

15.10.1999 20:00
Abendvortrag zum Themenkreis Massenbewegungen

**Tirol, das Land der
bewegten Berge -
Massenbewegungen in Tirol**
Öffentlicher Abendvortrag, gehalten von Dr. Gunther Heissel
beim Geoforum Umhausen – 1999^{*)} ^{**)}

1. Einleitung:

In Tirol hat es immer schon Naturkatastrophen gegeben. Sehr oft waren auch bei uns katastrophale Naturereignisse mit teils schweren Sachschäden und leider auch mit Verletzten und sogar Toten verbunden. Wenngleich derartige Naturgewalten immer die betroffenen Menschen in Angst und Schrecken versetzt haben, können wir erst in den letzten Jahren durch intensive naturwissenschaftliche Forschungen zunehmend Ursachen und Mechanismen der ablaufenden Katastrophenereignisse verstehen und versuchen, Maßnahmen zu ihrer Vermeidung zu treffen. Dies wird nicht zuletzt deshalb immer wichtiger, weil Besiedelung, Verkehrswege, Freizeitaktivitäten und Tourismus immer mehr in die unberührte Natur vordringen und damit immer näher an die Gefahrenzonen heranrücken.

Der Vortrag richtete sich nicht nur an die Fachkollegen, die an der Tagung Geoforum Umhausen 1999 teilgenommen haben, sondern auch an die Zuhörer, die zu diesem öffentlichen Abendreferat gekommen sind. Dementsprechend war die Art der Präsentation auf diese Zuhörer abgestimmt. Der Vortrag soll daher hier in ähnlicher, allgemein verständlicher Weise mit dem Wissensstand Oktober 1999 publiziert werden. Ergänzt wird dieser Wissensstand lediglich durch das Datum des Endes der Evakuierungen in Schwaz und durch den Bergsturz am Luibiskogel. ^{**)}

Nun zu einigen der wichtigsten Massenbewegungen in Tirol der letzten Jahre:

○ **1992 Bergsturz am Hochnissl/Karwendel:**

Zirka 100.000m³ Kalkgestein stürzten in das Stallental ab.

Hochnissl- Nordwand:
Absturzgebiet des
Bergsturzes von 1992 vom
Helikopter aus gesehen



○ **1992 Vermurungen im Inntal und Wipptal kurz vor Weihnachten:**

Starkniederschläge einer winterlichen Warmfront lösten vor allem im Großraum Innsbruck zahlreiche Muren aus. Alle Verkehrsverbindungen nach Italien waren unterbrochen, sowie die Bundesstrasse westlich von Schwaz. Zahlreiche Menschen mussten evakuiert werden. In Kolsaß wurden zwei Menschen getötet.

○ **1993 Einsturz des Dolomitgesteinsabbaues I in Schwaz westlich des Eiblschrofens:**



Ein mindestens 245m hoher und weit über 100m im Durchmesser dimensionierter künstlicher Hohlraum eines unterirdischen Dolomitgesteinsabbaues verstärkte – verbunden mit einer dreistündigen starken lokalen Erdbebenserie – bis an die Tagesoberfläche.

Zurück blieb ein 30 bis 40m tiefer und zirka 200m großer Trichter (Pinge) im Wald oberhalb von Schwaz. Aufgrund der Tageszeit (02:00 – 05:00 MESZ) blieb es bei umfangreichen Waldschäden.

