

MASSENBEWEGUNGEN RUND UM DEN PLASSEN – EIN GEORISIKO FÜR DAS UNESCO – WELTKULTURERBE GEBIET HALLSTATT DACHSTEIN/SALZKAMMERGUT?

MASSMOVEMENTS AROUND MT. PLASSEN – A GEO-RISK FOR THE UNESCO – WORLD CULTURAL HERITAGE HALLSTATT DACHSTEIN/SALZKAMMERGUT?

Christina Rönnau¹⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Der nachfolgende Beitrag behandelt die Fragestellung nach einer geeigneten Methode zur Durchführung einer Risikoanalyse von gravitativen Naturgefahren. Die Notwendigkeit eines Risikokonzepts wurde durch sich verändernde Umweltbedingungen ausgelöst, die auf kulturelle und wirtschaftliche Gegebenheiten treffen und dadurch zu einer erhöhten Gefahrensituation im alpinen Raum führen. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen dabei Massenbewegungsereignisse im ausgewählten Arbeitsgebiet Plassen/Hallstatt (Österreich). Die Risikoanalyse, als erfassendes Instrument stellt einen Teil des Risikokonzeptes dar. Die Risikobewertung und das Risikomanagement vervollständigen die moderne Risikobetrachtung von Naturgefahren.

ABSTRACT

The Alpine region represents a geological young mountain area with an augmented relief energy and a normal processing of mass movements. The presence of inhabited areas and anthropogenic infrastructures at solpe foothills make the related hazard phenomena dangerous to the human environment. Therefore the development of a concept to evaluate the risk is the aim of this study. In order to define the risk character of the different landslides in the test area Hallstatt/Mt. Plassen, the idea of splitting the test area into several scenarios is perhaps a new method to analyse the potential natural hazard in an alpine region. This paper presents the application of the first analysis steps to an UNESCO cultural heritage region in the Eastern Alps.

I. EINLEITUNG, ZIELSETZUNG

In einem geologisch jungen Hochgebirge wie den Alpen gehören aufgrund der großen Reliefenergie periodische und episodische Massenbewegungen zum natürlichen Prozessgeschehen. Durch die zunehmende Inwertsetzung der Alpen als Wirtschafts-, Siedlungs- und Erholungsraum kommt es verstärkt zu einer Konfrontation zwischen anthropogenen Interessen und Prozessen, die als „Naturgefahren“ empfunden werden. Unter Naturgefahren werden dabei „Naturprozesse die innerhalb von Geosystemen immer präsent sind und mit ihrer durchschnittlichen Schwankungsbreite einen bestimmten, auf die jeweiligen mathematisch-technischen und wirtschaftlichen Bedingungen bezogenen Schwellenwert übersteigen und damit zu extremen Naturereignissen werden“ (Weichhart 1977) verstanden. Sie gefährden Personen in Gebäuden, im Gelände oder auf Verkehrswegen und können vielerorts in Siedlungen und Industriegebieten große Schäden anrichten. Die verminderte Schutzwirkung des Waldes, die Folgen der Klimaänderung und die Zunahme der Wert- und Nutzungsdichte verschärfen die Risiken in gefährdeten Gebieten und erfordern eine sogenannte Risikoanalyse, die die Antwort auf die Frage „Was kann passieren?“ gibt. Das Ziel ist es den gesellschaftlichen Forderungen nach Sicherheit mit minimalem finanziellen Aufwand nachzukommen und somit größtmögliche Sicherheit zu erreichen (Bortner 1999).

Ein Ziel dieses Projektes ist es, mit Hilfe eines Geoinformationssystems (GIS) die Gefahr bzw. das Risiko, welches von Massenbewegungen ausgeht, in einem repräsentativen Arbeitsgebiet darzustellen. Darüber hinaus soll auch ein umfassendes Kartenwerk der Gefahren im Gebiet gehören. Eine große Rolle spielt dabei die Gefährdungsabschätzung für anthropogene Einrichtungen und landschaftskulturelle Gegebenheiten. Die sozioökonomische Ermittlung des Risikos erfordert die Entwicklung spezifischer Kriterien für die Abschätzung der Gefährdung, des Wertes (immateriell und materiell) und der Verletzlichkeit eines Gebietes mit besonders geschütztem Weltkulturerbe (UNESCO, Weltkulturerbe Hallstatt).

Dipl. Geol. Christina Rönnau, Doktorandin des Graduiertenkollegs „Naturkatastrophen“ Karlsruhe; Institut für Angewandte Geologie, Universität Karlsruhe (TH), Fritz-Haber Weg 2, 76128 Karlsruhe, Germany (Tel.: +49-721/608-6548, e-mail: christina.roennau@agk.uka.de).

