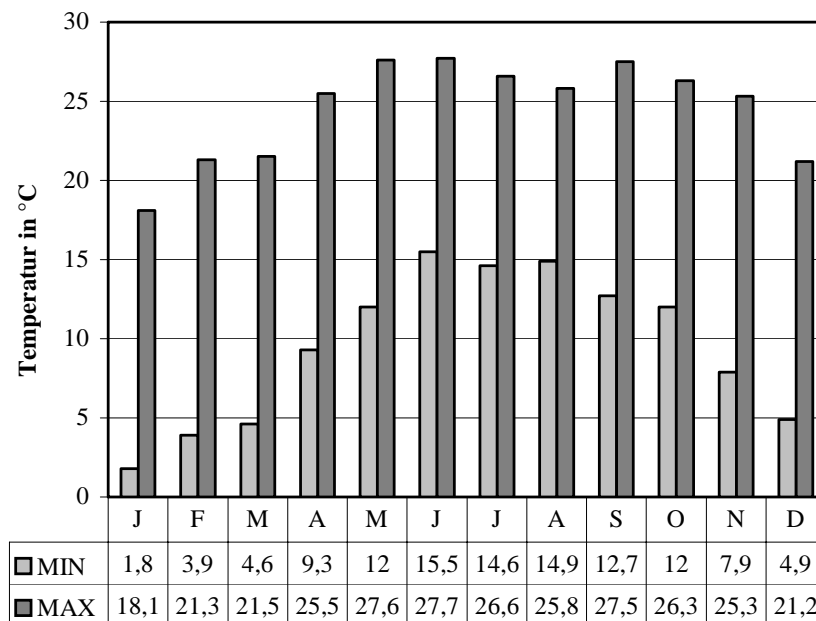


Abb. 3: Temperaturminima und -maxima in Ghandruk 1999 (nach unveröffentlichten Daten des ACAP, 2002)

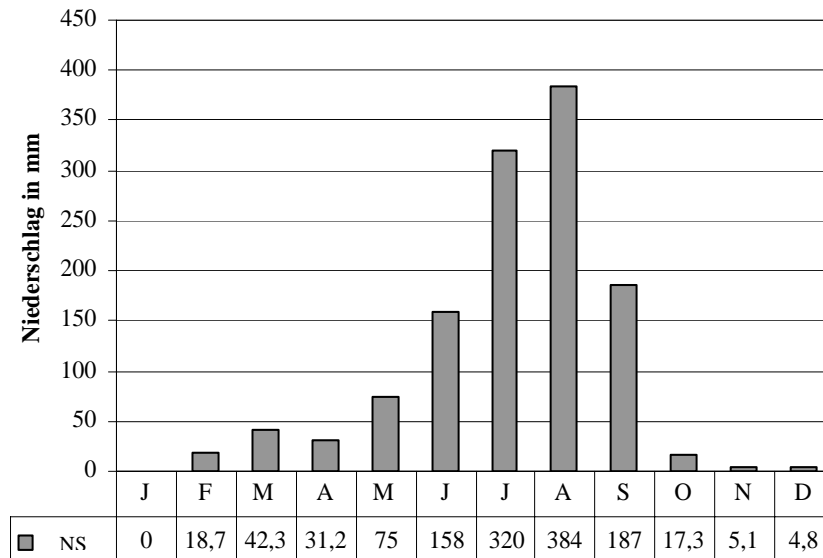


Abb. 4: Niederschlagsverteilung in Ghandruk 1999 (nach unveröffentlichten Daten des ACAP, 2002)

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet besteht vor allem aus Gneisen, Kalksteinen, Amphibolithen und Quarziten. Diese zur indischen Platte gehörenden, ehemals waagerechten Schichten wurden in u-förmigen Decken nach oben gebogen und liegen nun schräg, von Süden nach Norden abfallend, vor. Diese parallele Schichtung verläuft bis zur Annapurna-Hauptkette, die aus mächtigen Granitschichten besteht (vgl. HAGEN, 1969). Aufgrund der unterschiedlichen Mächtigkeit der Gesteinsschichten ergibt sich auf kleinem Raum eine stark differenzierte Gesteinsabfolge, die die Stabilität der Hänge maßgeblich beeinflusst. Durch die Härte der anstehenden Gesteine ist die Ausbildung steiler Hänge möglich.

Das Modi Khola Tal lässt sich in zwei Abschnitte untergliedern. Der südliche Talabschnitt von Birethati nach Chhomrong ist ein fluviales Schluchtkerbtal (vgl. ITURRIZGA, 1999:205f.), an dessen Hängen tief verwitterte Böden vorherrschen. Die dominierende Landnutzungsform in diesem Talabschnitt ist der Terrassenfeldbau. Die Ortschaften Ghandruk (1.900 m über NN), Landruk (1.640 m über NN) und Chhomrong (2.170 m über NN) sind das ganze Jahr über bewohnt und liegen jeweils in Hangmittellage. Der nördliche Talabschnitt von Chhomrong bis zum Annapurna Base Camp weist ab der Himalaya Lodge (2.870 m über NN) ein Trogtalprofil auf, dessen Seiten von Mursturzschuttkegeln flankiert werden (vgl. ITURRIZGA, 1999:205f.). In diesem Talabschnitt gibt es keine Dauersiedlungen, sondern nur saisonal bewirtschaftete Lodges für die Touristen. Das Tal steigt von Süden nach Norden stetig an. Dabei ist der Höhenanstieg des Flussniveaus nach Norden geringer als der Höhenanstieg der umgebenden Berge, woraus nach Norden hin eine Steigerung der potenziellen Reliefenergie resultiert. Die Mächtigkeit der Böden nimmt talaufwärts drastisch ab. Im nördlichen Talabschnitt herrschen Frostschuttverwitterungsprozesse vor, die Gesteinsschutthalten produzieren (Blockgröße bis mehrere Meter Mächtigkeit). Demgegenüber steht die subtropische Verwitterung unterhalb von 3.000 m über NN, welche die tief verwitterten Böden des südlichen Talabschnitts bedingt. Aufgrund der Siedlungsstruktur des Tals sind Naturgefahren vor allem für die Bevölkerung des südlichen Talabschnitts relevant. Hier ist die Vegetationsdecke wegen der dichteren Besiedlung und der intensiveren Landnutzung stark degradiert und das Schadenspotenzial damit höher. Nördlich von Chhomrong bedecken sekundäre Bergwälder die Hänge, die mit zunehmender Höhe von alpiner Vegetation abgelöst werden (Baumgrenze bei 3.600 m über NN).

