

# **Risiken durch Hangbewegungen in den bayerischen Alpen Erfahrungen mit dem Projekt GEORISK nach 10 Jahren Praxis**

**A. v. POSCHINGER & U. HAAS**

## **1. Ausgangslage**

Die Untersuchung von Hangbewegungen in Bayern durch das Geologische Landesamt bzw. durch dessen Vorläuferinstitutionen hat bereits eine lange Tradition. Schon 1850 wurde die "Geognostische Reichsdurchforschung" gegründet, deren Leiter C.W. Gümbel im Sinne der damals üblichen umfassenden Tätigkeit des Geologen auch Gutachten zu Hangbewegungen erstellte. Die gutachterliche Tätigkeit nahm mit der zunehmenden Bedeutung dieser Fragestellungen für die Siedlungsentwicklung und für die Sicherung technischer Bauwerke im Laufe der Zeit zu. Üblicherweise wurden allerdings nur dann Gutachten erstellt, wenn bereits ein Schaden eingetreten war oder wenn eine akute Gefahr drohte. Eine spezielle Risikovorsorge erfolgte somit nur in den seltensten Fällen; meist beschränkten sich die Maßnahmen auf Schadensbegrenzung.

Zur Ausgangslage muß auch der spezielle rechtliche Rahmen bezüglich der Behandlung von Hangbewegungen erwähnt werden. Die Bauleitplanung sieht vor, daß eine Ausweisung von Baugrund u.a. nur für Flächen zulässig ist, die frei von einer Bedrohung durch Naturgefahren sind. Bauleitpläne werden verschiedenen Fachbehörden als "Träger öffentlicher Belange" vorgelegt, die sich zu einem eventuellen Risiko äußern. Ein Schwachpunkt ist darin zu sehen, daß zwar eine eventuelle Gefährdung durch Muren und Hochwasser regelmäßig abgeklärt wird, eine spezielle Betrachtung der Hangstabilitäten jedoch nur in Ausnahmefällen erfolgt.

In Bayern gibt es derzeit keine eigenständige Gefahrenzonenplanung.

Obwohl dieses Planungsinstrument gerade in den letzten Jahren in den benachbarten Alpenländern eine wachsende Bedeutung erfahren hat, wird hier das vorhandene Planungsrecht für ausreichend erachtet. Man muß hierzu auch bedenken, daß Bayern einen zwar sehr dicht besiedelten, aber doch nur kleinen Alpenanteil (ca. 3 %) besitzt, in dem sich auch die Reliefunterschiede im Vergleich zu den Nachbarländern in bescheidenen Grenzen halten.

Die Verantwortlichkeit und somit die Pflicht zur Sanierung von Schäden und zur Stabilisierung von Hangbewegungen durch Sicherungsmaßnahmen sowie weiterer hierzu erforderlicher Untersuchungen liegt für anthropogen ausgelöste Ereignisse eindeutig beim Verursacher. Für natürlich entstandene Hangbewegungen gilt grundsätzlich das "Zustandsstörerprinzip", nach dem ein Grundeigentümer dafür zu sorgen hat, daß von seinem Grundstück keine Gefährdung ausgeht. Ein Bauer, in dessen Bergwald sich eine erkennbare größere Rutschung anbahnt, müßte somit theoretisch für deren Sanierung und entsprechende Sicherungsmaßnahmen sorgen. Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit relativiert dieses Prinzip allerdings wieder.

## **2. Das Projekt GEORISK**

Im Jahr 1987 wurde am Bayerischen Geologischen Landesamt mit dem Aufbau eines Konzeptes zur Erfassung und Untersuchung von Hangbewegungen im Bayerischen Alpenraum (s. v.POSCHINGER 1992:5) begonnen, das den Titel GEORISK erhielt. Grundsätzliches Ziel dieses Projektes ist es, Gefährdungen durch Hangbewegungen im Bayerischen Alpenraum frühzeitig zu erkennen und richtig einzuschätzen. Zu diesem Zweck wurden Informationen aller Art über Massenbewegungen gesammelt und bewertet. Durch die Lokalisierung möglicherweise gefährdeter Bereiche soll sowohl das Gefährdungs- als auch das Schadenspotential verringert werden. Zudem sollen die Kenntnisse über Ursachen und Auslöser sowie Abläufe von Hangbewegungen verbessert werden.