In diesem Beitrag wird das Risikokzept sowie die Anwendung auf das Arbeitsgebiet erläutert. Die Gefahrenbeurteilung und die Erhebung der Grundlagendaten stehen dabei im Vordergrund. Auf die Modellierungsansätze, GIS - Bearbeitung, sowie Expositions- bzw. Folgenanalyse wird aufgrund unvollständiger Ergebnisse zum jetzigen Forschungszeitpunkt nur in aller Kürze eingegangen.

II. DAS RISIKOKONZEPT

Die Sicherheitsplanung und –optimierung basiert auf einem systematischen Modell, dem sogenannten Risikokzept. Dieses Risikokzept wird auch als „moderne integrative Risikobetrachtung“ bezeichnet und verläuft im Wesentlichen in 3 Arbeitsteilschritten.

1. Risikoanalyse
2. Risikobewertung
3. Risikomanagement

Nach Heinemann (1998) entspricht das folgender Definition:

„Inhaltlich sind **Risikoanalysen** naturwissenschaftlich – technische Abklärungen. Sie geben (...) Auskunft über die Größe der von einer bestimmten Ursache zu erwartenden Beeinträchtigung, sagen aber nichts über deren praktische Relevanz aus. Die Beurteilung der soziopolitischen Bedeutung von Risiken ist die Aufgabe der **Risikobewertung**. Den Umgang mit einer bestehenden Risikosituation regelt das **Risikomanagement**“ (siehe Abb. 1).

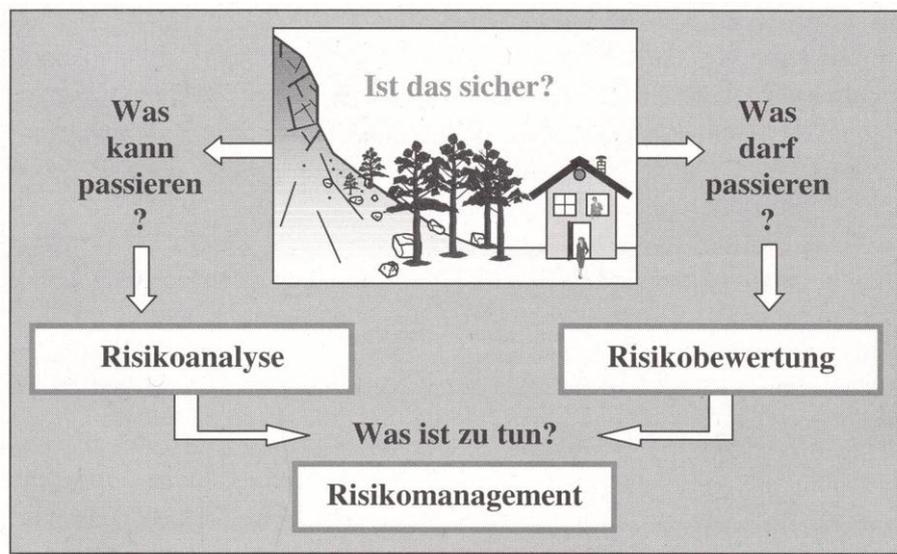


Abb. 1: Das Risikokzept; Schritte des Umgangs mit Risiken (in Anlehnung an Schweizerische Armee 1990; Borter 1999).

III. RISIKOANALYSE

Die Durchführung der Risikoanalyse wird im folgenden Kapitel für Mur-, Rutsch- und Sturzprozesse am Beispiel des Arbeitsgebietes Hallstatt/Plassen erläutert. Da es sich bei der Arbeit um eine Untersuchung mit einer methodisch-konzeptionellen Vorgehensweise handelt, wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorgestellten Ansätze und Teilergebnisse in keiner Weise gutachterlichen Charakter tragen.

III.1. DURCHFÜHRUNGSWEISE DER RISIKOANALYSE

Die Risikoanalyse ist eine systematische, ganzheitliche Betrachtung einer Problemstellung. Dabei ist das Untersuchungsobjekt ein Komplex verschiedener, miteinander in Wechselwirkung stehender Elemente (siehe Abb. 2).

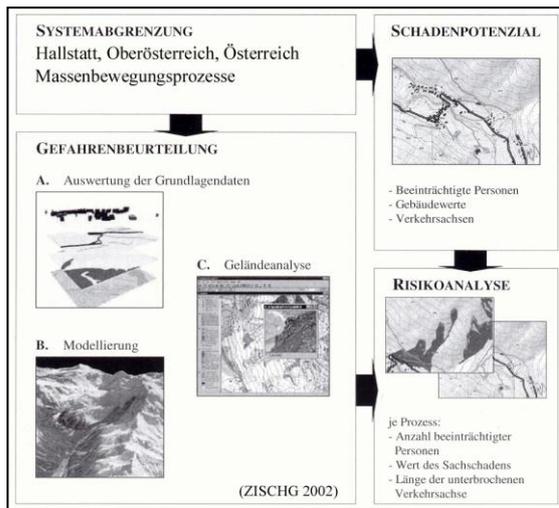


Abb. 2: Der Weg zur Risikoanalyse (Fuchs et al. 2001)

