

MASSENBEWEGUNGEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DEN MENSCHLICHEN LEBENSRAUM IM GEBIRGE

Günther Bunza¹

ZUSAMMENFASSUNG

Seit der Entstehung der Alpen werden diese durch Massenbewegungen abgetragen. Dabei bestimmen vorwiegend geogene Ursachen und Faktoren den Ort des Versagens und das natürliche Prozessgeschehen. Anhand von zwei Beispielen wird insbesondere das standörtliche und raumbezogene, komplexe Zusammenwirken geologischer Ursachen bei verschiedenen Bewegungstypen und deren vielfach gegenseitige Beeinflussung aufgezeigt. Darüber hinaus werden die direkten und indirekten Folgen derartiger Phänomene auf den Siedlungs- und Wirtschaftsraum angesprochen. Vielfach sind jedoch, wie deutlich wird, den notwendigen Schutz- und Sanierungsmaßnahmen allein durch die Gegebenheiten vor Ort Grenzen gesetzt, sodass kein ausreichender Schutz gewährleistet werden kann. Da zukünftig durch natürliche und menschliche Einflüsse mit einer Zunahme von Massenbewegungen zu rechnen ist, gewinnt die vorausschauende Risikoabschätzung an Bedeutung. Das in Zusammenarbeit mit Österreich und Italien derzeit laufende Pilotaktionsprogramm EGAR nach Art. 10 EFRE für den Alpenraum, dessen Ziele aufgezeigt werden, bietet hierzu eine Chance.

EINFÜHRUNG

Natürliche Hangflanken, die durch endogene oder exogene Prozesse entstanden sind, unterliegen dem schwerkraftbedingten Abtrag durch Massenbewegungen. Seit ihrer Bildung werden die Alpen durch natürliche Phänomene wie Stürze, Rutschungen und Muren als zumeist schnell ablaufende Prozesse mit Geschwindigkeiten von z.T. über 200 km/h und durch Sackungen, Talzuschübe sowie Erd- und Schuttströme als relativ langsame Prozesse mit Geschwindigkeiten von oft weniger als 0,06 mm/a abgetragen. Nirgends zeigt sich die geologische Aktivität häufiger und auffälliger als bei Massenbewegungen. Die natürlichen Hänge im Gebirge sind daher nicht ein unvergängliches Gegebenes sondern ständigen Formungen durch Massenbewegungen unterworfen.

Massenbewegungen werden erst dann zu einer Gefahr, wenn es zu einer Überschneidung von menschlichen Interessensräumen mit dem Wirkungsbereich dieser Prozesse kommt. Neben der Gefahr für Menschenleben können Bauwerke oder Anlagen auf dem bewegten Hangkörper selbst oder am Fuß der Bewegung zerstört oder in Mitleidenschaft gezogen werden. Darüber hinaus stehen Massenbewegungen und Wildbachprozesse wie Muren oder geschiebene Hochwässer vielfach in engem Zusammenhang.

Nach einer Analyse der Schadenerfahrungen über zehn Jahre (1986 – 1995) der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (1997) nehmen Massenbewegungen innerhalb der großen Palette der Naturkatastrophen weltweit zwar nur einen geringen Prozentsatz ein, doch kommt ihnen seit einigen Dezennien aufgrund des steigenden Flächenbedarfs unserer Gesellschaft in zunehmendem Maße große Beachtung zuteil. Auch in den Alpen bedrohen

1) Univ.-Doz. Dr. Günther Bunza, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft,
Lazarettstraße 67, D – 80636 München, Deutschland.
(Tel.: +49-89-92141027; Fax: +49-89-92141041;
E-mail: guenther.bunza@lfw.bayern.de)

Massenbewegungen vermehrt Siedlungen, Verkehrswege sowie Einrichtungen des Tourismus. Insbesondere seit den Ereignissen von 1987 bekam die Erforschung der Massenbewegungen und die Erarbeitung von Präventivmaßnahmen in den Alpenländern initiativen Aufschwung, was sich beispielsweise in der zu Ende gegangenen IDNDR manifestierte.

Massenbewegungen treten nicht wahllos auf und laufen nicht willkürlich ab. Vorwiegend geologische Ursachen, wie es schon HEIM (1932) erkannte, die komplex und dynamisch wirken, bestimmen – neben zunehmend anthropogenen Faktoren - den Ort des Versagens und beeinflussen das Prozessgeschehen. Dies wurde auch bei den in der Folge der Starkniederschläge vom 21. und 22. Mai 1999 aufgetretenen Massenbewegungen sichtbar. Daneben wurden aber auch die Grenzen der Beherrschbarkeit solche Phänomene und der durchführbaren Schutzmaßnahmen deutlich vor Augen geführt.

Anhand von zwei aktuellen Beispielen aus dem bayerischen Alpenraum soll die angesprochene Problematik dargestellt und mögliche Strategien der vorausschauenden Risikoabschätzung aufgezeigt werden.

DIE RUTSCHUNG IM HÖLLGRABEN

Bei Berchtesgaden in der Gemeinde Schönau reaktivierte sich 1998 ein älteres Rutschgebiet. Dieses liegt ca. 400 m oberhalb des Siedlungsgebietes und ca. 200 m östlich der Ansiedlung Helliell (siehe Abb. 1). Die Hangbewegung liegt am orographisch linken Hang des Höllgrabens, erstreckt sich über ca. 170 m Länge und nimmt eine Fläche von ca. 4000 m² ein. Aus dem Fuß der Rutschung erfolgen immer wieder Feststoffeinstöße in den Höllgraben. Das Feststoffpotential konnte auf ca. 100.000 m² geschätzt werden.