2.2 Inventarisierung der Naturgefahren

Im Folgenden wird exemplarisch auf die einzelnen Naturgefahren eingegangen, die im Untersuchungsgebiet auftreten.

2.2.1 Erdbeben

Die Kollision der Indischen mit der Eurasischen Platte, die zur Bildung des Himalayas geführt hat, löst immer wieder Erdbeben in ganz Nepal aus, die große Schäden anrichten. Exemplarisch sei hier das Erdbeben in der Grenzregion Bihar-Nepal von 1934 mit einer Stärke von 8 auf der Richterskala genannt (vgl. THAKUR, VIRDI & PUROHIT, 2001:17ff.). Laut *National Seismological Centre of Kathmandu* (vgl. http://www.bytesforall.org/8th/earthquake_nepal.htm) treten in Nepal jedes Jahr tausende Erdbeben mit einer Stärke zwischen 2 und 5 auf der Richterskala auf. Rein statistisch gesehen ist es wahrscheinlich, dass sich auch im Untersuchungsgebiet Erdbeben ereignen. Von der Lokalbevölkerung haben wir allerdings keine Informationen über das Auftreten von Erdbeben und deren Schadenswirkung erhalten können. Trotz fehlender Informationen ist davon auszugehen, dass die Bedeutung von Erdbeben als auslösender Faktor von Massenbewegungen nicht zu unterschätzen ist.

2.2.2 Hagel und Starkregen

Hagel tritt im Untersuchungsgebiet laut Aussagen der dortigen Bauern vornehmlich im März und Oktober auf und kann zu Ernteverlusten führen.

Die Klimastation in Ghandruk führt keine Statistik über einzelne Starkregenereignisse. Laut Aussagen der Lokalbevölkerung treten Starkregen hauptsächlich zur Monsunzeit (Juni bis September) auf und verursachen Oberflächenabtrag von Lockersedimenten, Destabilisierung der Hänge durch Wasserübersättigung, Schäden am Bewässerungssystem, sowie Überschwemmungen vor allem an den Flüssen Kimron und Modi. Im Jahr 2000 hat ein Starkregenereignis eine Flut bei den beiden oben genannten Flüssen ausgelöst, die beträchtlichen Schaden angerichtet hat (vgl. Kap. 2.2.3). Beispielhaft für den Oberflächenabtrag durch Niederschläge in Kombination mit Trittschäden durch Mulitrecks ist der Weg von Khomrondada hinunter zum Kimron Khola. In der Mitte des Weges sieht man eine Bodeninsel, die der Umspülung des abfließenden Wassers widerstanden hat und durch ihre Höhe (etwa 80 cm) verdeutlicht, wie tief der Weg in den Boden eingeschnitten ist. Auch der direkte Bodenabtrag durch auftreffende Regentropfen wird hier deutlich. Man sieht kleine Bodensäulen, die von jeweils einem Stein gekrönt werden, der das direkt darunter liegende Feinsediment vor dem Aufprall von Regentropfen schützt. Dies verdeutlicht nochmals die Bedeutung einer flächenhaften Vegetationsdecke, die den Boden schützt. Der Oberflächenabfluss führt außerdem zur Unter- oder Überspülung der Wege und beschädigt diese, da sie zumeist unbefestigt bzw. nur mit lockeren Steinplatten abgedeckt sind. Das abfließende Wasser spült das Feinmaterial zwischen und unter den Steinplatten heraus und verursacht damit eine Destabilisierung des Weges. Die notwendigen Instandsetzungen der Wege sind sehr arbeitsintensiv und werden in der Regel nur von der Lokalbevölkerung durchgeführt. Der dabei entstehende ökonomische Schaden besteht in der enormen Bindung von Arbeitskraft.

2.2.3 Hochwasserereignisse

Hochwasserereignisse treten im Untersuchungsgebiet immer wieder auf und werden vor allem durch starke Niederschläge während des Monsuns ausgelöst. Die Hochwasserereignisse beeinträchtigen direkt nur die Gebiete in der Talsohle durch Überschwemmung und Zerstörung von Brücken und Wegen. Die erosive Wirkung des Flusses auf die Hangfüße verstärkt sich bei Hochwasserereignissen und kann Massenbewegungen auslösen (vgl. Foto 1).

Der von Südwesten kommende Monsun trifft auf die Himalaya-Hauptkette und regnet dort ab. Diese Niederschläge werden hauptsächlich vom Kimron Khola in den Modi Khola entwässert. Das Hochwasserrisiko im Modi Khola Tal ist daher südlich der Mündung dieses Hauptzuflusses am größten. Der Kimron Khola weist während der Regenzeit eine starke Wasserführung auf und verlagert des Öfteren sein Bett in der Talweitung vor der Mündung in den Modi Khola. Dies bedingt eine ständige Verlagerung der dortigen Brücke, die aus mehreren Baumstämmen und Steinplatten besteht. Nach Aussage des Besitzers einer Lodge an der Brücke der Kimron Khola-Mündung hat es dort beispielsweise 1995 eine stärkere Flut gegeben, die ein Haus weggespült und ein Menschenleben gefordert hat. Nach diesem Ereignis hat das ACAP mehrere *Gabion Boxes* zur Verfügung gestellt, die der Stabilisierung des Flussufers dienen sollen. Die Befestigungen wurden zwar eingebaut, im darauf folgenden Jahr aber wieder weggespült. Ein weiteres Beispiel, nach Aussagen eines Lodgebesitzers in New Bridge, ist das starke Hochwasser im Jahr 2000, das die Brücke am Kimron Khola sowie zwei Brücken am Modi Khola (bei New Bridge und zwischen Ghandruk-Landruk) zerstörte. Darüber hinaus hat dieses Hochwasserereignis mehrere Hangrutschungen zwischen New Bridge und Landruk ausgelöst. Die Dorfbewohner von New Bridge sammelten Geld, um eine Bambusbrücke an einem Standort weiter flussabwärts zu bauen.