← Rand der Pinge (rechts) am Tag nach dem Einsturz von Abbau I

○ **1997 Beginn der Gefährdung von Teilen des Kaunertaler Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung Weißseespitze:**

Zu Beginn des Hochsommers öffneten sich zuerst im Eis des Gipfelbereiches große Spalten, in denen das Gipfelkreuz verschwand. Sehr rasch musste festgestellt werden, dass ein Großteil der Nordflanke der Weißseespitze (etwa 2.000.000m³ Felsflanke und auflagerndes Gletschereis) mit bis zu über 1m Geschwindigkeit pro Tag talwärts in Bewegung war. Dadurch war vorerst eine Gefährdung von Teilen des Gletscherskigebietes nicht gänzlich auszuschließen. Seitdem sind die gefährdeten Teile des Skigebietes im Sommer (zur Zeit der größten Bewegungen) gesperrt. Im Winterhalbjahr droht aufgrund der tiefen Temperaturen keine Gefahr, die Bewegungsraten sind während dieser Zeit sehr gering. 1999 lagen die größten Bewegungsraten bei etwa 10cm pro Tag.

○ **1998 Beginn der Bedrohung von Teilen des Stubai Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung östlich der Stubai Wildspitze:**



Anfang Juni öffnete sich südlich des Ostgrates der Stubai Wildspitze ein mehrere 100m langer Spalt im Kristallingestein. Die nördlich daran anschließende Bergformation (etwa 1.000.000m³) begann mit einer Geschwindigkeit von 5 – 15cm pro Tag nach Norden unter das Eis des Daunkogelferners zu rutschen. Aus dem engen Spalt wurde zwischenzeitlich ein breites, tiefes Tal und der nördlich daran anschließende Berg ist nunmehr zirka 70m niedriger. Vor allem im Sommer 1998 war durch diese Vorgänge ein Teil des Stubai Gletscherskigebietes gefährdet und ist seither während der Sommermonate auch für Tourengerher gesperrt.

▲ Spaltenbildung am Beginn der Massenbewegung, aufgenommen am 24.06.1998 aus dem Hubschrauber

→ Ende Oktober 1999: Die Massenbewegung ist so weit fortgeschritten, dass aus dem engen Spalt ein breites Tal wurde



○ **1999 Bergsturz von Huben/Längenfeld:**



Am 11. März, kurz vor 21:00 Uhr, stürzten plötzlich zirka 200.000m³ Festgestein aus zirka 200m Höhe auf den Talboden ab und schossen nach Schätzung eines Augenzeugen mit zirka 80km/h über die schneebedeckten Wiesen bis zum Ostufer der Öztaler Ache. Der Felssturz zerstörte dabei ein Sägewerk und verschüttete die Bundesstrasse auf 100m Länge bis zu 4m hoch mit großen Blöcken. Wie durch ein Wunder waren keine Menschenleben zu beklagen.



○ **1999 Vermurungen durch die Pfingstniederschläge:**



Pfingsten 1999:
Von Mur bedrohtes Haus in Schönberg



Pfingsten 1999:
Vermurte
Brennerbundesstrasse
bei Schönberg



Vollkommen zerstörte Almlandschaft im
Bereich der Ludoialm, Juli 1999

Mehrtägige Starkniederschläge lösten zahlreiche Muren im Großraum Innsbruck, am Seefelder Plateau, in der Leutasch sowie in den Bezirken Imst, Landeck und Reutte aus. Die Leutascher Ache und der Brieglbach bei Nassereith, sowie die Öztaler Ache in Umhausen traten über die Ufer und richteten große Verwüstung an. In Roßbach bei Nassereith brachen plötzlich große Wassermassen aus alten Bergbaustollen aus und verwüsteten Teile des Ortes. Insgesamt mussten in Tirol zahlreiche Häuser evakuiert werden, einige Verkehrswege waren mehrtägig unterbrochen (z.B. Brenner Bundesstrasse). Einige Häuser waren von der Außenwelt abgeschnitten (Gärberbach bei Innsbruck). Die bereits früher aktive Massenbewegung der Ludoialm im Rofangebirge begann sich erneut talwärts zu bewegen (mehrere 100.000m³).