Die Rutschung ist Teil eines relikten, größeren Bewegungsbereiches und wird schriftlich bereits im letzten Jahrhundert erwähnt. Alte Krainerwände im Rutschhang und alte Wildbachsperrern belegen darüber hinaus zeitweilige Aktivitäten in der Vergangenheit im derzeitigen Bewegungsgebiet und seinem Umfeld.

1990 kam es – möglicherweise durch eine künstliche Wassereinleitung gefördert – zu einer Bewegungsintensivierung im Rutschhang. Entlang der oberen Gemeindestraße nach Vorderbrand wurde das Oberflächenwasser konzentriert in eine abflusslose Senke oberhalb der Anbruchkante eingeleitet. Diese Einleitung erfolgte erst seit einem Umbau der Straße infolge des Einbaues einer Trinkwasserleitung. Das Wasser versickerte in der Senke und strömte direkt dem Rutschbereich zu. Daraufhin wurden vom Bayerischen Geologischen Landesamt eine tachymetrische Karte angefertigt und zur Überprüfung der Rutschungsaktivität Messpunkte im Hang gesetzt. Während zweier Jahre wurden Horizontalverschiebungen bis zu 20 cm gemessen, die Vertikalverschiebungen betragen bis zu 15 cm. Auch außerhalb des Hangrutschungsbereiches konnten Verschiebungen insbesondere bei der Siedlung Helliell um bis zu 40 mm entlang der Hangkante festgestellt werden. Nachdem das Oberflächenwasser der Straßenentwässerung schadlos abgeleitet wurde, beruhigte sich in den Jahren darauf die Rutschung, Schutzmaßnahmen schienen vorerst nicht nötig zu sein.

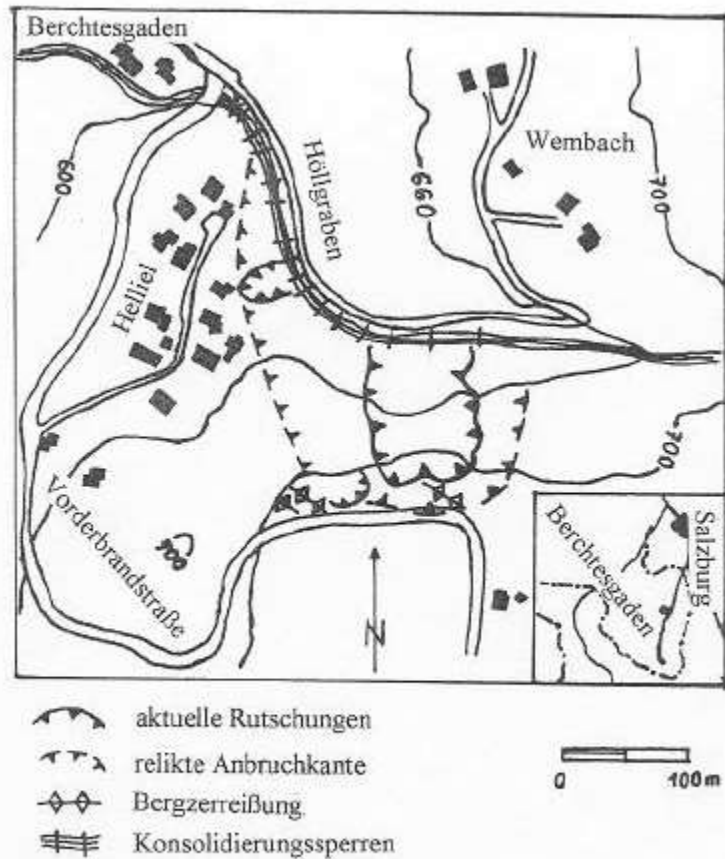


Abb. 1: Übersichtsplan zur Höllgraben - Rutschung

Im Dezember 1998 stellten sich erneut erhebliche Aktivitäten im Hauptrutschbereich ein, und zwar aufgrund der intensiven Niederschläge im vorausgegangenen November. Das Bachbett des Höllgrabens wurde während mehrerer Monate ständig verschüttet und mußte immer wieder ausgebagert werden.

Ursachen und Gefährdungspotential

Für die Rutschung im Höllgraben sind neben der Tatsache, daß es sich um ein altes Bewegungsgebiet handelt, primär lithologische und tektonische Ursachen verantwortlich.

Im Bereich der Hangbewegung stehen vom Liegenden zum Hangenden folgende geologische Einheiten an (siehe Abb. 2):

- angewittertes Haselgebirge mit Gips
- ausgelaugtes Haselgebirge, d.s. plastische, weiche Residualtone
- braune, massige Hallstätter Kalke
- helle, harte Dachsteinkalke
- unsortierte Moräne mit mäßigem Schluffanteil als geringmächtige Deckschichten

Das zur Hallstätter Einheit (Tiefjuvavikum) gehörende Haselgebirge (inkl. der geringmächtigen Hallstätter Kalke) diente der Berchtesgadener Einheit (Hochjuvavikum), die hier durch den Dachsteinkalk vertreten ist, als Gleitteppich, sodass es tektonisch stark beansprucht und zerwürgt wurde. Der Dachsteinkalk weist dagegen durch die mit der Überschiebung verbundene Bruchtektonik einen hohen Zerlegungsgrad mit einem dichten Kluft- und Spaltennetz auf.