2.2.4 Lawinen

Lawinen kommen im Untersuchungsgebiet ab einer Höhe von 3.000 m über NN vor. Besonders gefährdet ist das Gebiet nördlich von Hincu Cave. Der Modi Khola durchfließt dort ein sehr enges Trogtal, dessen Seitenwände vom Hiunchuli und Machhapuchhare gebildet werden. Deren Gipfel liegen nur 9,6 km auseinander und ihre Vertikaldistanz zum dazwischen liegenden Talboden beträgt über 3.000 m. Aufgrund dieser topographischen Gegebenheit wird das schlucht- bis trogförmige Tal von den Bergflanken mit Schnee- und Eislawinen bestrichen (vgl. ITURRIZGA, 1999:205). Wie gefährlich dieser Talabschnitt ist, verdeutlicht zum einen sein Name „*Avalanche Track*“ und zum anderen die Tatsache, dass der Weg immer wieder seinen Tribut an Menschenleben fordert. Im Jahr 2000 wurden z. B. fünf israelische Touristen durch eine Lawine getötet. Durch Lawinenabgänge kann dieser Talabschnitt für mehrere Tage unpassierbar sein. Lawinenabgänge treten nach Aussagen des ACAP vor allem im Juni und Juli sowie, nach Aussagen eines Lodgebesitzers in Bambu, im Winter auf.

2.2.5 Hangrutschungen

Nach unserer Einschätzung sind Massenbewegungen, speziell Hangrutschungen, qualitativ und quantitativ die bedeutendste Naturgefahr im Untersuchungsgebiet und sollen im Folgenden ausführlich behandelt werden.

2.3 Analyse und Bewertung der Naturgefahr Hangrutschung

2.3.1 Vorkommen und Klassifikation

Massenbewegungen treten im gesamten Untersuchungsgebiet auf und lassen sich anhand der unterschiedlichen Verwitterungsprozesse in den beiden Talabschnitten nach Art und Form differenzieren. Im nördlichen Talabschnitt überwiegen Frostschuttverwitterungsprozesse, die vor allem Muren und Felsstürze bedingen. Die Sturzschuttkörper an den Talflanken bestehen aus grobblockigem Gesteinsmaterial, das einen Blockdurchmesser von acht bis zehn Metern erreichen kann, wie die Lokalität Hincu Cave verdeutlicht (vgl. ITURRIZGA, 1999:205). In diesem Talabschnitt betrifft das Schadenspotenzial die vier Lodges Himalaya, Deurali, Machhapuchhare Base Camp und Annapurna Base Camp, den Wanderweg und die Hochweideflächen. Dabei wäre das größte anzunehmende Schadensausmaß die Zerstörung einer Lodge, was rein statistisch betrachtet sehr unwahrscheinlich ist – der Anteil der Lodgefläche an der Gesamtfläche des Tals ist sehr gering. Vor Jahren musste allerdings die Lodge Bagar wegen Lawinengefahr geschlossen werden (vgl. HIMALAYAN MAPHOUSE, 2001). Hier zeigt sich ein Lernprozess der lokalen Bevölkerung aus Erfahrungen mit der Gefährdung durch Massenbewegungen, der letztlich zu einer optimalen Auswahl der Lodgestandorte führt und die Wahrscheinlichkeit eines Schadensfalles verringert. Die partielle Zerstörung von Hochweidefläche gefährdet die Weidewirtschaft nicht in ihrer Existenz, da genügend Ausweichflächen vorhanden sind.

Demgegenüber stehen die Schäden im südlichen Talabschnitt, der angesichts seiner intensiven Flächennutzung ein sehr viel höheres Schadenspotenzial sowie eine sehr viel höhere Schadenswahrscheinlichkeit aufweist. Im südlichen Talabschnitt überwiegen Tiefenverwitterungsprozesse unter subtropisch-sommermonsunalem Klima, die zur Entstehung mehrerer Meter mächtiger Böden an den Hängen führen. Rutschungen¹ in diesem Gebiet bestehen vor allem aus unkonsolidiertem Bodenmaterial und Steinen. Dabei überwiegt der murähnliche Charakter der vor allem während und nach der Monsunzeit abgehenden Rutschungen. Wir differenzieren zwei Arten von Rutschungen hinsichtlich ihrer Lage am Hang:

1. Hangfußrutschungen,
2. Hangmittellagenrutschungen.

Die Hangfußrutschungen werden in Folge der erosiven Wirkung der Flüsse an ihren Ufern induziert. Die Flüsse, z. B. der Modi Khola, unterschneiden die Hangfüße, verändern damit den Böschungswinkel des Hanges und destabilisieren somit das aufliegende Lockermaterial. Besonders nach heftigen Niederschlagsereignissen steigt hier die Rutschungsgefahr (vgl. Kap. 2.3.3 und 2.3.4), zum einen aufgrund der stärkeren Erosionswirkung des Flusses und zum anderen aufgrund der Übersättigung der Böden mit Wasser. Beispielhaft für eine solche Rutschung ist der Hangfuß von Landruk – hier ist die Uferböschung 15 m hoch und mehrere Terrassen sind vom Modi Khola unterspült und weggespült worden.

Die Hangmittellage bildet den Hauptwirtschafts- und Siedlungsraum der Bevölkerung und stellt hinsichtlich der etwas geringeren Hangneigung den relativ sichersten Raum bezüglich Rutschungen dar. Die größten Siedlungen Ghandruk, Landruk und Chhomrong wurden erfahrungs-

¹ Unter den Begriffen Rutschung und Hangrutschung fassen die Autoren jegliche Massenbewegungen sichtbaren Ausmaßes im südlichen Talabschnitt zusammen, da hier eine genaue Klassifikation der Massenbewegungen im Nachhinein nur schwer möglich ist (ausgenommen sind Bergstürze).

gemäß an den sichersten Standorten angelegt. Laut Aussagen der Bevölkerung in Ghandruk hat es noch nie größere Schäden durch Rutschungen im Dorf gegeben. Die Expansion der Ortschaften führt jedoch dazu, dass Ungunsträume bezüglich der Hangstabilität bebaut werden und somit das Schadensrisiko steigt. Beispielhaft dafür sind die Wegedörfer von Ghandruk nach Komronada (vgl. Kap. 2.4.3) sowie der Südhang des Kimron Khola zu nennen. Diese gefährdeten Gebiete werden vor allem von armen Bevölkerungsteilen (*low caste people*) besiedelt, oder es werden dort öffentliche Gebäude errichtet. So musste die auf gefährdetem Gebiet bei dem Ort Uri gebaute Schule nach einer großen Rutschung geschlossen werden, da sie sich genau über dem Abriss befand (vgl. Foto 2). Von solchen Schadensfällen in bebauten Ungunsträumen abgesehen, beschädigen Hangmittellagenrutschungen vor allem die Terrassen und das Wegenetz. Die Bebauung der Ungunstgebiete verdeutlicht den geringeren Stellenwert ärmerer Bevölkerungsmittglieder und öffentlicher Gebäude gegenüber der landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen und wohlhabenderen Dorfgemeinschaftsmitgliedern, die sich in den Landnutzungskonflikten um die weniger gefährdeten Gebiete durchsetzen.