Die sog. **Systemabgrenzung** lässt sich in folgende Abschnitte unterteilen:

Geographische Systemgrenzen

Das Arbeitsgebiet liegt im Salzkammergut, Teil des Bundeslandes Oberösterreich in Österreich. Der Markt Hallstatt (508 m Sh.) und das westlich sich daran anschließende Hochtal mit dem Namen Salzberg (855 m Sh.) liegen am Hallstätter See, welcher eingerahmt von der Dachsteingruppe und den umliegenden Bergen fjordartigen Charakter aufweist. Folgt man dem Hochtal nach Westen, gelangt man zu dem Gebirgsstock des Plassen (1953 m Sh.) und westlich des Plassen Richtung Gosau in den sog. Brielgraben, der die westlichste Begrenzung des Arbeitsgebietes darstellt (siehe Abb. 3). Nach Norden ist die im Osten anfangende Kammkette des Gosaecks, Blekarkogls und Rötengrabenkogels die Begrenzung. Im Süden des Plassen und des Hochtals verläuft die Begrenzung entlang des Echerntals über das Klauskögerl und die Geißwände im Westen. In diesem Bereich werden in Zukunft noch Geländeaufnahmen und Kartierungen stattfinden.

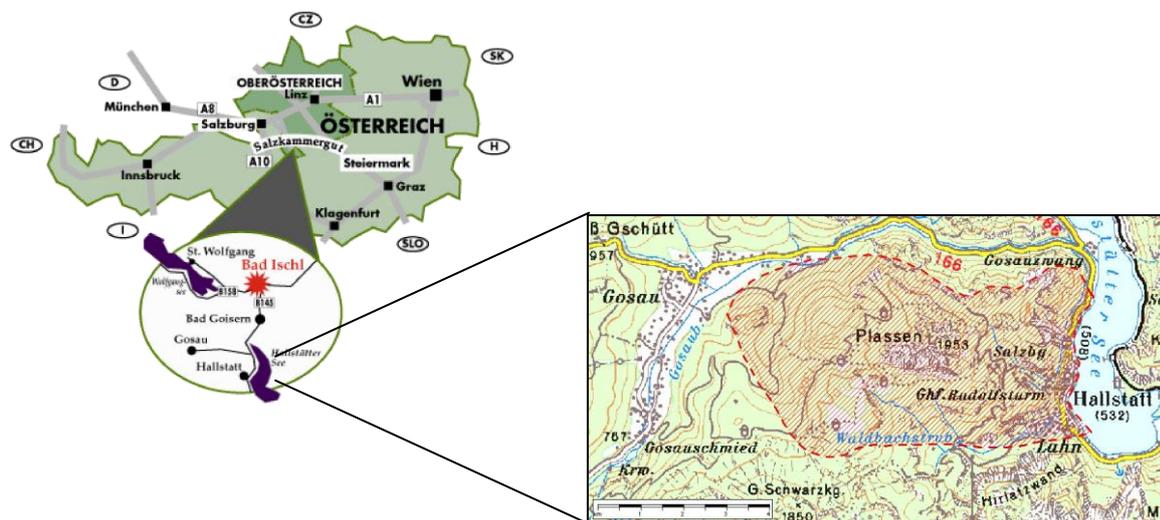


Abb. 3: Arbeitsgebiet Hallstatt/Plassen (schraffierte Fläche).

Inhaltliche Systemgrenzen

Dieser Abschnitt erläutert die Gefahrenquellen, welche im Arbeitsgebiet vorkommen und in der Risikoanalyse untersucht werden.

Prozess Murgang:

Muren sind Massenverlagerungsprozesse mit großer Augenblicksleistung, bei denen hohe Energiemengen umgesetzt werden. Charakteristische Eigenschaften von Muren sind ein ausgeprägt instationäres Abflussverhalten, eine verhältnismäßig gleichmäßige Verteilung der Feststoffe über die Abflusstiefe sowie die in der Regel schubweise, pulsierende Bewegungsart des Wasser-Feststoff-Gemischs. Murgänge zeichnen sich durch eine große Dichte, hohe Bewegungsgeschwindigkeiten und hohe Transportkapazität aus, wobei Blöcke von mehreren Kubikmetern Volumen bewegt werden können. Die einzelnen Bestandteile eines Murkörpers werden etwa gleich schnell bewegt, unabhängig von Größe und Masse. Ein Murgang erfolgt meist in mehreren Schüben, die während eines Ereignisses in unregelmäßigen Zeitabständen aufeinanderfolgen (Fuchs et al. 2001).