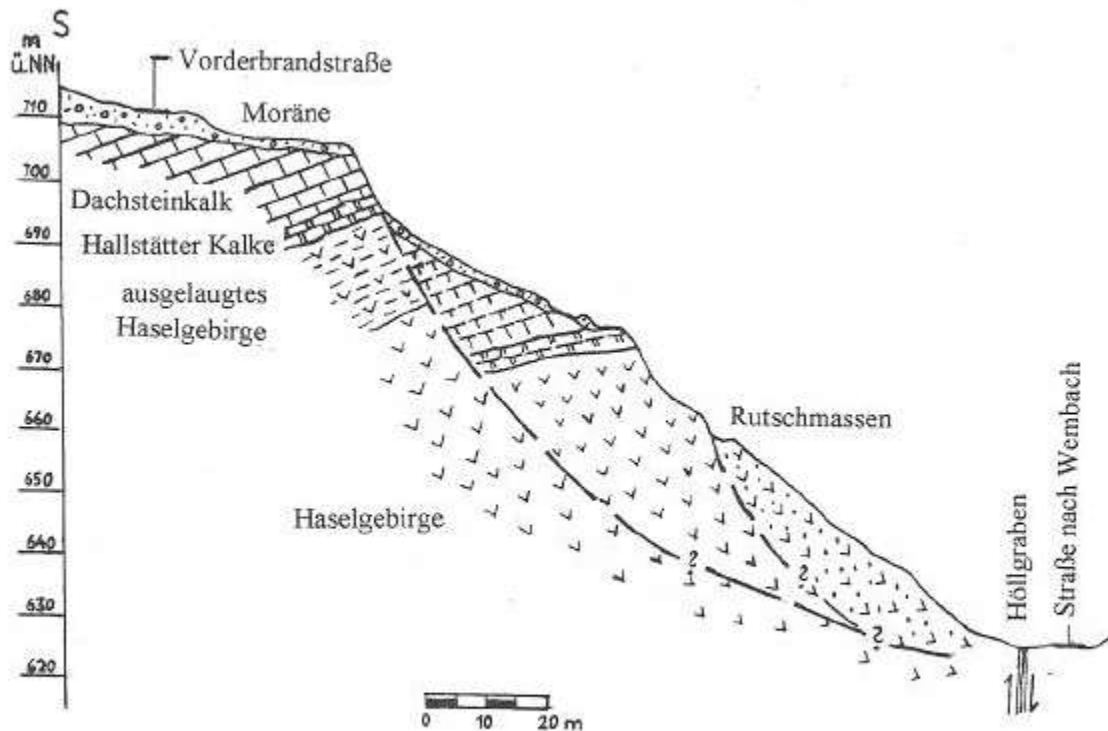


Abb. 2: Geologisches Profil der Höllgraben - Rutschung

Nördlich des Höllgrabens finden sich stark beanspruchte Ton- und Mergelsteine des Lias, sodass im Bereich des Höllgrabens eine Störung angenommen werden kann.

Für die Hangbewegungen spielt das Haselgebirge die zentrale Rolle. Dieses stellt lithologisch eine Breccie dar, dessen Grundmasse aus Salzton besteht. In dieser Grundmasse schwimmen Komponenten aus Gips, Anhydrit und Salz. Daneben kommen auch Kalk-, Dolomit- und Sandsteinbrocken vor. Wasser, das zunächst über das Kluftsystem der Kalke bis in das Haselgebirge vordrang, hat zur Auslaugung desselben geführt, sodass mächtige Residualtone entstanden. Darüber hinaus ist das Haselgebirge und insbesondere der in ihm vorkommende Anhydrit stark wasseraufnahmefähig, wodurch Quellvorgänge entstehen. Ferner vollzieht sich bei anhydritischen Gesteinen bei Wasserhinzutritt eine Umwandlung in Gips, die von einer theoretischen Volumenvergrößerung um etwa 17% in jeder Richtung begleitet wird. Die dabei auftretenden Umwandlungsdrucke erreichen 5 bis 10 MN /m² und mehr und halten im Gegensatz zum Tonquellen mit abnehmender Tendenz über Jahre an. Diese Vorgänge waren sicherlich für erste Bewegungen in diesem Bereich verantwortlich.

Nun, da viele Flächen offen liegen und zahlreiche Risse entstanden sind, kann das Niederschlagswasser sehr viel rascher in den Untergrund eindringen. Es führt einerseits zur Plastifizierung der Residualtone und andererseits im darunterliegenden teilweise nur angewitterten oder gar unverwittertem Haselgebirge zu erhöhten Quell- und Umwandlungsdrucke. Dieser Vorgang ist infolge der starken Durchnässung seit November 1998 progressiv. Aufgrund dieser Prozesse treten im Haselgebirge Kriechvorgänge auf und das Material bewegt sich dem Höllgraben als breiig-viskose Masse entgegen (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Die anhaltenden Kriechbewegungen in den Residualtonen des Haselgebirges führen immer wieder zu Verengungen des Bachquerschnitts am Höllgraben.

Gleichzeitig führen die plastischen Bewegungen im Haselgebirge zu Bewegungen im darüber lagernden Dachsteinkalk. Durch das Versagen des Unterlagers kommt es zu Bergzerreibungen in der spröden Deckplatte. Solche finden sich unmittelbar hinter der Anbruchkante und ca. 150 m südlich Helliell (siehe Abb. 1). Dort konnten Kluftgassen von 5 m Breite und 8 m Tiefe beobachtet werden. Es handelt sich hierbei allerdings nicht um junge Erscheinungen. Mächtige Kalksinterbezüge mit schön ausgebildeten Stalaktiten, die auf den Kalken im Anbruchsbereich zu finden sind, zeugen von einer bereits lang anhaltenden Öffnung der Klüfte.