Die personelle Ausstattung des Bayerischen Geologischen Landesamtes für diese Aufgabe bestand aus einem einzigen Geologen,

der zusätzlich noch andere Amtsaufgaben zu erfüllen hatte. Obwohl der flächenmäßige Anteil Bayerns an den Alpen nur gering ist, so ist doch eine Gesamtfläche von ca. 5.500 km<sup>2</sup> zu bearbeiten. Es mußte deshalb ein System geschaffen werden, das bei den finanziellen bzw. personellen Vorgaben in absehbarer Zeit zu einem akzeptablen Ergebnis führen konnte. Das fachliche Anliegen, eine möglichst flächendeckende Kartierung in einem möglichst detaillierten Maßstab durchzuführen, konnte deshalb nicht umgesetzt werden. Das Anliegen von Seiten der Landesplanung, nur eine kleinmaßstäbige flächendeckende Karte ohne fundierte Geländeaufnahme zu erstellen, wurde aus fachlichen Gründen nicht umgesetzt. Die Aussagekraft derartiger Karten für konkrete Probleme wäre zu gering gewesen.

Um dennoch für den gesamten Bayerischen Alpenraum Aussagen treffen zu können, wurde eine Vorgehensweise gewählt, die auf einem Kataster aufbaut und flexibel ausbaufähig ist. Das so entstandene "GEORISK-Konzept" besteht aus verschiedenen Einzelementen, die im folgenden vorgestellt werden sollen.

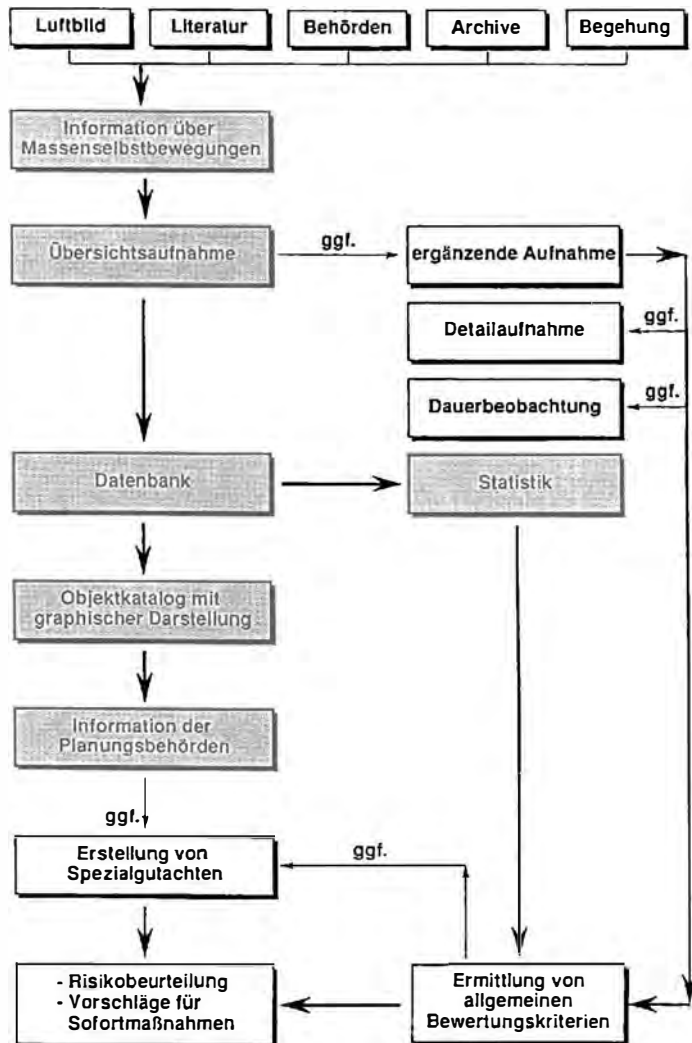


Abb. 1: Flußdiagramm zur Darstellung des GEORISK-Konzeptes

## 2.1 Übersichtserhebungen

In sog. "Übersichtserhebungen" wird zunächst jegliche Information über nennenswerte Hangbewegungen im bayerischen Alpenraum zu einer Art "Rutschungskataster" zusammengetragen. Viele solche Informationen liegen verstreut an einzelnen Ämtern vor oder können aus der Literatur und aus Karten entnommen werden. Weitere Quellen sind Hinweise durch Anwohner und Fachleute oder aber eigene Begehungen.