Im Arbeitsgebiet Hallstatt/Plassen stellen die Murgänge eine Folge verschiedener Massenbewegungskombinationen dar. Hang- und Talmuren (Zimmermann 1990) haben ihren Auslöser nicht nur in den hohen Niederschlagsmengen und dem hohen Hang-Neigungswinkel, sondern vor allem in Felssturzereignissen, die in den Kalksteinsteilwänden des Plassen oder den vorgelagerten „Kogln“ stattfinden. Diese bewirken eine undranierte Belastung auf das unterliegende Haselgebirge, so dass es mit ausreichenden Niederschlagsmengen zur Auslösung von Muren kommen kann. Aber auch die Ansammlung und Mobilisierung von Transportmaterial (Geröll, Holz und Feinmaterial) im Liefergebiet hat allein im 20. Jahrhundert zu mehreren Mureignissen im Mühlbachtal geführt. Hierbei hat das Murmaterial, welches vom Salzberghochtal bis Hallstatt eine Steilstufe von ca. 300m durch die Mühlbachschlucht hinunterschießt, große Zerstörungen im Marktkern zur Folge gehabt (Abb. 4.)



Abb. 4: Mühlbachschlucht mit Murkanal über Hallstatt aus der Vogelperspektive

Prozess Rutschung:

Rutschungen entstehen bei Gleitvorgängen an Scherflächen. Zeichnen sich diese durch bereits vorgekennzeichnete Trennflächen aus, kommt es zu sog. Translationsrutschungen auf einer ebenen Bahn, die zumeist in Festgesteinen auftreten. In Lockergesteinen treten Bewegungen entlang listrischer Bewegungsbahnen auf, die sog. Rotationsrutschungen. Der Rutschkörper vollzieht dabei eine Drehung um eine horizontale hangparallele Achse. In der Praxis kommt es meist zu einer kombinierten Rutschungsart (Kassebeer 2002).

Im Untersuchungsgebiet gibt es Rutschungsarten verschiedenster Ausbildung. Im Hochtal finden sich mehrere kleinere Rutschungen, die jedoch oft durch Erdrutschmassen überdeckt sind. In der Steingrabenschneid ereignete sich im Jahre 1652 ein gewaltiger Felssturz, der einen tiefen Einschnitt im Hallstätter Bannwald hinterlassen hat. Die instabilen Rinnenflanken brechen hier in Form von Translationsrutschungen zum vorangegangenen Felssturzmaterial nach (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Hallstatt am Hallstätter See, im Hintergrund der Plassen (1953 m Sh.) sowie rechts im Bild der Schneidkogel mit dem Felssturzkanal der Steingrabenschneid

Prozess Felssturz:

Zu der Kategorie Felssturz wird auch der Steinschlag gezählt, da beide gravitative Prozesse darstellen. Abbruch und Auslösung erfolgen mehr oder weniger abrupt, meist an präformierten, richtungsgebenden geologischen Trennflächen, Klüften etc. Das Material stürzt größtenteils frei fallend, springend und/oder rollend ab, wobei entlang der Ursprungsfläche eine oder nur geringe Scherbewegungen stattfinden.



Abb. 6: Dammwiese mit vorgelagertem Felsturm, südöstlich des Plassen

Auslöser für Sturzereignisse sind Destabilisierung des Hangfußes, wie es zum Beispiel an der Südostseite des Plassen (Dammwiese, siehe Abb. 6) zu beobachten ist. Aber auch die Erhöhung des Poren- und Kluftwasserschubs, ungünstige Trennflächengefüge sowie Schneeschmelze und Niederschläge können zu einer Lockerung des Gesteinsverbandes führen.

Konditionelle Systemgrenzen

Im folgenden Abschnitt werden die der Risikoanalyse zugrunde liegenden herrschenden Umweltbedingungen beschrieben. Neben den Bedingungen des Naturraums, wie Topographie, Geologie und klimatischen Verhältnissen, sind dies sozioökonomische Strukturen (Fuchs et al. 2001).

Topographischer und Hydrologischer Überblick

Das Arbeitsgebiet Plassen/Hallstatt weist eine Reliefenergie von über 1200 m auf. Hallstatt liegt auf 508 m Sh. als tiefster Punkt, der Plassen mit einer Höhe von 1953 m Sh. stellt die höchste Erhebung im Gebiet dar.

Die Bäche im Salzberg-Hochtal (östlich des Plassen) entwässern nach Osten zum Mühlbach, der in Hallstatt in den Hallstätter See fließt. Westlich des Plassen fließen die Bäche in den Brielgraben und dieser in den Gosaubach. Nach Starkniederschlägen und Schneeschmelze weist der Mühlbach eine hohe Schüttungsmenge auf. Laut Merkl (1987) ist zudem die Zuleitung von Bergwässern durch die Saline von großer Bedeutung, allerdings können aufgrund fehlender Daten von der Salinen Austria AG über die Wasserentnahme und Zuführung keine Aussage gemacht werden.