Neueren Datums hingegen sind Ausbauchungen im tektonisch stark zerlegten Dachsteinkalk des Hauptanbruchs, Felsstürze daraus, das Abgleiten im Bruchkessel lagernder Felstürme oder deren Zusammenbruch (siehe Abb. 4). Das Gewicht der auflagernden kalkigen Massen und auch von Blöcken aus Kalken und Sandsteinen des Haselgebirges könnte zusätzlich eine Rolle für die zunehmenden Bewegungen in den Residualtonen spielen. Eine Reaktivierung der Bergzerreibungen kann nicht mehr ausgeschlossen werden. Auch stoßen die Massen unvermindert gegen den Höllgraben vor, wobei mit einer Beschleunigung der Gesamtmasse zu rechnen ist.



Abb. 4: Die Rutschung im Höllgraben im März 2000. Deutlich sind die Kriechbewegungen im liegenden Haselgebirge und die Felsstürze aus dem hangenden Dolomit zu sehen.

Als Folge davon wäre ein Aufstau des Höllgrabens und eine Unterbrechung der Zufahrt nach Wembach zu erwarten. Bei einem derartigen Aufstau besteht die Gefahr einer Vermurung von zahlreichen tiefergelegenen Wohngebäuden in nur 400 m Entfernung.

Geotechnische Untersuchungen

Da die Reststabilität der in Bewegung befindlichen Rutschmassen im wesentlichen von der Konsistenz der bindigen Bodenanteile abhängig ist, wurden an repräsentativen Stellen sowohl der Rutschmassen als auch vom Haselgebirge des Mutterhanges Proben entnommen und hinsichtlich Wassergehalt und Konsistenzgrenzen untersucht. Mit den Untersuchungen wurde die Fa. GEBAUER beauftrag, die entsprechenden Laborergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt dargestellt.

Wie die Ergebnisse zeigen, ist die Matrix der Bodenproben von überwiegend breiiger bis flüssiger Konsistenz. Aufgrund der geringen Plastizität würden bereits geringe Zunahmen des Wassergehaltes um ca. 5% ausreichen, um auch den Proben 1 und 2 eine breiige Konsistenz zu verleihen. Auch kann infolge des am Fuß der Rutschung austretenden Materials geschlossen werden, daß die Aufweichung des Materials bis in große Tiefen reicht.

Aus diesen Gründen kann dem Material keine Reibung zugeordnet werden, d.h. $\varphi = 0$, $c = 0$, sodass sich aus geotechnischer Sicht auch keine rechnerische Standsicherheit ergibt. Der weitere Verlauf der Rutschung ist daher im wesentlichen witterungsabhängig. Mit einem progressiven Rutschungsverlauf ist bei anhaltender feuchter Witterung zu rechnen, wobei als zusätzlich treibende Kraft die Auflast nachstürzender Felsmassen aus dem hangenden Dachsteinkalk fungiert.

Probe Nr.	Entnahme - Ort	Bodengruppe DIN 18196/ Verwitterungs- klasse	Wassergehalt [%]	Konsistenz
1	anstehendes Haselgebirge oberhalb Rutschfläche	VZ	15,6	/
1a	anstehendes Haselgebirge, aufgeweicht	(GT / TL)	32,6*	flüssig, breiig
2	freigelegte Rutschfläche	VZ	12,8	/
3	freigelegte Rutschfläche	TL	21,7*	flüssig, breiig
4	umgelagertes Rutschmaterial	(GT / TL)	35,3*	flüssig

* Wassergehalt der Fraktion < 0,4 mm

Tab. 1: Geotechnische Kennwerte des Haselgebirges in der Rutschung Höllgraben

Schutzmaßnahmen

Die Situation bedingt zur Zeit umfangreiche Schutzmaßnahmen, da eine Stabilisierung der Rutschung aufgrund der Größe der Kubaturen sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht nicht bzw. nur schwer durchzuführen ist.

Die Schutzmaßnahmen umfassen:

- die Verlegung des Höllgrabens im Bereich des Rutschungsfußes in ein Rohr, sodass der Abfluss gesichert ist und ein Aufstau des Baches unterbleibt; diese Maßnahme ist bereits vollzogen;
- die Errichtung einer Geschieberückhaltesperre, sodass keine Feststoffe nach unterstrom ins Gewässer gelangen können;
- die Verlegung der Straße von der Talsohle in den Gegenhang;
- die Erweiterung des Brückendurchlasses am Talausgang
- und die Einrichtung eines Beobachtungssystems zur Überwachung der Zerrklüfte und des Verhaltens der Rutschmassen.

Darüber hinaus empfiehlt es sich, weitere Überlegungen zur Entwässerung der Rutschung bzw. zur Reduzierung des Wasserandranges anzustellen.

Aufgrund der intensiven Hangdurchnässung sind auch im Siedlungsbereich Helliel Bewegungen aufgetreten. Dabei kam es zu Bodensenkungen im Eingangsbereich eines Hauses und zu einer Rutschung an der Böschungsstirn vor dem Haus. Bohrungen stießen in ca. 10 m Tiefe auf Hohlräume und gespanntes Grundwasser, sodass auf Phänomene des Gipskarstes geschlossen werden kann. Ein Einfluß alter Kanalisationssysteme und Quelfassungen, kann hier darüber hinaus nicht ausgeschlossen werden.