Die Qualität dieser Informationen schwankt naturgemäß sehr stark. Dennoch sollten auch vage Hinweise berücksichtigt und mit ihrem jeweiligen Informationsgrad dokumentiert werden, solange sie nicht durch nähere Untersuchungen widerlegt oder ergänzt bzw. bestätigt werden können.

Sämtliche Informationen gehen mit ihren Grunddaten in eine Datenbank ein, wo sie jederzeit recherchierbar vorgehalten werden. Zu jedem Objekt wird dabei ein kurzer Beschrieb angefertigt, aus dem die wesentlichen Merkmale wie die Geologie, die Informationsquelle oder eine mögliche weitere Entwicklung des Bewegungsbereiches ersichtlich sind. Dem Planer werden damit alle vorliegenden Informationen an die Hand gegeben, die ihm einen Hinweis auf eventuelle Gefährdungen geben könnten. Es handelt sich somit um eine Art "Gefahrenhinweissystem", bei dem es dem Anwender überlassen bleibt, in Anpassung an seine speziellen Erfordernisse weitergehende Untersuchungen zu veranlassen.

Die Datenbank umfaßt derzeit ca. 1260 Einzelobjekte von bereits abgeschlossenen, noch in Bewegung befindlichen oder sich erkennbar anbahnenden Hangbewegungen. Die Bedeutung eines solchen Katasters für die Praxis wird durch die auch im Rahmen anderer Projekte gewonnene Erkenntnis unterstrichen, daß sich ein Großteil der aktuellen Hangbewegungen an solchen Stellen ereignet, an denen bereits früher ähnliche Ereignisse abgelaufen sind. Nach Abele (1974) bilden nicht einmal Bergstürze eine Ausnahme hierzu, obwohl durch ihren Abgang die Verhältnisse im Anbruchgebiet fundamental verändert werden. Durch die Kontrolle von zahlreichen "alten"

Bewegungsbereichen gelang es bereits häufiger, sich erneut anbahnende bzw. bevorstehende Hangbewegungen durch eindeutige Aktivitätsanzeichen nachzuweisen.

## 2.2 Detailuntersuchungen

Bei entsprechender Bedeutung der erfaßten Objekte wird an die Übersichtserhebung eine Detailuntersuchung angeschlossen. Als eines der Kriterien für eine solche Untersuchung gilt insbesondere ein hohes Gefährdungspotential. Zusätzlich werden aber auch solche Bereiche näher betrachtet, bei denen ein Studium der spezifischen Mechanismen und der relevanten Parameter einen Informationsgewinn für andere Fälle erwarten läßt. Die Detailuntersuchungen erlauben somit auch eine Grundlagenforschung.

Ausgangspunkt der Erhebung ist üblicherweise eine detaillierte Geländeaufnahme, die neben den geologischen auch den geotechnischen, den hydrogeologischen und den morphologischen Aspekten Rechnung tragen muß. Für die großmaßstäbigen Kartierungen wurde in Anpassung an die internationalen Konventionen ein eigener Kartierschlüssel erstellt.

Der Detaillierungsgrad ist letztlich vom vertretbaren Aufwand abhängig. Eine sehr eingehende Untersuchung ist somit auf Ausnahmen beschränkt. In Einzelfällen konnte dann eine geologisch-geotechnische sowie morphologische Aufnahme durch spezielle Geländeauswertungen mittels Luftbildern ergänzt werden. Teilweise konnten auch terrestrische tachymetrische Aufnahmen sowie seismische und geoelektrische Profilaufnahmen durchgeführt sowie Bohrungen abgeteuft und instrumentiert werden.