Die Ergebnisse der Erfassung der derzeit sichtbaren Rutschungen im Gebiet südlich von Ghandruk, dem Modi Khola bis Chhomrong folgend, sowie deren Kategorisierung nach Größe und Alter sind in Abb. 5 und Abb. 6 dargestellt.

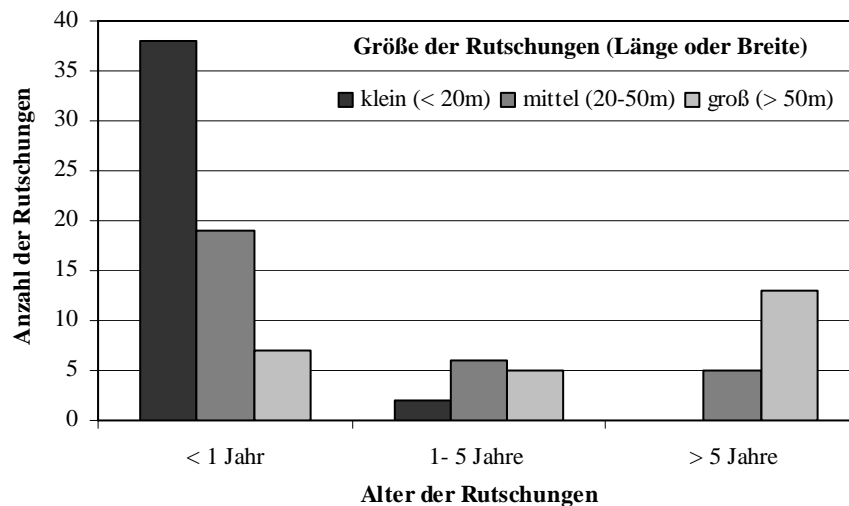


Abb. 5: Hangrutschungen des Untersuchungsgebietes nach Größe und Alter (nach eigenen Beobachtungen)

Aus Abb. 5 geht hervor, dass die kleinen Rutschungen quantitativ den größten Teil der Rutschungen bilden und innerhalb von wenigen Jahren verschwunden sind, was auf zügige Reparaturarbeiten zurückzuführen ist. Diese kleinen, alljährlich auftretenden Rutschungen sind zumeist Terrassen- und Wegeschäden, die mit den technischen Mitteln der Lokalbevölkerung leicht zu beheben sind bzw. schnell wieder bewachsen werden. Vergleicht man die Anzahl mittlerer Rutschungen mit einem Alter von weniger als einem Jahr mit den 1 - 5-jährigen, so erkennt man eine quantitative Abnahme mit zunehmendem Alter. Dies lässt den Schluss zu, dass der größte Anteil mittlerer Rutschungen innerhalb von wenigen Jahren entweder repariert oder von der Vegetation so bedeckt wird, dass er als Landschaftsschaden nicht mehr erkennbar ist. Große Rutschungen treten wesentlich seltener auf als kleine, haben aber eine wesentlich längere Lebensdauer. Die Lebensdauer hängt nicht nur von der Größe der Rutschung, sondern auch von ihrer Aktivität über mehrere Jahre ab (z. B. Glimmerschieferutschungen am Südhang

des Kimron Khola Tals, vgl. Foto 3). Die maßgebliche Gefahreneinschätzung der Bevölkerung hängt unter anderem von dem geologischen Ausgangsmaterial des Hanges ab. Hierbei sind besonders Glimmerschieferhänge gefährdet, die von der Bevölkerung zumeist nicht genutzt werden. Beispielhaft sind hierfür der Südhang der Ortschaft Toja sowie der Südhang des Kimron Khola Tals zu nennen. Wenn der Glimmerschiefer parallel zum Hang geschichtet ist, reicht oft das Gewicht der Phytomasse aus, um den Boden zum Abrutschen zu bringen.