Schlußfolgerungen

Trotz der umfangreichen Schutzmaßnahmen bleibt ein Restrisiko bestehen, da bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auch mit einem breiig-flüssigem Abgang der Gesamtmasse von ca. 100.000 m³ gerechnet werden muß. Darüber hinaus kann es auch zu einer Aktivierung von bislang inaktiven Hangbereichen innerhalb des relikten Rutschungsbereiches kommen. Trotz aller Schutzmaßnahmen wären dadurch der Siedlungsbereich am Schwemmfächer und die das Gebiet erschließenden Straßen gefährdet.

Das Beispiel Höllgraben zeigt, wie komplex einerseits die Vorgänge sind und daß man vielleicht vorausschauender hätte reagieren müssen. Andererseits wird aber auch deutlich, daß Gebiete mit derartigen geologischen Verhältnissen – die Vorkommen von Haselgebirge und die Phänomene der geotechnischen Konstellation „Hart auf Weich“ sind im Berchtesgadener Raum weit verbreitet - nicht ohne entsprechende Baugrundgutachten als Siedlungsgebiete auszuweisen und Entwässerungen und Wasserfassungen sorgfältiger planen zu sind.

DER SCHUTTSTROM HIRSCHBACH

Im Einzugsgebiet des Hirschbaches bei Hindelang im Allgäu ist seit 1988 ein aktiver Schuttstrom bekannt. In einem Gebiet zwischen 1545 m ü.NN und ca. 1100 m ü.NN finden tiefgründige, kriechende Bewegungen auf einer Fläche von ca. 12 bis 15 ha statt (siehe Abb. 5). Durch den vermehrten Schmelzwasserandrang im Frühjahr 1988 und durch die Einleitung von Oberflächenwasser aus dem Bereich der geteerten Hirschalpstraße kam es insbesondere im Bereich zwischen 1200 m ü.NN und 1340 m ü.NN zu akuten Stabilitätsabnahmen des Geländes, was sich durch Rißbildungen und Sackungen äußerte. Dabei wurde auch der Weg zur Hirschalpe in Mitleidenschaft gezogen.

Da der Schuttstrom mit einer steilen, aufgewölbten Zunge zum Rothplattenbach, einem Nebenbach des Hirschbaches vordringt, besteht bei Bewegungsintensivierungen die Gefahr, daß größere Geschiebeeinstöße in diesen Bach, bzw. in seinen nur 400 Meter weit entfernten Vorfluter, den Hirschbach, erfolgen. Als Folge davon könnten Muren, insbesondere bei Verklausungen entstehen, die die Bebauung am Ausgang des Hirschbachtobels unmittelbar gefährden würden (siehe Abb. 5).

Seit Beginn der 90er Jahre wurde deshalb die Zunge des Schuttstroms oberhalb des Rothplattenbaches geodätisch beobachtet. Die Messungen ergaben bis 1998 gleichbleibende Verschiebungen von einigen cm pro Jahr, sodass zunächst und auch auf Grund der inzwischen erfolgten schadlosen Ableitung der Wegentwässerung keine weiteren Schutzmaßnahmen erfolgten.

Geologie und Ursachen

Die in den Folgejahren vorgenommenen geologischen und geomorphologischen Erhebungen sowie geoseismischen Untersuchungen ergaben, daß das Bewegungsgebiet in einer geologisch bedingten Schwächezone liegt, die hier durch die Einschuppung der Arosa-Zone zwischen die Jochschrofen Vorschuppe als Liegendes im Westen und den Hauptdolomit des Jochschrofens als Hangendes im Osten zustande kam (siehe Abb. 5).

Die Arosa-Zone stellt eine Melange Zone dar, in der die vorkommenden Gesteine – es sind dies hauptsächlich Pillow Laven und Tonmergel in „Couches rouges Fazies“ – stark verschuppt und zerschert wurden. Letztere und ihr schluffig-toniges Verwitterungsprodukt

bilden aufgrund ihrer Fähigkeit der Wasseraufnahme und Wasseranlagerung die Grundmasse des Schuttstromes.