### 2.3 Dauerbeobachtungen

Während eine Detailaufnahme üblicherweise nur eine Momentaufnahme darstellt, kann häufig erst die Beobachtung über längere Zeiträume eine Aussage über das Gefährdungspotential einer Hangbewegung ermöglichen. Die grundsätzliche, subjektive Fehleinschätzung von Bewegungsraten, die nur nach dem Augenschein veranschlagt werden, ist ein allgemeines Phänomen, das bei den Arbeiten zum Projekt immer wieder aufgetreten ist. Je nach den Anforderungen wurde deshalb ein spezifisches Beobachtungssystem gewählt:

- Klassische Felsspione als Spaltenmeßgeräte
- Einrichtung von Maßbandstrecken
- Messungen mit dem Konvergenzmeßband
- Messungen mit dem Stangenzirkel
- Anlegen von tachymetrischen Meßprofilen
- Einrichtung von geodätischen Meßnetzen
- Anlegen von Präzisionsnivelements
- Einrichtung von GPS-Punkten
- Permanente Aufzeichnung mit Datensammlern an Spaltenmeßgeräten und Drahtextensometern

Die Interpretation der Bewegungen stellt ein besonderes Problem dar. Bereiche mit längerfristigen Ruhephasen können allgemein als weitgehend ungefährlich eingestuft werden, doch darf eine solche Interpretation nicht darüber hinwegtäuschen, daß eine Beschleunigung noch ausstehen kann. Bei bewegten Bereichen stellt sich die Frage nach der weiteren Entwicklung: Kann eine gleichbleibende Bewegungsrate bereits Schaden anrichten oder kann eine Beschleunigung erfolgen? Für diese Fragestellung muß in erster Linie beurteilt werden, ob aus den bisherigen Meßergebnissen eine Tendenz ablesbar ist. Aber selbst bei einer eintretenden Beschleunigung ist oftmals noch keine eindeutige Aussage über einen katastrophalen Zusammenbruch des Systems möglich.

So konnte z.B. in der Brechriesrutschung am Jenbach (siehe Abb. 3) im Frühsommer 1995 nach starken Niederschlägen eine eindeutige Beschleunigung registriert werden, die sich in der Folgezeit aber wieder abschwächte (s. Abb. 2). Der Zusammenbruch des Systems blieb hier zwar aus, hätte aber unter bestimmten Bedingungen stattfinden können. Diese Großhangbewegung kann zwar auch mit enormem, technischem Aufwand kaum gestoppt werden, aber durch eine geeignete Überwachung kann zumindest eine Vorwarnung erfolgen. Erforderlichenfalls sollte dann genügend Zeit bleiben, um das Nötige zu veranlassen.

## Talzus Schub Jenbach

Geodät. Kontrolle des Datensammlers

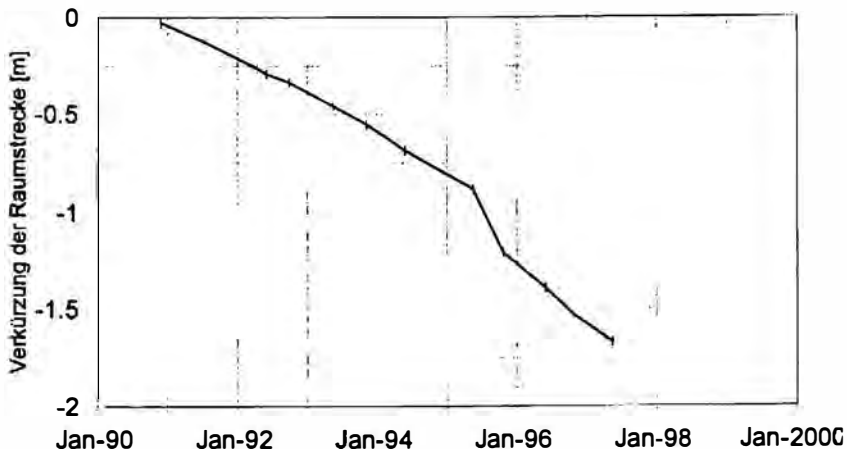


Abb. 2: Entwicklung der Bewegungsbeträge in der Brechriesrutschung am Jenbach von 1991 bis 1997