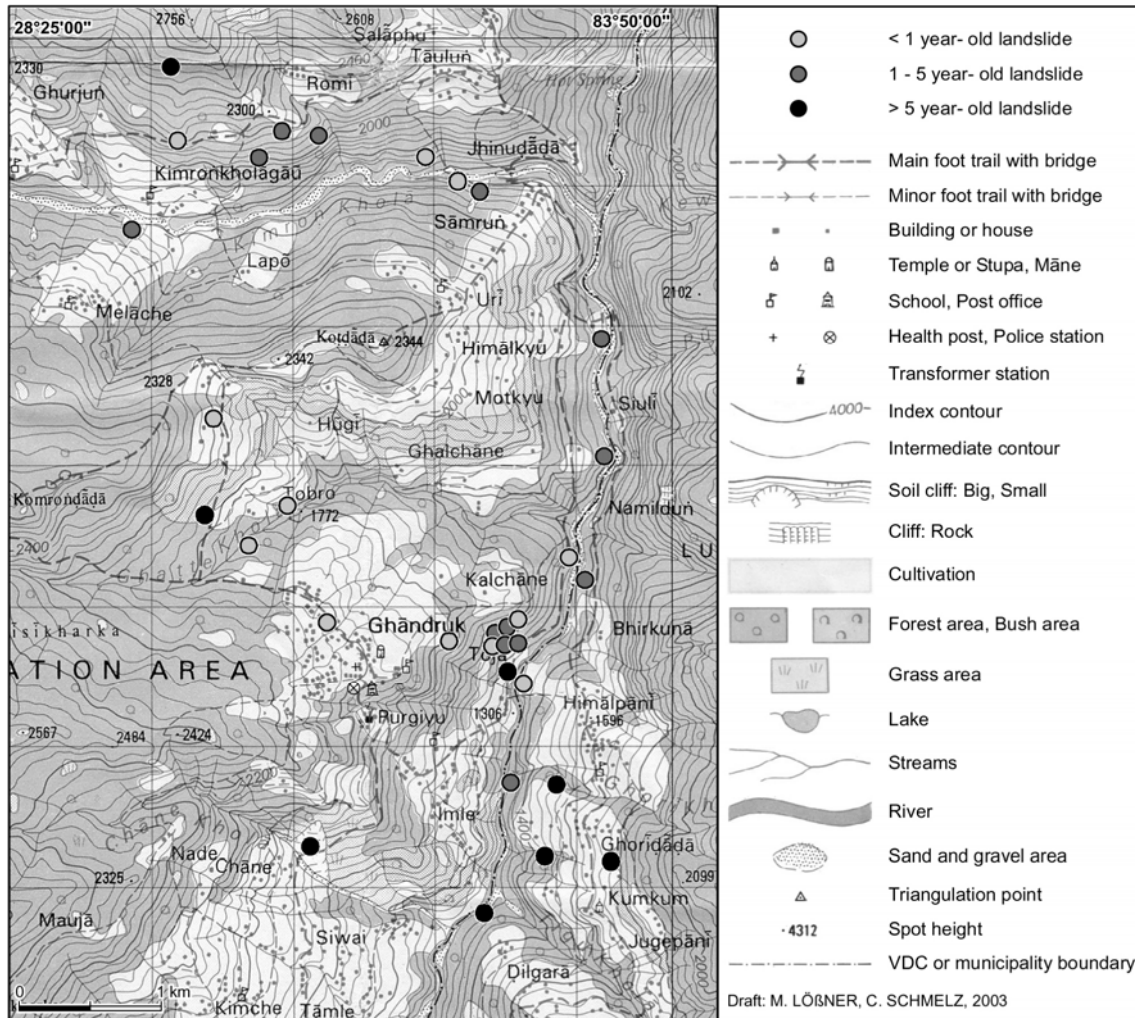


Abb. 6: Lage der im Untersuchungsgebiet sichtbaren Hangrutschungen (nach eigenen Beobachtungen, Oktober 2002)

2.3.2 Schadenswirkung und Reparaturmaßnahmen

Die Schadenswirkung von Rutschungen bezieht sich in erster Linie auf Schäden an Terrassen und Wegen, seltener sind Gebäude, landwirtschaftliche Nutztiere sowie Personen betroffen. Treten Schäden durch Rutschungen an Terrassen auf, hat der Besitzer folgende Reparaturoptionen:

- vollständige Reparatur: Sehr arbeitsaufwändig, vollständiger Erhalt der Nutzfläche;
- Aufforstung des Gebietes: Stabilisierung des Hanges, Nutzholzgewinnung, Verlust landwirtschaftlicher Anbaufläche;
- Brache: Verlust landwirtschaftlicher Anbaufläche, Gefährdung benachbarter Gebiete.

Schäden durch kleine Rutschungen werden zumeist vollständig repariert. Bei mittleren und größeren Rutschungsschäden bleibt dem Besitzer nach individueller Abwägung der Situation oft nur die Zwangsbrache, da eine Reparatur seine Mittel bei weitem übersteigen würde.

Die Instandhaltung der Terrassen bindet jedes Jahr sehr viel Arbeitskraft. In einer Studie wurden Bauern in der Mittelgebirgsregion Nepals bezüglich Hangrutschungsschäden befragt. 16 % von ihnen gaben an, im letzten Jahr Hangrutschungen auf ihrem Gebiet gehabt und durchschnittlich 14 Tage für die Reparatur aufgewendet zu haben (vgl. GERRARD & GARDNER, 2002:52). Der makroökonomische Schaden dieses Ergebnisses wird erst deutlich, wenn man bedenkt, dass über 80 % der Bevölkerung Nepals in der Landwirtschaft arbeiten. Die Reparaturarbeiten an sich werden nach der Regenzeit mit der Hand oder einfachen Werkzeugen wie einer Hacke durchgeführt (vgl. POHLE, 1986:21). Während der Regenzeit sind Reparaturarbeiten an den aufgeweichten, destabilisierten Böden schlecht möglich. Maschineneinsatz ist aufgrund der Kosten, Infrastruktur und Hangneigung nicht möglich. Beschädigt eine Rutschung das Bewässerungssystem bzw. leitet sie den Oberflächenabfluss um, besteht dringender Handlungsbedarf, da das in die Rutschung fließende Wasser den Schaden schnell vergrößert (vgl. POHLE, 1986:21). Die ständig auftretenden Beschädigungen des Wegenetzes werden von Hand repariert oder man sucht sich einen neuen Weg über die Rutschung. Direkte Schäden an Gebäuden, landwirtschaftlichen Nutztieren und Personen durch Hangrutschungen sind relativ selten, bedeutender sind hier Unfälle beim Überqueren bestehender Rutschungen.

Die Behebung von Schäden durch Rutschungen obliegt zuerst dem Eigentümer des Gebietes. Ist dieser damit überfordert, kann er sich an das *Village Development Committee* (VDC) wenden und um Hilfe bitten. Das VDC kann Hilfe in Form von Arbeitskräften und Geld zusagen, ist aber zu keinerlei Leistung verpflichtet. Laut Aussagen der Lokalbevölkerung hilft das VDC nur bei größeren Schäden, die die Existenzgrundlage des Betroffenen in Frage stellen würden. Wenn der Schaden auf diese Weise nicht behoben werden kann, besteht die Möglichkeit, beim ACAP Hilfe zu erbitten. Das ACAP kann nach eigenem Ermessen *Gabion Boxes* zur Verfügung stellen. Alles in allem ist der Geschädigte aber zumeist auf sich allein gestellt – die Existenz diverser, mehrere Jahre alter Rutschungen verdeutlicht dies. Schäden, die das Gemeindeland bzw. die Wege betreffen, werden durch die dort ansässige Bevölkerung repariert. Das VDC teilt den Ortsabschnitt ein, der den Schaden zu beheben hat. Die Betroffenen können sich entscheiden, ob sie Geld für die Reparatur bezahlen oder ihre Arbeitskraft zur Verfügung stellen. Wegeschäden im nördlichen Talabschnitt werden zumeist von den Lodgebesitzern repariert, da es in ihrem Interesse ist, dass die Touristen sicher zu ihnen gelangen können. Kommen bei einer Rutschung Menschen ums Leben, können laut der Distriktverwaltung in Pokhara die Hinterbliebenen eine Entschädigung in Höhe von bis zu 10.000 NR² beantragen.