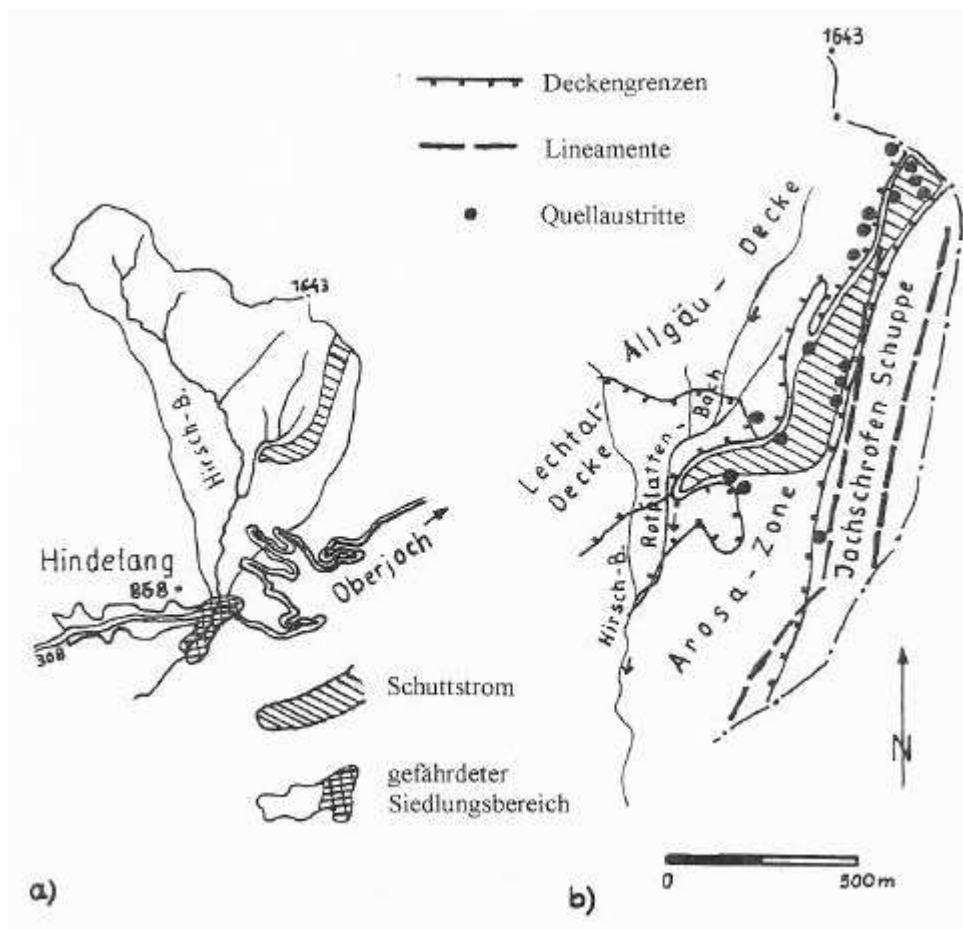


Abb. 5: a) Das Einzugsgebiet des Hirschbaches bei Hindelang im Allgäu mit dem Schuttstrom und dem Gefährdungspotenzial;
 b) Der Schuttstrom und seine Beeinflussung durch die Tektonik und die von ihr abhängige Hydrogeologie.

Durch refraktionsseismische Untersuchungen in den Jahren 1989 und 1998, die den ganzen Bereich abdecken, konnte die Mächtigkeit des Schuttstromes mit 20 bis 40 m bestimmt werden. Die oberste Schicht besteht aus acht bis zehn Meter mächtigem aufgelockertem Material, auf und in dem besonders am Fuß der Jochschrofen Wand Felssturzböcke aus Hauptdolomit schwimmen. Insgesamt errechnet sich bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit des Schuttstromes von 25 m und seines Umfanges von ca. 12 ha ein Geschiebepotential von 3 Millionen m³.

Durch das am und im Schuttstrom vorhandene blockige Material kann Niederschlags- und Schmelzwasser leicht in den Untergrund eindringen und eine ständige Durchfeuchtung der schluffig-tonigen Matrix bewirken.

Weiters konnte festgestellt werden, daß die Scherfugen zu beiden Seiten des Schuttstromes, deren Verlauf vielfach durch die Risse in der Teerdecke des Hirschalpweges verfolgt werden kann, deckungsgleich mit den Überschiebungslinien Jochschrofen-Schuppe – Arosa Zone – Jochschrofen-Vorschuppe sind. Darüber hinaus zeigte die Kartierung der Quellaustritte, daß diese ebenfalls an die Störungszonen gebunden sind, sodass die Überschiebungslinien z.T. als Wasserleiter und z.T. als Stauer fungieren. Durch die damit

verbundene Möglichkeit einer sowohl unterirdischen als auch oberirdischen Bewässerung der Scherfugen werden die Bewegungen zusätzlich gefördert (siehe Abb. 5).

Nicht zuletzt werden die Massenbewegungen möglicherweise auch durch die Hangtektonik am Jochschrofen beeinflusst. Der Hauptdolomit dieser Erhebung ist durch Bergzerreißungen gekennzeichnet. Dabei verläuft ein Doppelgrat von SW nach NE (siehe Abb. 6), zahlreiche andere Zerreißen, die durch offene Klüfte gekennzeichnet



Abb. 6: Am rechten Bildrand tritt der von SW nach NE verlaufende Doppelgrat im Hauptdolomit des Jochschrofen deutlich hervor. Der Schuttstrom liegt im Bereich der Straße zur Hirschalpe.

sind, verlaufen von ESE nach WNW. Da beide Kluftsysteme fast senkrecht aufeinander stehen und die Schichten mehr oder weniger nach Süden einfallen, können sich Felspakete an diesen mechanisch wirksamen Flächen lösen und auf den Schuttstrom stürzen. Vereinzelt kann man auch die Ablösung von Felstürmen beobachten, die auf dem weichen Untergrund langsam zu Tal gleiten. Konvergenzmessungen am Jochschrofen ergaben, daß hier aktuelle Bewegungen stattfinden, sodass eine Konstellation „Hart auf Weich“ vorliegt, bei der sich beide Formen der Massenbewegung gegenseitig beeinflussen.

Die aktuellen Hangbewegungen

Aufgrund ansteigender Bewegungsbeträge im Jahr 1998 entschloß man sich, weitere Untersuchungen vorzunehmen. Die Absicht, 1999 vier Bohrungen abzuteufen und Inklinometer zu setzen, wurde jedoch durch die Ereignisse im Frühjahr 1999 vorerst zunichte gemacht.

Durch die intensiven Niederschläge am 21. und 22. Mai 1999 (Hindelang – 238 mm/24 h) wurde im unteren Teil des „Schuttstromes Hirschbach“ eine Rutschung ausgelöst (siehe Abb. 7). Sie nimmt ca. 2 ha ein, ihr Volumen beträgt bei einer durchschnittlichen Tiefe von 8 m ca. 120.000 m³. Zwischen 1150 m ü.NN am Rothplattenbach und ca. 1300 m ü.NN wurde die Hirschalpstraße und der Waldbestand weggerissen.