# JENBACH - BRECHRIES

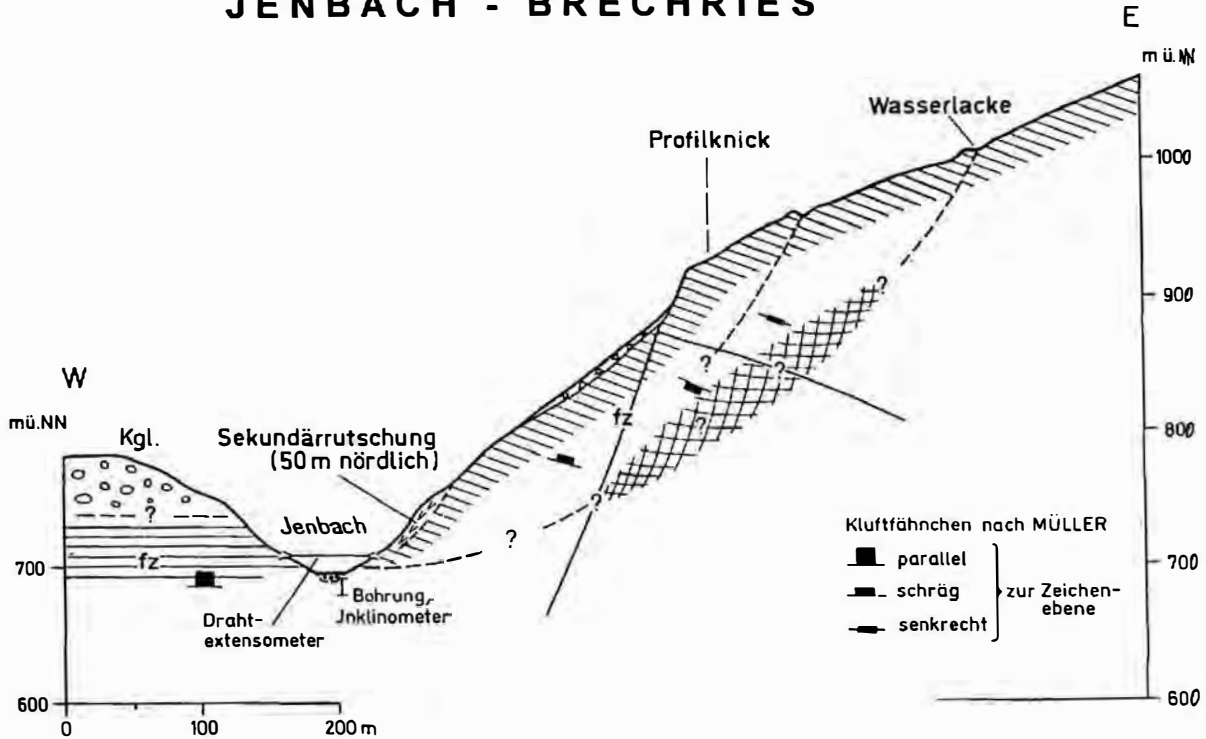


Abb. 3: Profil durch die Brechriesrutschung am Jenbach bei Bad Feilnbach

Die häufig gemachte Äußerung "Messungen können den Berg nicht aufhalten" ist zwar zutreffend, doch sind die Bewegungsraten als der "Pulsschlag" des Berges anzusehen, der uns sehr viele Informationen über den "Gesundheitszustand des Patienten" geben kann. Auch auf die Gefahr hin, daß man angesichts einer bedrohlich erscheinenden Entwicklung der Bewegungsrate zu früh Alarm schlägt oder zu sehr zur Vorsicht mahnt, ist dies einem Negieren der Vorgänge unbedingt vorzuziehen. Die besorgte Reaktion Albert HEIMS (1932; s.a. ZOPFI 1997) auf die Beschleunigung der Bewegungen am Kilchenstock bei Glarus ist ein berühmtes Beispiel. Sie ist auch aus heutiger Sicht noch grundsätzlich gutzuheißen, obwohl der große erwartete Anbruch nicht erfolgt ist.