2.3.3 Fallbeispiel Komrondada

Die Besitzerin einer durch Hangrutschung gefährdeten Lodge berichtete von folgendem Beispiel: Entlang des Weges von Ghandruk nach Komrondada hat es im August 2002 während der Regenzeit eine größere Rutschung (10 m breit, 150 m lang) gegeben, die zwei Häuser bedrohte. Ein Jahr zuvor hatten sich an der Abrisskante Risse gebildet. Während starker Regenfälle haben sich diese Risse vergrößert und die Anwohner sind in das nächste Dorf geflohen. Als die Rutschung abging, hat sie viele Terrassen mitgerissen und den Boden bis auf

² 75 NR = ca. 1 €(September 2002)

das Grundgestein abgetragen (vgl. Foto 4). Außerdem ist der wichtige Touristen- und Handelsweg zerstört worden, den die Dorfbewohner aus eigener Kraft wieder reparierten. Zuerst haben sie einen Steinwall zur Überquerung der Rutschung gebaut – dabei waren etwa 20 Personen einen Tag lang beschäftigt. Frauen und Männer haben die Steine herangetragen, junge Männer die Stützmauer gebaut. Danach wurde in einem Zeitraum von drei Tagen eine behelfsmäßige Brücke errichtet, damit die Multitrecks sicher die Rutschung überqueren konnten (vgl. Foto 5). Zur Finanzierung der Reparaturarbeiten verlangt die Dorfgemeinschaft, die vor allem aus Kami und Damai besteht, nun Maut von den Multitreibern. Da die Rutschung hangaufwärts sichelförmig ausläuft, besteht die Gefahr, dass bei starken Regenfällen der gesamte Hangabschnitt mit den Häusern abrutscht. Die Dorfbewohner haben beim ACAP um Hilfe gebeten. Mit der Begründung, das Budget sei erschöpft, wurden ihnen lediglich sechs Drahtgestelle für *Gabion Boxes* zur Verfügung gestellt. Unserer Einschätzung nach ist eine Stabilisierung des Hanges mit diesen Mitteln nicht möglich. Der finanzielle Aufwand für eine wirksame Stabilisierung würde den möglichen materiellen Schaden bei weitem überschreiten. Zum Schutz der beiden betroffenen Familien müsste unseres Erachtens daher eine Umsiedlung stattfinden.

2.3.4 Präventionsmaßnahmen und Risikomanagement

Grundlegende Voraussetzung für die Durchführung von Präventionsmaßnahmen und der Schaffung einer Risikomanagementstruktur ist das Gefahrenbewusstsein bei der Lokalbevölkerung. Nur wenn diese das eigene Risiko wahrnimmt, ist sie bereit, Mittel zum Schutz gegen mögliche Gefahren im Vorhinein aufzubringen. Bei den Interviews mit Bauern und Lodgebesitzern zeigte sich, dass die Beschädigung des eigenen Landes durch Rutschungen als Schicksal angesehen wird, auf das man bestenfalls reagiert. Das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Präventionsmaßnahmen ist als eher gering einzustufen, was ein Hemmnis bei dem Aufbau einer Risikomanagementstruktur darstellen kann. Man darf allerdings nicht vorschnell zu dem Schluss kommen, es gäbe keine Präventionsmaßnahmen gegen Rutschungen, denn bei der Auswahl und Bearbeitung der landwirtschaftlichen Flächen werden durchaus gewisse zur Stabilität des Hanges beitragende Maßnahmen geleistet:

- Zu steile Hänge werden nicht bewirtschaftet;
- Hänge, deren geologischer Untergrund instabil ist, werden nicht bewirtschaftet;
- Die Uferböschungen von Bächen werden geschont, damit die Seitenerosion verringert wird;
- Die Be- und Entwässerung der Terrassen wird sorgfältig kontrolliert, um eine Übersättigung mit Wasser zu vermeiden (vgl. POHLE, 1986:21);
- An den Terrassenrändern wird Soja angebaut, um diese zu stabilisieren und den Boden mit Stickstoff zu versorgen (vgl. POHLE, 1986:21);
- Brachliegende Flächen werden aufgeforstet, um die Erosion zu verringern;
- Die Wege werden oft mit Steinplatten befestigt, um Tiefenerosion beim Oberflächenabfluss nach Regenfällen vorzubeugen;
- Oftmals lässt man oberhalb der Ortschaften am Bergkamm Wald stehen, um Rutschungen, die die Ortschaft erreichen könnten, zu vermeiden.

Die vorhandene Organisationsstruktur – bestehend aus den *Village Development Committees* (VDCs) und dem ACAP – versucht, die folgenden Präventionsmaßnahmen zu koordinieren und durchzuführen:

- Verbauung von *Gabion Boxes* (vgl. Foto 6) und Bereitstellung von Material zur Stabilisierung und Befestigung gefährdeter Hänge, Wege und Brücken;
- Bereitstellung von Baumsetzlingen zur Aufforstung (laut Interview mit dem *Senior Ranger* des ACAP besonders Weiden und Kirschen);
- Errichtung einer Baumschule für Setzlinge in Ghandruk unter der Leitung des ACAP (10.000 Setzlinge pro Jahr);
- Beratung und Aufklärung nach Schadensereignissen;
- Verringerung des Weidedrucks durch die Schaffung neuer Erwerbsmöglichkeiten im Tourismus.

Eine genaue Abgrenzung der Zuständigkeiten der beiden Organisationen ist nicht gegeben und ihr Engagement bei Präventionsmaßnahmen ist rein freiwilliger Natur. Die Präventionsmaßnahmen gehen in die richtige Richtung, es müsste jedoch noch mehr getan werden, besonders zur Stabilisierung der Hangfüße. Beispielhaft ist hier die fehlende Befestigung des Hangfußes bei Landruk sowie der Brücke Ghandruk-Landruk zu nennen, die bereits zum Abrutschen von Terrassen geführt hat und eine Beschädigung der neuen Metallbrücke nach sich ziehen könnte. Um die Präventionsmaßnahmen effektiver zu gestalten und das Existenzrisiko des Einzelnen durch Rutschungsschäden zu minimieren, wäre die Gründung einer lokalen Hangrutschungsversicherung ideal. Nach marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten würde eine solche Versicherung die Stellung der Bevölkerung als Bittsteller hin zum Bürger mit einem rechtlichen Anspruch verändern. Die Finanzierung könnte durch eine geringe Abgabe der Touristen beim Eintritt in das ACAP-Gebiet sicher gestellt werden³. So würde die Bevölkerung direkt an den Einnahmen des Tourismus partizipieren. Natürlich scheint eine solche Maßnahme bei derzeitigen Verwaltungsstrukturen schwer durchsetzbar, ist aber nach Ansicht der Autoren dringend notwendig.