Von der Rutschung ist im wesentlichen die oberste aufgelockerte Zone des Schuttstromes betroffen. Die Rutschmassen bestehen daher zur Hauptsache aus einer schluffig-tonigen Matrix der verwitterten pelitischen Gesteine der Arosa-Zone, in der dolomitische Gesteinsblöcke schwimmen



Abb. 7: Die durch die Niederschläge zu Pfingsten 1999 ausgelöste Rutschung am Fuß des Schuttstromes.

Der Anrissbereich bei ca. 1300 m ü.NN fällt mit einer Versteilung im felsigen Untergrund zusammen. Unter dieser befand sich nach den Ergebnissen aus den geoseismischen Untersuchungen in ca. 8 m Tiefe eine wassergesättigte Zone aus alten Hangbewegungen. Unter dem Druck der anströmenden Wassermassen aus den Niederschlägen kam es dann letztlich an dieser Schwachstelle zur Initiierung der Rutschung, die fast auf ihrer gesamten Länge lateral von deutlichen Scherfugen sowie sekundären Rissen und Sackungen begleitet wird.

Warum jedoch kein wesentlicher Materialeinstoß aus dieser Rutschung in den Rothplattenbach erfolgte, liegt daran, daß sich das Gelände am Zungenende trichterförmig verengt. Hier werden die Bewegungen durch Blockwerk aus Diabasen und Pillow Laven der

Arosa Zone und den Hauptdolomit der Krähenwand gleichsam gebremst und aufgefangen. Die Wirkung, die von diesen Komplexen ausgeht, kann jedoch einen ausreichend großen Materialvorstoß aus hangenden Partien nicht verhindern. Derzeit besteht die Gefahr, dass größere Massen in Bewegung kommen können, da einerseits in der aktuellen Rutschung zahlreiche offene Flächen und Risse vorhanden sind, durch die eine Bewässerung des Untergrundes erfolgen kann und andererseits auch im darüber befindlichen Schuttstrombereich deutliche Spuren einer allgemeinen Aktivitätssteigerung vorhanden sind. Sollten zukünftige Bewegungen auf die oberste aufgelockerte Zone beschränkt bleiben, ergibt sich bei einer durchschnittlichen Mächtigkeit von ca. 7 m ein Gefährdungspotential von ca. 1 Million m³

Murgangartige Geschiebeeinstöße aus der Rutschung und aus dem steilen Gerinne des Rothplattenbaches in den Hirschbach könnten zur direkten Gefährdung des Siedlungsbereiches am Schwemmkegel führen, da die Wildbachsperrern im untersten Bachabschnitt des Hirschbaches Materialmengen dieser Dimension nicht mehr beherrschen können.

Schutzmaßnahmen

Infolge häufiger Wildbachereignisse im Hirschbach wurde sein Lauf zwischen der Schluchtstrecke und dem Schwemmkegel schon in früheren Jahren mit Sperren gesichert. Da sein übriges Einzugsgebiet wegemäßig nicht erschlossen ist, wurde auf eine Verbauung des Oberlaufes und am Rothplattenbach verzichtet.

Bedingt durch die aktuellen Ereignisse ist jedoch derzeit der Bau zweier Geschieberückhaltesperren am Rothplattenbach mit je einem möglichen, räumbaren Auffangraum von ca. 20.000 m³ vorgesehen.

Ergänzend soll ein Beobachtungssystem im Bereich des aktuellen Bewegungsbereiches am Zungenende des Schuttstromes eingerichtet werden.

Schlußfolgerungen

Die Rutschung und der Schuttstrom im Einzugsgebiet des Hirschbaches sind mit ausreichender Aussicht auf Erfolg nicht verbaubar oder zu konsolidieren. Durch die Bewegungen ist langfristig mit ständigen Änderungen der Wasserwegsamkeit innerhalb der Massen zu rechnen, sodass auch Entwässerungsmaßnahmen größtenteils und innerhalb kurzer Zeit wieder unwirksam wären. Aufgrund des verbleibenden Restrisikos wurden daher die betroffenen Anlieger über die Situation am Hirschbach durch die Gemeinde in Kenntnis gesetzt und ein Katastrophenplan durch das Landratsamt Oberallgäu und die Gemeinde Hindelang ausgearbeitet.

SCHUTZ VOR MASSENBEWEGUNGEN

Die beiden Beispiele sollten aufzeigen, daß in vielen Fällen kein ausreichender Schutz vor Massenbewegungen gewährleistet werden kann, vor allem auch nicht auf der Grundlage einer vernünftigen finanziellen Basis. Was bleibt ist die Hoffnung, daß Großereignisse nur selten eintreten, d.h. also ein Restrisiko und in kritischen Fällen die Überwachung von Hängen, um eine gewisse Vorwarnzeit zu erhalten. Damit wird aber

vielfach ein personelles Problem akut, da die Orte der notwendigen Überwachungen zunehmen und die Daten nicht rechtzeitig ausgewertet werden können.

Auf der anderen Seite sollte mit den zwei dargestellten Fällen beispielhaft aufgezeigt werden, daß naturgemäß gerade in den Alpen geologisch bedingte Schwächezonen und Instabilitätsbereiche bedingt durch deren Aufbau mit den unterschiedlichsten Substraten, die komplizierte Tektonik, die von beiden Faktoren abhängigen hydrogeologischen Verhältnisse und die Glazialgeschichte eine weite Verbreitung haben.