## 2.4 Flächenhafte Kartierungen

Während bei der ersten Projektkonzeption flächenhafte Kartierungen ausgeschlossen worden waren (s.o.), wurde 1989 ein unterstützendes Projekt begonnen, mit dessen Hilfe Bereiche mit einem besonderen Gefährdungspotential flächenhaft kartiert werden sollten. Die Kartierungen konzentrierten sich dementsprechend auf das Umfeld von Siedlungsgebieten, wo das Schadenspotential eindeutig am höchsten liegt. Beginnend in Ostoberbayern wurden so seither die wesentlichen Hauptsiedlungsgebiete und ihre direkten Einzugsgebiete für Massenbewegungen flächenhaft kartiert. Die Arbeiten sollen mit den Gebieten im westlichen Allgäu bis Jahresende 1997 abgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der Geländeaufnahmen werden jeweils in zwei verschiedenen Karten (s. HAAS 1993:45) dargestellt. Zunächst bezieht sich eine Karte der Massenbewegungen auf jederzeit im Gelände nachvollziehbare Fakten. Hier werden offensichtliche Rutschbereiche oder die Lage von Sturzmassen und -blöcken verzeichnet. In einer zweiten Karte, der Karte der Aktivitätsbereiche, erfolgt eine erste Interpretation der Beobachtungen. Es werden allerdings nur Bereiche derzeitiger oder früherer Aktivität dargestellt, eine eventuelle Reichweite eines zukünftigen Ereignisses und damit einhergehend eine mögliche Gefährdung von Objekten geht nicht aus der Karte hervor.