2.3.5 Positive Aspekte der Hangrutschungen

Hangrutschungen werden zumeist unter negativen Gesichtspunkten betrachtet. Demgegenüber steht eine Reihe von positiven Aspekten, die durch eine Rutschung und ihre Folgen entstehen können. Eine Rutschung fördert neues mineralisches Material an die Oberfläche und führt somit zu einer Auffrischung des Nährstoffhaushaltes der ansonsten nährstoffarmen Tropenböden (vgl. HAFNER, 1995:733ff.). Des Weiteren bewirkt eine Hangrutschung die Veränderung diverser physischer Faktoren wie Wasserhaushalt und Strahlungshaushalt, die eine Neubesiedlung der Fläche mit Pionierarten zulässt. Bleibt die Rutschungsfläche über Jahre hin ungenutzt, kann auf ihr ein eigenes Ökosystem entstehen, das eine andere Artenzusammensetzung aufweist als das natürliche Ökosystem dieses Gebietes. So finden verdrängte Arten ein Rückzugsgebiet, in dem sie ihr Fortbestehen sichern können. Die Biodiversität eines Gebietes kann aufgrund von Hangrutschungen steigen. Die Wechselwirkung zwischen diesen punktuellen, Rutschungs-Bedingten Ökotope untereinander sowie mit den angrenzenden Agrarökosystemen kann besonders für Tierarten, die unterschiedliche Lebensräume benötigen, von Vorteil sein.

Ein Beispiel für ein solches Ökotope ist die Blockschutthalde südlich von Ghandruk. Vor über 20 Jahren gab es südlich von Ghandruk einen Bergsturz, der eine Länge und Breite von jeweils über 400 m aufweist. Die entstandene Blockschutthalde mit grobblockigen Steinen (mehrere Meter Durchmesser, vgl. Foto 7a / b und Titelfoto) ist teilweise in den Jahren 1993 und 1998 nochmals ins Rutschen gekommen. Dieser Standort weist in Bezug auf den Wasserhaushalt, die

³ Jeder Tourist zahlt 2.000 NR (= 26 €) beim Eintritt in das ACAP-Gebiet.

Bodenmächtigkeit und die Durchwurzelbarkeit extreme Bedingungen auf. Die gravitative Eigenbewegung der Schutthalde führt zu einer ständigen Veränderung der physischen Faktoren und erschwert somit den Pflanzenbewuchs. Nur speziell angepasste Pioniergesellschaften können diesen extremen Lebensraum besiedeln. Bei der Pflanzenbestandsaufnahme waren unter Anderem folgende Arten vertreten:

Pteridium aquilinum, *Berberis asiatica*, *Artemisia spec.*, *Arundinacea spec.*, *Alnus nepalensis*, *Albizia spec.*, *Asparagus racemosus*, *Rubus clipticus*, *Persicaria capitata*, *Persicaria barbata*, *Imperata cylendrica*, *Ficus semicarpifolia*, *Impatiens spec.*

Ein Ortskundiger machte uns auf *Nephrolepis cordifolia* (Schwertfarn) aufmerksam, der kleine weiße Wasserreservoir in seinen Wurzeln hat. Diese Wasserreservoir werden hin und wieder von Einheimischen zum Durstlöschchen genutzt. Darüber hinaus nutzt die Lokalbevölkerung die Blockschutthalde zur extensiven Viehfuttergewinnung, indem sie hier mit der Sichel Gras schneidet.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Aufgrund der zeitlichen Begrenzung des Projektes konnten die Untersuchungen nur einen kleinen Einblick in die derzeitige Situation vor Ort geben. Dieser ermöglichte eine anfängliche qualitative Bewertung der einzelnen Naturgefahren, die über Langzeitstudien gefestigt werden müsste. Unser Projektansatz sollte den Umgang der Bevölkerung mit Naturgefahren analysieren und eventuell Handlungsoptionen zur Optimierung des Risikomanagements entwickeln. Es geht darum, der über Jahrhunderte an die natürlichen Bedingungen gut angepassten Landwirtschaft eine Organisationsstruktur an die Seite zu stellen, die das Existenzrisiko des Einzelnen bezüglich Naturgefahren minimiert. Dies könnte, wie in Kap. 2.3.4 dargelegt, eine Art Versicherung sein, die sich über Einnahmen aus dem Tourismus finanziert und gezielt Präventionsmaßnahmen organisiert und finanziert. Insbesondere größere Maßnahmen wie die Stabilisierung von Hangfüßen zur Vermeidung von Hangrutschungen, die von einer kleinen Dorfgemeinschaft nicht durchführbar sind, wären damit realisierbar. Hinzu käme die existenzielle Grundsicherung aller durch Naturgefahren Geschädigten, wobei die Kastenzugehörigkeit keine Rolle spielen darf, was angesichts der gelebten Tradition allerdings nur schwer umsetzbar ist. Mit dem Wegfall von Existenzängsten wäre eine Verbesserung der Lebensqualität der dortigen Bevölkerung verbunden. Bei diesem Konzept muss allerdings die komplette finanzielle Abhängigkeit vom Tourismus bedacht werden, die besonders in politisch instabilen Zeiten zu Finanzierungsengpässen führen kann.

Die existierenden Organisationsstrukturen haben zwar gute Ansätze (vgl. Kap. 2.3.4), aber ihre vereinzelt Hilfs- oder Präventionsmaßnahmen sind rein freiwilliger Natur. Die Lokalbevölkerung hat damit keinerlei Rechtsanspruch auf derartige Leistungen und muss das Existenzrisiko zumeist alleine tragen. Aufgrund unserer Beobachtungen, Befragungen und Recherchen ist festzustellen, dass neben den bescheiden anmutenden, positiven Aspekten der derzeitigen Risikomanagementorganisation noch erhebliche Verbesserungsmaßnahmen erforderlich sind, damit den Naturgefahren wirkungsvoll und gezielt entgegengetreten werden kann.