Durch die Vielzahl der Schwachstellen sind theoretisch Massenbewegungen vielerorts möglich. Durch menschliche direkte oder indirekte Einflussnahmen kann es aber zu Störungen im Gleichgewicht zwischen den angreifenden und den zurückhaltenden Kräften kommen. D.h., dass es in dem komplexen System, das die alpinen Landschaften darstellen durch den Menschen zu Veränderungen der Stoffdynamik und /oder zur Beeinflussung des Wasserhaushaltes und in der Folge durch das Zusammentreffen mehrerer Faktoren zu einer Aufschaukelung des Systems und zu einer überproportionalen Erhöhung des Gefahrenpotentials kommen kann. Diese Einflüsse nehmen zu, sei es durch

- bereits bestehende und zukünftige Übernutzungen von Gebirgsräumen,
- die Auflassung von landschaftspflegerischen Tätigkeiten wie der Wald- und Almpflege,
- Schadstoffeinträge aus Immissionen,
- Wetterphänomene, die möglicherweise mit einer Klimaänderung zusammenhängen
- oder sei es durch einen natürlichen Faktor wie die zunehmende tektonische Aktivität.

Daraus folgt, daß in Zukunft nicht mit einer Abnahme sondern mit einer Zunahme geologischer Katastrophen zu rechnen ist. Durch die vergrößerte Bevölkerungsdichte wird die Zahl von Opfern und die Summe der Sachschäden immer größer werden – wenn nicht endlich konsequent der Nutzen aus den vorliegenden Erfahrungen gezogen wird.

VORAUSSCHAUENDE RISIKOABSCHÄTZUNG

D.h. neben der Symptombekämpfung müssen in zunehmendem Maße präventive, integrale Schutzmaßnahmen entwickelt werden, bei denen die Erkennung und geologische Ausdeutung von Hanginstabilitäten und deren Ursachen eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen ist.

Neben vielen Projekten, die sich vorwiegend mit computergestützten Modellen auseinandersetzen, bietet das EU Projekt EGAR, d.h. „Einzugsgebiete in alpinen Regionen“, dazu eine Chance. Ein Ziel dieses gemeinsamen Pilotaktionsprogrammes nach Art. 10 EFRE zwischen Bayern, Tirol und Südtirol ist die Erstellung einer Hinweiskarte auf Naturgefahrenpotentiale als Entscheidungshilfe für eine Dringlichkeitsreihung bei Detailuntersuchungen und bei Planungen zu notwendigen Schutzmaßnahmen. Zielmaßstab ist in Tirol 1:20.000, in Bayern 1:25 000.

Über die Auswertung vorhandener Unterlagen und von Luft- und Satellitenbildern werden Erscheinungsbilder vergangener, relikter und aktueller, aktiver morphodynamischer Verhältnisse und Veränderungen erfaßt und durch stichprobenartige Geländebegehungen verifiziert und ergänzt. Diese Erhebungen erfolgen für die Prozeßgruppen Stürze, Gleiten und Fließen/Kriechen, für den linien- und flächenhaften Schurf durch Wasser, Schnee und andere Massenbewegungen sowie für Muren. Die Ergebnisse werden mit bestehenden Daten verschnitten und einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. In der Folge werden Rückschlüsse aufgrund der Datenlage auf Gebiete gezogen, in welchen solche Erscheinungsbilder nicht

vorhanden sind. Über die Ausweisung von Verdachtsflächen für unterschiedliche Prozeßbereiche können dann auch Aussagen über Entwicklungen in Grabenbereichen gemacht werden.

Sowohl für das potentielle Wildbachgeschehen und die möglichen Abtragserscheinungen als auch bei einer Verschnaidung der ausgeschiedenen Prozeßgruppen mit der Nutzung oder geplanten Nutzungseingriffen lassen sich aus einer derartigen Erhebung direkte Gefahrenhinweise ableiten. Damit werden auch Prioritätszonen für Schutzmaßnahmen sichtbar.

SCHLUSSBEMERKUNG

Der Erforschung und Prävention von Massenbewegungen und Wildbachprozessen wird in den Alpenländern, insbesondere seit den Katastrophenereignissen von 1987, große Beachtung zuteil. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Arbeiten müssen jedoch stärker als bisher ihren Einzug in die Praxis finden. Dabei sollte es das Ziel sein, neben der reinen Gefahrenabwehr verstärkt vorbeugende Maßnahmen zu verfolgen, die ökologisch verträglich, sozial gerecht und wirtschaftlich effizient sind. Aufgrund der Ereignisse vom Mai und Juni des Jahres 1999 sollten derartige Anstrengungen verstärkt unternommen werden.

LITERATUR

- Bunza, G. (1992). „Die Erfassung des aktuellen Abtragsgeschehens mit Hilfe geomorphologischer Kartierungen zur Beurteilung von potentiellen Gefahrenräumen.“ *Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1992-Bern*. Vol. 6; 213-236.
- Bunza, G. (1993). „Massenbewegungen in alpinen Wildbachgebieten und der menschliche Einfluss darauf.“ *Geotechnik, Sonderheft zur 9. Nationalen Tagung für Ingenieurgeologie 1993-Garmisch-Partenkirchen*; 63-69.
- Heim, A. (1932): „Bergsturz und Menschenleben“. 1. Aufl. Zürich, Verlag Fretz & Wasmuth.
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (1997): „Überschwemmung und Versicherung“. 77 p., München 1997.