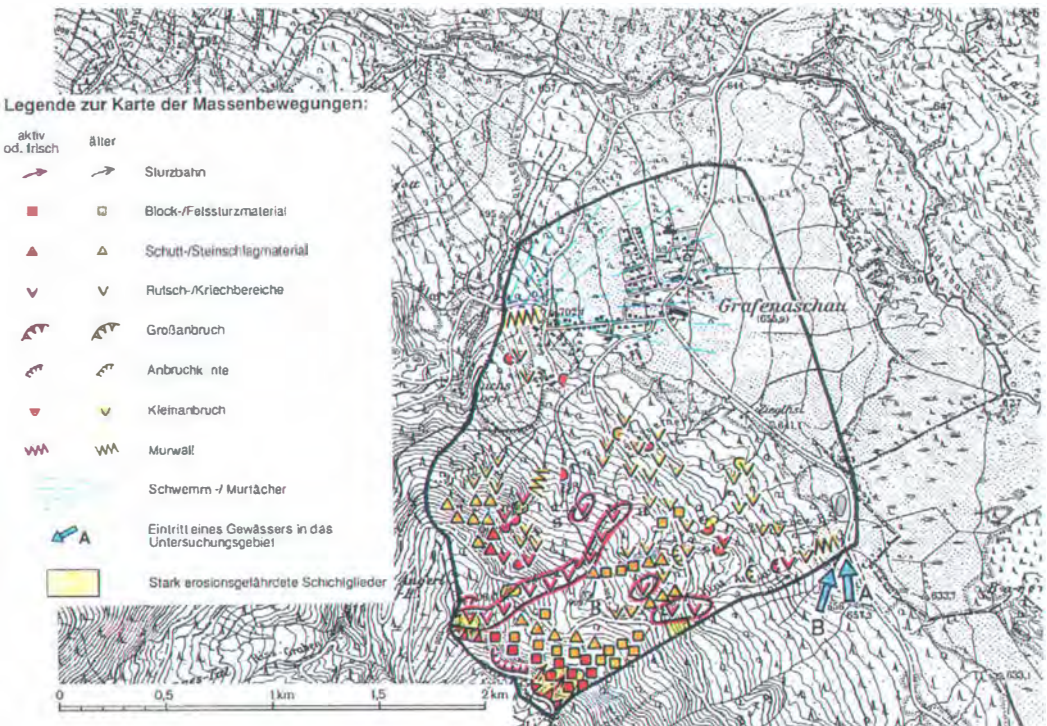


Abb. 4: Ausschnitt aus der Karte der Massenbewegungen bei Grafenastach

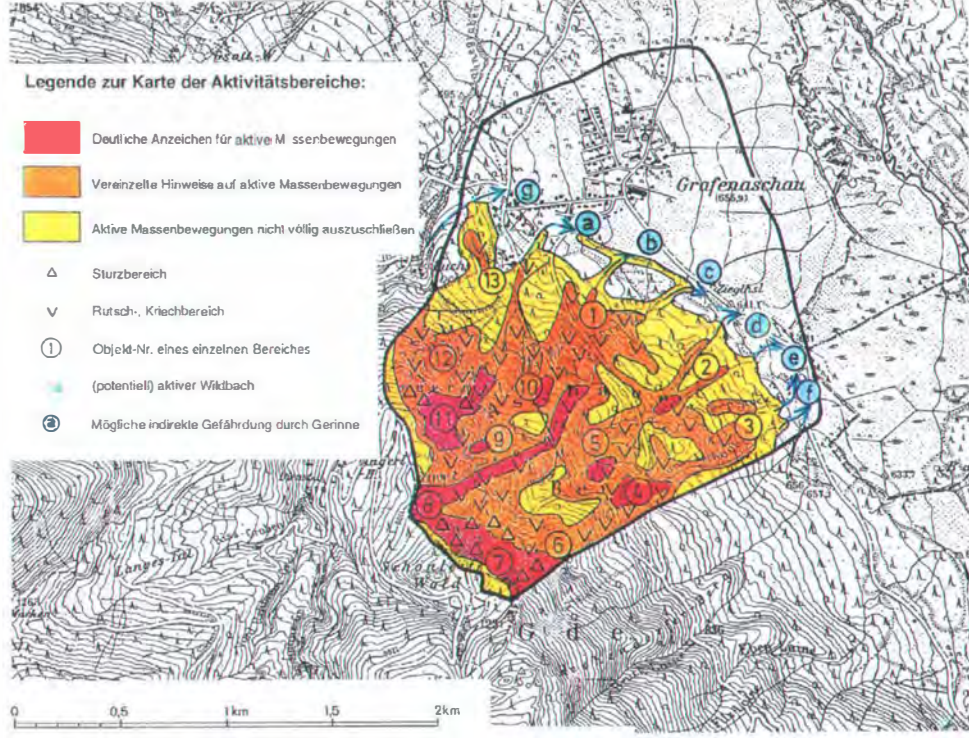


Abb. 5: Ausschnitt aus der Karte der Aktivitätsbereiche bei Grafenasthal

Es handelt sich somit um Gefahrenhinweiskarten, die wiederum eine Grundlage für eine weitergehende Planung liefern. Mehrere Kommunen sind mittlerweile dazu übergegangen, die Hinweise bei ihrer Bauleitplanung als verbindlich zu übernehmen. Meist erfolgt daraufhin eine Anfrage, inwieweit im Einzelfall Untersuchungen bzw. Maßnahmen ergriffen werden müssen. Eine Bebauung in einem Hinweisgebiet erfordert somit ggf. eine spezielle, gutachterliche Untersuchung.

## **2.5 Hangbewegungs-Informationssystem**

Im Jahr 1988 wurde am Bayerischen Geologischen Landesamt die sog. "GEORISK-Datenbank" ins Leben gerufen. Diese bestand zunächst nur aus einer ADABAS-Datenbank, einer reinen Punktdatenbank, in der sämtliche wichtige Informationen jeweils auf ein Objekt bezogen gespeichert werden. Es handelt sich hier vor allem um ortsbezogene Daten sowie Informationen zu Geologie und Tektonik sowie über die Ausmaße der Hangbewegung. Zu jedem einzelnen in der Punktdatenbank gespeicherten Objekt existiert eine Beschreibung, die als Word-Perfect-Text in einem Objektkatalog abgelegt ist. Sowohl dieser als auch die Punktdatenbank werden ständig fortgeschrieben und aktualisiert.

Als weiterer Schritt zu einem Hangbewegungs-Informationssystem wurde eine Literaturdatenbank eingerichtet. In dieser sind inzwischen etwa 2000 beschlagwortete Zitate mit relevanten Artikeln oder Büchern vorhanden. Durch diese Datenbank wird die Recherche über das jeweilige Untersuchungsgebiet wesentlich erleichtert und damit auch beschleunigt. Die Fortschreibung der Literaturdatenbank erfolgt ebenfalls kontinuierlich.

Derzeit ist am Bayerischen Geologischen Landesamt eine Flächendatenbank im Aufbau, in der sämtliche im Rahmen von GEORISK erstellten Karten in digitaler Form abgelegt werden sollen. In einer ersten Versuchsphase wurde dies schon für drei Karten verwirklicht. Eine Bilddatenbank, in der wichtige Detailarbeiten wie z.B. Profilzeichnungen oder auch Photodokumente abgelegt werden

sollen, ist derzeit in Planung. Als GIS-Werkzeug soll zukünftig für alle Daten ARC/INFO eingesetzt werden, die Darstellung erfolgt über ArcView.