Geologischer Überblick

Die Gesteine im Arbeitsgebiet Plassen/Hallstatt reichen vom Perm bis ins Holozän. Das Perm wird durch das Haselgebirge repräsentiert, welches Salz, Tone und Gips enthält und von der Salinen Austria AG zur Salzgewinnung im Laugverfahren abgebaut wird. Das Haselgebirge ist die Unterlage für die triassischen Gesteine der Hallstätter Zone, welche vor allem durch rote und helle, fossilführende Kalke aufgebaut ist und eine sehr starke deckentektonische Beanspruchung erfahren hat. Die Trias der Dachsteindecke ist eine weitere Kalkabfolge, die auch Kalkbrekzien enthält. Die genaue tektonische Entstehungsgeschichte der Hallstätter Decke, der Dachsteindecke und deren heutige Lage ist bis jetzt in Fachkreisen nicht geklärt. Die aufliegenden Plassenkalke haben jurassisches Alter und bilden den Gebirgsstock des Plassen. Glaziale Ablagerungen (Pleistozän) in Form von Moränen und Massenbewegungsablagerungen (Holozän, postglazial) treten vor allem im Bereich des Hochtals auf (Abb. 7).

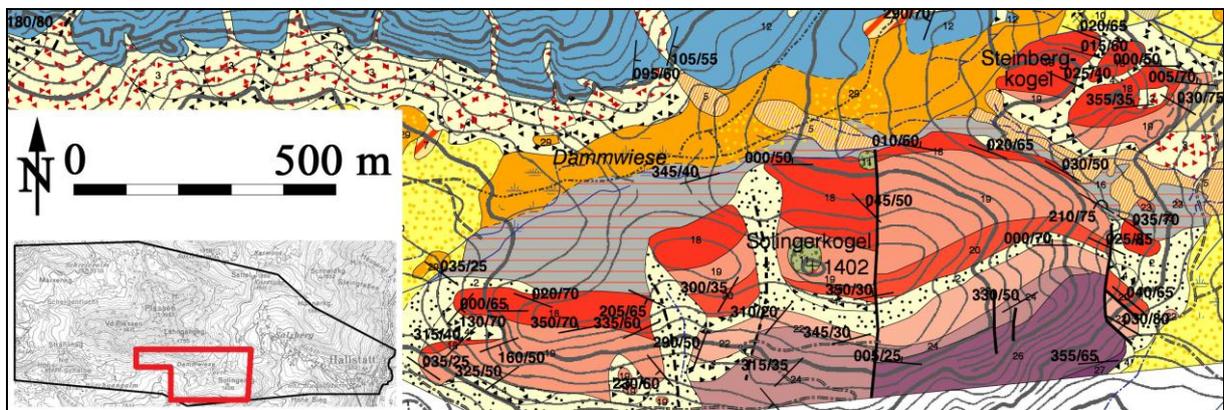


Abb. 7: Ausschnitt aus der Geologischen Karte des Plassen (Ehret 2002)

Geotechnischer Überblick

Auf die einzelnen Massenbewegungen wurde bereits im Prozesskapitel eingegangen. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass die Bergerzerrißung des Plassen Auslöser für einen Großteil der Massenbewegungen im Arbeitsgebiet ist. Kombinierte Massenbewegungsprozesse in Verbindung mit hohen Niederschlagsmengen sorgen für eine hohe räumliche und zeitliche Diversität von Ablagerungen im Hochtal des Plassen (Merkl 1989; Ehret 2002), sowie westlich des Plassen in Richtung des Brielgrabens (Rohn 1987).

Konvergenzmessungen am Lahngangkogel und dem Roten Kögele östlich des Plassen werden seit mehreren Jahren von der Universität Erlangen (Prof. M. Moser; siehe dieser Band) durchgeführt. Im Jahr 2002 wurden zudem neue Messstrecken gesetzt, die weiterhin neue Daten und Erkenntnisse über die Bewegungsraten von Felstürmen und geotechnischen Zerreißungsgebieten liefern sollen.

Klimatische Verhältnisse

Die Klimastation am Salzberg ist erst seit 2001 in Betrieb und wird vom Hydrographischen Dienst des Landes Oberösterreich betreut. Die Station in Hallstatt/Lahn liegt zwar topographisch gesehen nicht repräsentativ für das Hochtal oder den Plassen, liefert dafür aber Daten seit dem Jahr 1901. Diese umfassen Neuschneehöhen, Temperatur und Niederschlagsmessungen. Für die Massenbewegungsereignisse sind vor allem die hohen Niederschlagsmengen sowie Temperaturschwankungen mit plötzlich auftretenden Schneeschmelzen am Salzberg verantwortlich. Das Niederschlags-Jahresmittel (Daten von 1901-1950) beträgt am Salzberg 2134 mm. In Hallstatt-Markt beträgt das Niederschlagsjahresmittel 1735mm (Wirobal 1994).