Foto 1: Durch die erosive Wirkung des Kimron Khola angeschnittener Schwemmkegel am Nordhang des Kimron Khola Tals (Aufnahme: M. LÖBNER & C. SCHMELZ).



Foto 2: Große Rutschung am Nordhang des Kimron Khola Tals. Oberhalb der Rutschung liegt der Ort Uri, dessen Schule wegen Rutschungsgefahr verlagert werden musste. Die noch aktive Rutschung ist nach Aussagen der Anwohner vier Jahre alt und hat *bari*-Terrassen zerstört. Der geologisch instabile westliche Teil des Hanges ist zumeist von Wald bewachsen, da die Lokalbevölkerung die Gefahr einer Kultivierung dieses Hanges erkannt hat (Aufnahme: M. LÖBNER & C. SCHMELZ).



Foto 3: Rutschungen auf verwittertem Glimmerschiefer am Südhang des Kimron Khola Tals. Auf manchen Teilen ist die Vegetationsdecke komplett mitgerutscht (Aufnahme: M. LÖßNER & C. SCHMELZ).



Foto 4: Teilstück der Rutschung bei Komronada, die den Boden bis auf das Grundgestein abgetragen hat (Aufnahme: M. LÖBNER & C. SCHMELZ).



Foto 5: Instandsetzung des durch die Rutschung bei Komrondada zerstörten Weges durch den Bau einer behelfsmäßigen Brücke und durch den Versuch, die Rutschung mit Hilfe einer Steinmauer zu stabilisieren (Aufnahme: M. LÖBNER & C. SCHMELZ).



Foto 6: Massive Stabilisierung einer Uferböschung mit *Gabion Boxes* neben der Brücke über den Ghatte Khola bei Ghandruk. Nur so ist auf längere Sicht das Brückenfundament zu stabilisieren (Aufnahme: M. LÖBNER & C. SCHMELZ).



Foto 7a / b: Bergsturz südlich von Ghandruk. Unterhalb der Abrisskante ist ein Streifen mit ca. 20 Jahre alten *Alnus nepalensis* zu erkennen. Die wenig bewachsenen Teile der Blockschutthalde gehören zu dem aktiven Gebiet, das 1993 und 1998 nochmals rutschte. Der Kontrast zwischen dem Agrar-ökosystem mit Terrassen im Vordergrund und der Blockschutthalde mit extremen Standortbedingungen zeigt die positive Wirkung einer solchen Rutschung auf die Biodiversität (Aufnahme: M. LÖBNER).

4. LITERATURVERZEICHNIS

- DUTTMANN, R., 2001: Bodenfeuchte als Steuergröße der Bodenerosion. *Geographische Rundschau*, 53(5):24-33.
- GERRARD, J. & GARDNER, R., 2002: Relationships between Landsliding and Land Use in the Likhu Khola Drainage Basin, Middle Hills, Nepal. *Mountain Research and Development*, 22(1):48-55.
- HAFFNER, W., 1995: Positive Aspekte von Erosionsprozessen. *Geographische Rundschau*, 47(12):733-739.
- HAGEN, T., 1969: Report on the Geological Survey of Nepal. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 86(1). Zürich.
- HIMALAYAN MAPHOUSE (Hrsg.), 2001: Annapurna Base Camp, 1:50000. Kathmandu.
- H.M.G., DEPARTMENT OF MINES AND GEOLOGY (Hrsg.), 2002: Geological Map of Parts of Kaski and Parbat Districts, Nepal, 1:50000. Kathmandu.
- H.M.G., SURVEY DEPARTMENT (Hrsg.), 2000: Ghandruk, Nepal, 1:50000. Kathmandu.
- ITURRIZGA, L., 1999: Die Schuttkörper in Hochasien – Eine geomorphologische Bestandsaufnahme und Typologie postglazialer Hochgebirgsschuttkörper im Hindukusch, Karakorum und Himalaya. *Göttinger Geographische Abhandlungen*, 106. Göttingen.
- IVES, J. D. & MESSERLI, B., 1989: *The Himalayan Dilemma. Reconciling Development and Conservation*. New York.
- JÄGER, S., 1997: Fallstudien zur Bewertung von Massenbewegungen als geomorphologische Naturgefahr. *Heidelberger Geographische Arbeiten*, 108. Heidelberg.
- JOHNSON, K., OLSEN, E. A. & MANANDHAR, S., 1982: Environmental knowledge and response to natural hazards in mountainous Nepal. *Mountain Research and Development*, 2(2):175-188.
- KALVODA, J. & ROSENFELD, L., 1998: *Geomorphological Hazards in High Mountain Areas*. Dordrecht.
- KIENHOLZ, H., HAFNER, H., SCHNEIDER, G. & TAMRAKAR, R., 1983: Mountain Hazards in Nepal's Middle Mountains. *Mountain Research and Development*, 3(3):195-220.
- KRAUTER, E., 1994: Hangrutschungen und deren Gefährdungspotential für Siedlungen. *Geographische Rundschau*, 46(7-8):422-428.
- PETERS, T. J. & MOOL, P. K., 1983: Geological and Petrographic Base Studies for the Mountain Hazards Mapping Project in the Kathmandu-Kakani Area, Nepal. *Mountain Research and Development*, 3(3):221-226.
- PLATE, E. J. & MERZ, B. (Hrsg.), 2001: *Naturkatastrophen*. Stuttgart.
- POHLE, P., 1986: Landnutzung und Landschaftsschäden – Fallbeispiel Gorkha. In: KÖLVER, B. (Hrsg.): *Formen kulturellen Wandels und andere Beiträge zur Erforschung des Himalaya*: 367-391. Sankt Augustin.
- PRESS, F. & SIEVER, R., 1995: *Allgemeine Geologie – Eine Einführung*. Heidelberg.
- THAKUR, V. C., VIRDI, N. S. & PUROHIT, K. K., 2001: A Note on Himalayan Seismicity. In: ITIANCHI, L., RAJ CHALISE, S. & NATH UPRETI, B. (Hrsg.), 2001: *Landslide Hazard Mitigation in the Hindu Kush-Himalayas*. Kathmandu.

Internet

http://www.bytesforall.org/8th/earthquake_nepal.htm (*National Seismological Centre of Kathmandu*, August 2002).