Zusätzlich wird ein EDV-Konzept erarbeitet, das es ermöglicht, sämtliche Daten auf einer Workstation online zur Verfügung zu haben und auch weiterverarbeiten zu können. Fehlende Schnittstellen und teilweise nicht kompatible Systeme erschweren dabei bisher noch die EDV-mäßige Umsetzung, insbesondere, da auf dem Weg zu einem umfassenden Hangbewegungsinformationssystem in naher Zukunft auch andere Behörden mit den am Bayerischen Geologischen Landesamt gesammelten und erhobenen Daten online versorgt werden sollen.

### **3. Aufwand**

In den Zeiten knapper Staatshaushalte muß jede Maßnahme auf ihre Kosten/Nutzen Relation hin überprüft werden. Eine exakte Quantifizierung ist hierzu allerdings nicht möglich, da zwar der Aufwand feststeht, nicht jedoch der indirekte Nutzen, wenn größere Schäden durch eine umsichtige Planung verhindert werden konnten. Die Gesamtbilanz für das Projekt dürfte allerdings durchaus positiv ausfallen.

Aufgrund der Tatsache, daß in Bayern keine Gefahrenzonenplanung durchgeführt wird, besteht von seiten der Planungsträger eine Nachfrage nach Gefahrenhinweisen, vor allem in Form von Karten. Eine Notwendigkeit für solche Erhebungen im Rahmen der "Daseinsvorsorge" ist somit eindeutig gegeben.

Der erforderliche Arbeitsaufwand für die allgemeine GEORISK-Erhebung (Übersichtserhebung) ist dauerhaft mit ca. 0,25 Fachkräften anzusetzen. Weitere ca. 0,1 Fachkräfte sind für die Einrichtung und den Betrieb der Datenbank notwendig. Die zusätzlichen Detailuntersuchungen, Dauerbeobachtungen und Auswertungen sind objektbezogen sehr variabel. Die Erstellung von flächenhaften Karten im Umfeld von Hauptsiedlungsgebieten ist insbesondere vom

Detailierungsgrad, aber auch von der Größe und der Begehbarkeit des Untersuchungsgebietes abhängig. Für die bisher bearbeiteten 40 Siedlungsgebiete wurden im Rahmen von Zeitanstellungen 9 Mannjahre aufgewendet.

Die Zuverlässigkeit der Aussagen ist allgemein anerkannt. Soweit keine detaillierten Kenntnisse vorliegen, wird eigens auf eine mögliche Unsicherheit der Ausführungen hingewiesen. Gerade die flächenhaften Begehungen im Umfeld der Siedlungsgebiete durch erfahrene Bearbeiter bringen eine hohe Sicherheit mit sich. Dennoch ist es nicht möglich, eine absolute Sicherheit der Aussagen zu erreichen. Dies ist allein schon dadurch begründet, daß sich alle Äußerungen auf den Zeitpunkt der jeweiligen Aufnahme beziehen, so daß später eintretende Änderungen nicht bzw. erst durch eine Wiederholungsbegehung erfaßt werden können. Die permanente Aktualisierung ist somit neben einer flächendeckenden Aufnahme von Hangbewegungen ein wichtiger Aspekt, der allerdings angesichts des derzeitigen Personalstandes am Geologischen Landesamt nur schrittweise umzusetzen ist.

#### **4. Literaturverzeichnis:**

ABELE, G. (1974): Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen.- Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, 25, 230 S., München.

HAAS, U. (1993): Die Aufnahme von Massenbewegungen im Umfeld von Siedlungsgebieten - Methodik, Ziel und aktueller Stand.- GEOTECHNIK, Sonderheft zur 9. Nationalen Tagung für Ingenieurgeologie, Garmisch-Partenkirchen 12. bis 15. Mai 1993: 43-51, Garmisch-Partenkirchen.

HEIM, A. (1932): Bergsturz und Menschenleben.- Vjschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich, 77, 218 S., Zürich.

POSCHINGER, A. von (1992): GEORISK - Erfassung und Untersuchung von Massenbewegungen im Bayerischen Alpenraum.- GLA-Fachberichte, 8, 33 S., München.

ZOPFI, E. (1997): Kilchenstock.- 335 S., Zürich.

**Autoren:**

Dr. Andreas von POSCHINGER

Dipl.Geol. Ulrich HAAS

Bayerisches Geologisches Landesamt

D-80797 München, Heßstraße 128