Sozioökonomische Strukturen- Archäologie, UNESCO, Hallstatt und Tourismus

Die Region des Salzkammergutes weist schon seit mehreren Jahrtausenden rege Besiedlungs- und Bewirtschaftungszeugnisse auf. Hallstatt und das Hochtal nehmen dabei eine prähistorische Sonderstellung von globaler Einzigartigkeit ein. Der Salzberg wurde seit der späten Bronze- (1100-800 v. Chr.) bis zur frühen Eisenzeit (700-450 v. Chr.) besiedelt. Die seit dem 19. Jahrhundert bis zum heutigen Zeitpunkt stattfindenden Ausgrabungen belegen den geschichtlichen Zeitraum mit zahlreichen einzigartigen Grabbeigaben aus den ausgedehnten Gräberfeldern (über 2000 Gräber) im Hochtal. Dazu kommen noch Untertage – Ausgrabungen, die den frühen Abbau des Salzes am Salzberg belegen.

Die UNESCO beschloss im Jahr 1997 die Dachsteinregion mit Hallstatt als kulturellem Zentrum in die Liste der Weltkulturerbe-Regionen aufzunehmen. Auszugsweise steht in der Aufnahmebestätigung:

„Bei der alpinen Region Hallstatt - Dachstein / Salzkammergut handelt es sich um ein außergewöhnliches Beispiel einer Naturlandschaft von einzigartiger Schönheit und besonderer wissenschaftlicher Bedeutung, die auch Zeugnis von der frühen und kontinuierlichen menschlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Tätigkeit ablegt. Diese Kulturlandschaft verbindet Natur und Kultur in harmonischer und sich gegenseitig ergänzender Art und Weise.“

Hallstatt sitzt auf dem Schwemmkegel des Mühlbachs, am Fuße des Salzberghochtales. Die spätgotischen Bürger- und Handwerkerhäuser des inneren Marktes drängen sich dicht um den Marktplatz. Die katholische Kirche aus dem 16. Jahrhundert sitzt in erhöhter Position über der Stadt. Zu ihr gehören auch der Friedhof, die Michaelskapelle und das berühmte Beinhaus. Über dem Markt am Ausgang der Standseilbahn die von der Saline zum Hochtal führt, sitzt der dreigeschossige Rudolfsturm. An diesen schließt sich nach Osten das Salzberghochtal mit seinem prähistorischen Gräberfeld und verschiedenen Einrichtungen (Schaubergwerk, Grubenhäuser und Soleleitungen) der Saline an. Diese touristischen Attraktionen verleihen dem Markt Hallstatt, sowie der „Weltkulturerbe-Region“ einen hohen touristischen Stellenwert.

III.2. GEFAHRENBEURTEILUNG

Der zweite Schritt in der Durchführung der Risikoanalyse ist die Gefahrenbeurteilung. Die Gefahren des Untersuchungsgebietes, welche sich aus geotechnisch-dynamischen Prozessen ergeben, werden mit naturwissenschaftlichen Methoden abgeschätzt und identifiziert. Die Gefahrenidentifikation beruht dabei auf der Auswertung von Grundlagendaten und der Geländeanalyse (Fuchs et al. 2001; Heinemann 1998) sowie der Erstellung von Gefahren- und Gefahrenhinweiskarten mit einem Geoinformationssystem (GIS).

Grundlagendaten

Die Auswertung der Grundlagendaten würde den Rahmen des Artikels sprengen und stecken zudem zum jetzigen Zeitpunkt noch im Bearbeitungsprozess. Ausgewertet werden dabei:

- a) Topographische Informationen (Luftbilder, Orthophotos, digitale Topographie)
- b) Digitales Höhenmodell (BEV)
- c) Geologische und geotechnische Grundlagen (Blattschnitte von Schäffer 1982; Merkl 1989; Rohn 1987; Scheidleder et al. 2001; Ehret 2002)
- d) Daten zur räumlichen Ausstattung (Bewaldung, Gefahrenzonenpläne, Bebauungspläne, Katasterpläne)
- e) Historische Quellen (Hallstatt-Chronik, Archiviliteratur der WLV, Archäologie, Denkmalschutz, Vereinsnachrichten, Salinenliteratur, UNESCO)

Geländeanalyse

Die Analyse und Bewertung von Naturgefahren wird im Wesentlichen durch die geomorphologische, geologische und geotechnische Kartierung aufgebaut. Die Kartierung liefert dabei das Arbeitsmittel und die Entscheidungshilfe im Rahmen einer umfassenden Gefahrenbeurteilung. Durch sie wird ein Teil der Risikoanalyse für das Land, Gemeinden und Bevölkerung nachvollziehbar transparent dokumentiert. Die bereits im Arbeitsgebiet stattgefundenen Kartierungen wurden von den oben aufgeführten Autoren in Form von Kartenwerken in unterschiedlichen Maßstäben und Datenformen aufgearbeitet.