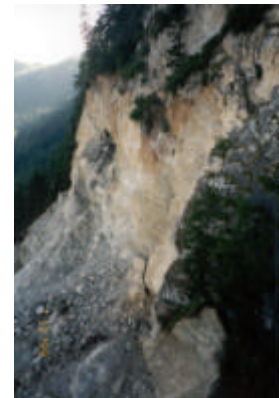
○ **1999 Bergstürze am Eiblschrofen:**

Nachdem im Gebiet südlich von Schwaz am 10. Juli bereits seit 05:00 MESZ ständige deutliche Erdbebenaktivität registriert wurde, lösten sich um 14:40 MESZ die ersten Felsmassen vom Eiblschrofen und leiteten eine mehrwöchige Fels- und Bergsturzaktivität ein. Noch am Abend mussten 252 Menschen evakuiert werden, der Schwazer Ortsteil Ried wurde für mehrere Wochen zum Sperrgebiet. Da der Verdacht bestand, dass – ähnlich wie beim Pingensturz von 1993 – die großen unterirdischen Hohlräume des Dolomitgesteinsabbaues

negative Einflüsse auf die Stabilität des Eiblschrofens haben könnten, wurde auch der Dolomitbergbau bis zur Klärung des Sachverhaltes geschlossen. Durch den raschen Bau von Schutzdämmen sind seit 2. November 1999 wieder alle Bewohner in ihren Häusern. Der Bergbau ist derzeit weiter geschlossen.



Das Sperrgebiet im Schwazer Ortsteil Ried unter dem Eiblschrofen



○ **1999 Schuttstrom bei Starkenbach:**



Am 29. August kurz vor 21:00 MESZ fuhr die längste Schuttreise der Ostalpen („Scheißet Riepe“) als gewaltiger Schuttstrom innerhalb von 30 Sekunden (Zeitdauer seismisch registriert) in das Starkenbachtal und verschüttete dieses auf 500m Länge bis zu 100m hoch. Teile von Starkenbach mit etwa 100 Menschen mussten vorübergehend evakuiert werden, da durch die Stauseebildung oberhalb des abgegangenen Schuttstromes eine Gefährdung vorübergehend nicht auszuschließen war (mögliches Ausbrechen der Wassermassen).

Bis zu 100m hoch wurde das Starkenbachtal innerhalb von wenigen Sekunden verschüttet

○ **1999 Bergsturz am Luibiskogel in den Öztaler Alpen:**



Am 13. November in der Früh stürzten mindestens 100.000m³ Kristallingestein vom Luibiskogel ab. Aufgrund der Tageszeit war niemand im Absturzbereich.

Die vorstehende Darstellung der Ereignisse macht deutlich, dass es sich bei den Katastrophenereignissen der letzten Jahre um Hochwässer, Vermurungen, Hangrutschungen, Berg- und Felsstürze vor allem im Sommerhalbjahr, aber auch im Winterhalbjahr handelt. Besonders auffällig ist die Häufung von Ereignissen im Jahr 1999. Allein dieser Umstand ist es wert, das Thema der katastrophalen Naturereignisse in Tirol aus den verschiedensten Blickwinkeln näher zu betrachten. Es gilt also nachfolgend die morphologischen, geologischen, klimatologischen und anthropogenen Einflussfaktoren näher aufzuzeigen.

2. Welche Einflüsse sind als Ursachen für Massenbewegungen anzusehen.

Nachfolgend sollen die Faktoren, die für die Prozesse von teils katastrophalen Naturereignissen führen können, behandelt werden. Häufig ist der Ausgangspunkt der Ursachen für derartige Katastrophen in der geologischen Vorgeschichte der betroffenen Landschaft zu sehen. Weiters sind morphologische, klimatologische und anthropogene Einflussfaktoren von wesentlicher Bedeutung.