Ein Ziel dieses Projektes ist es, ein einheitliches Bild in der Datenerfassung zu schaffen. Zusammenhängende Kartenwerke werden vereinheitlicht und mit Hilfe eines GIS in eine digitale Form gebracht. Dies beinhaltet die Digitalisierung der erfassten Phänomene, deren Verknüpfung mit Attributen, die Erstellung eines Fotoarchivs und deren Textdokumentation (Fuchs et al. 2001).

Ereigniskataster, Gefahren-Hinweiskarten und Gefahrenkarten

„Ein Kataster ist ein öffentliches Register, in dem in der Regel raumrelevante Information festgehalten ist, die jederzeit belegbar und über lange Zeit gültig ist.“ (Heinimann 1998).

Im Rahmen der Risikoanalyse geht es zum einen darum, die Frage abzuklären, welche gefährlichen Ereignisse eingetreten sind, um daraus eine Prognose abzuleiten (retrospektive Gefahrenanalyse). Daneben ist auch eine vorausschauende Betrachtungsweise nötig (interpretativ-prospektive Gefahrenanalyse), die im Bearbeitungsprozess in der Karte der Phänomene und entsprechenden Interpretationen ihren Niederschlag findet. Aus der Synthese beider Analyseschritte werden entweder Gefahrenkarten oder Gefahren-Hinweiskarten erstellt, welche auf Richtplanstufe als behördenverbindliche Arbeitsinstrumente dienen sollen. Auf der Nutzungsplanebene werden Gefahrenkarten mit einer großen Aussagegenauigkeit erstellt, welche die Grundlage für das Erstellen und Aktualisieren der parzellenscharfen Gefahrenzonenpläne bilden (siehe Abb. 8). Aufgrund des Einordnens in das Gesamtkonzept sollte der Kataster dahingehend abgegrenzt werden, dass er nur Fakten enthält und interpretierte Daten ausschließt. Er ist somit nur ein Baustein in der Gesamtanalyse und Bewertung. Die Karte der Phänomene, Modellrechnungen sowie Interpretationen von Experten sind als gleichwertige Instrumente anzusehen (Heinimann 1998).

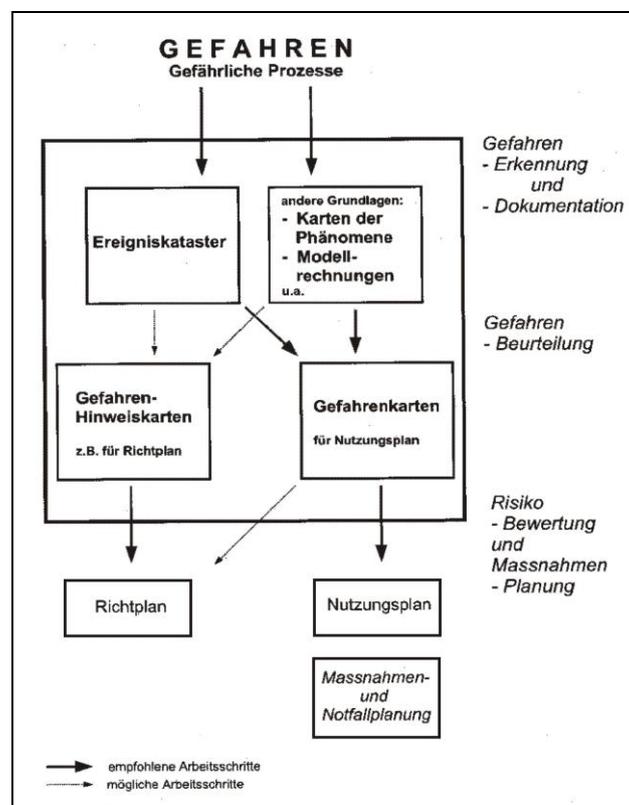


Abb. 8: Arbeitsschritte und Dokumente bei der Bearbeitung von Naturgefahren für Raumplanung und Massnahmenkonzepte (Heinimann 1998).

III.3. MODELLIERUNG DER GEOTECHNISCHEN PROZESSE

Wenn Naturgefahren-Prozesse analysiert werden sollen oder wenn Prognosen zur Gefahrensituation gefragt sind, bedingt dies den Einsatz von Modellen. Ziel der Modellformulierung ist es, die wesentlichen Eigenschaften von Gefahrenprozessen abzubilden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass bei der Modellentwicklung das Modellverhalten immer wieder mit Daten aus der Realität verglichen wird. Dabei können Start-, Transit- und Ablagerungsbereich unterschieden werden. Für Sturz-, Rutsch- und Murprozesse gibt es zum jetzigen Zeitpunkt mehrere Modellansätze, auf die jedoch im Einzelnen nicht eingegangen werden kann (Heinimann 1998).

III.4. EXPOSITIONS- UND SCHADENSANALYSE

Aufgabe der Expositionsanalyse ist die Bestimmung der potentiell durch den Prozess beeinträchtigten Schadenobjekte. Die Beschreibung der Objekte erfolgt nach 2 Ansätzen:

- Gliederung nach Kategorien
- Quantifizierung nach Indikatoren

Demnach soll die Expositionsanalyse nicht nur räumlich differenzieren, sondern auch die zeitliche Verteilung des Schadenpotentials berücksichtigen (Heinimann 1998).

III.5. FOLGENANALYSE

Bei der Folgenabschätzung liegt die Hauptschwierigkeit in der Unsicherheit der Beziehungen zwischen Einwirkung, Schadenobjekt und Auswirkung. Für die Erstellung einer Gefahren-Hinweiskarte ist die Folgenanalyse noch nicht unbedingt notwendig (Borter 1999) und wird somit zum jetzigen Forschungsstand noch nicht berücksichtigt. Allerdings spielt die Folgenanalyse eine entscheidende Rolle, wenn die sozioökonomischen Aspekte untersucht werden sollen.

IV. DISKUSSION, AUSBLICK

Die Durchführung der Risikoanalyse im Arbeitsgebiet zeigt zum jetzigen Bearbeitungszeitpunkt eine Vielzahl von Problemen und Lösungsmöglichkeiten in der Datenerhebung und -verwaltung auf. Aufgrund der Vielzahl beteiligter Institutionen, angefangen bei der UNESCO, der Salinen Austria AG, der Gemeinde Hallstatt, der Wildbach- und Lawinenverbauung etc. wird ersichtlich, dass in Bezug auf die Erstellung von Gefahren-Hinweis- und Gefahrenkarten, viele Prozesse und Variablen berücksichtigt werden müssen. Die Modellfindung, Katasteranlage und die Berücksichtigung des sozioökonomischen Faktors müssen noch von den bestehenden theoretischen Ansätzen auf das Arbeitsgebiet angewendet werden, bevor von einer Risikoanalyse als Ganzes gesprochen werden kann.

V. ANHANG 1: LITERATUR

- Borter P. 1999. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. In: BUWAL (Hrsg.), Umweltmaterialien. **107/I**, Naturgefahren, Bern.
- Bundesdenkmalamt Wien 1996. The World Heritage – Dokumentation für die Nominierung der historischen Kulturlandschaft – Hallstatt – Dachstein – Salzkammergut. 69p., Wien, Republik Österreich.
- Ehret D. 2002. Geotechnische Untersuchungen und Gis gestützte Erfassung der Massenbewegungen zwischen Hallstatt und Plassen (UNESCO-Weltkulturerbe Hallstatt-Dachsteinregion, Österreich) unveröfftl. Diplomarbeit, Universität Karlsruhe.
- Fuchs S., Keiler M., Zischg A. 2001. Risikoanalyse - Oberes Suldental, Vinschgau. 182p., 1 CDROM; Innsbrucker geographische Studien **31**, Innsbruck.
- Heinimann H. 1998. Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. In: BUWAL (Hrsg.), Umweltmaterialien. **85**, Bern.
- Kassebeer W. 2002. GIS-gestützte Gefährdungskartierung einer alpinen Region: Georisikokarte Vorarlberg - Pilotprojekt Bregenzer Wald. Internet-Diss.Publikation. 179p., Universität Karlsruhe, Uni-Bibliothek.

- Merkel M. 1989. Geologische und Ingenieurgeologische Untersuchungen im Wildbacheinzugsgebiet des Hallstätter Mühlbaches (Oberösterreich). Unveröff. Diplomarbeit, 95p., Universität Erlangen-Nürnberg.
- Rohn J. 1987. Geologische und ingenieurgeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Roßalmgrabens bei Gosau/Oberösterreich. Diplomarbeit, Lehrst. f. Angew. Geol. der Univ. Karlsruhe (TH), XI + 167p., 87 Abb., 7 Tab., 7 Kt.; Unveröff. Diplomarbeit Karlsruhe.
- Schäffer G. 1982. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000, Blatt 96 Bad Ischl; Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Scheidleder A., Boroviczeny F., Graf W., Hofmann T., Mandl G. W., Schubert G., Stichler W. Trimborn P., Kralik M. 2001: Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“. Band 2: Karsthydrologie und Kontaminationsrisiko von Quellen. Archiv für Lagerstättenforschung **21**, Geol. Bundesanst., Wien.
- Schweizerische Armee 1990. Technische Vorschriften für die Lagerung von Munition (TLM 75). Teil II: Sicherheitsbeurteilung von Munitionslagern. Gruppe für Rüstung, Bern.
- Weichert P. 1977. Die physische Umwelt als Potential, Ressource oder Hazard. Denkmodelle und Konzeptionen der Geographie zur Erfassung der Gesellschaft-Umwelt-Beziehungen. Humanökologische Blätter. **1977**, 21-66.
- Wirobal K. 1994. Das Klima von Hallstatt. 76p., Musealverein Hallstatt.
- Zimmermann M. 1990. Periglaziale Murgänge. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie. **108**, 89-107.