2.1 geologische Einflussfaktoren

Zu den geologische Einflussfaktoren gehören der Gesteinsbestand, die Entstehungsgeschichte der Gesteine beziehungsweise einer Landschaft, davon abhängig die Beanspruchung und Zerlegung der Gesteine durch Trennflächen, die daraus resultierenden Gesteinseigenschaften und ihr Erosionsverhalten. Dies soll nachfolgend ein wenig näher erklärt werden:

Zuerst zum Gesteinsbestand:

Allgemein kann man feststellen, dass beispielsweise phyllitische und schiefrige Gesteine auf einwirkende Kräfte der Verwitterung und Erosion eher durch langsame Hangbewegungen (Hangkriechen, Rutschhänge) reagieren.

Manche Gesteine zeichnen sich hingegen durch besondere Härte und Widerstandsfähigkeit aus. Es handelt sich dabei um tonmineralarme Kalke und Dolomite (z.B. Karwendel, Mieminger Gebirge, Wilder Kaiser) oder z.B. um Kristallingesteine wie Granite und Gneise (Öztaler Alpen, Silvretta, Hohe Tauern). Derartige Gesteine sind vielfach kaum oder gar nicht bewachsen und bilden wegen ihrer Armut an Tonmineralen und Glimmern eher schroffe, häufig sehr steile Felswände. Auf Beanspruchung reagieren sie vielfach plötzlich und nicht selten ohne Vorwarnung (Steinschlag, Felssturz, Bergsturz).

Bezüglich der Lockersedimente (z.B. Schotter, Sande, Schluffe, Tone) gilt, dass sie vor allem bei fehlendem Bewuchs erosionsanfällig sind, was insbesondere Vermurungen, aber auch Hangrutschungen zur Folge haben kann.

Unter dem Einfluss von Wasser reagieren wasserempfindliche Locker- und Festgesteine (z.B. Schluffe, Tone, Schiefertone, Phyllite), sodass Hangkriechen und Hangrutschungen die Folge sein können.

Nun zur Entstehungsgeschichte, zum Grad der Zerlegung und Beanspruchung der Gesteine:

Im Rahmen der Gebirgsbildung der Alpen wurden zahlreiche vollkommen unterschiedliche Bereiche der Erdkruste aufgefaltet, übereinandergeschoben oder in das Erdinnere "abgesaugt". Dieser Prozess, der die Erdkruste von mehreren tausend Kilometer Erstreckung auf nunmehr etwa 100 Kilometer (in Nord-Süd-Richtung gemessen) reduzierte, und der auch heute in den Alpen noch andauert, hat die betroffenen Gesteine zumeist auf das äußerste beansprucht. Ein teils hoher Zerlegungsgrad durch Klüfte und Störungen, welche die Gesteine vielfach durchziehen, geht damit einher.

Tirol wird von sehr unterschiedlich alten Gesteinen aufgebaut. Die ältesten Gesteine sind mehrere hundert Millionen Jahre alt und haben mehrere Gebirgsbildungen hinter sich. Die jüngsten Gesteine sind die Füllungen unserer Täler und die Schuttmäntel unserer Berghänge, also unverfestigte Gesteine (=Lockergesteine).

Je älter die Gesteine sind, desto mehr wurden sie durch die tektonischen Geschehnisse und die Verwitterungsprozesse beeinflusst und verändert. Dies hat vielfach zu einer teils massiven „Schwächung“ der Gesteine, bzw. der betroffenen Gesteinsverbände, ja ganzer Gebirgszüge geführt. Die Erosion wird dadurch begünstigt.

Typische Erosionserscheinungen infolge der geologischen Vorgeschichte eines Gebietes sind Hangrutschungen, Hangsackungen, Steinschläge, Felsstürze, Murbrüche und Bergzerreißen. Vor allem kommen derartige Erscheinungen in den in Tirol zahlreichen geologisch besonders beanspruchten Zonen vor.

Gerade die jüngste Erdbebenserien im Tiroler Oberland 1997 und 1999 zeigen uns klar, dass diese gewaltigen tektonischen Prozesse an der Nahtstelle Afrika-Europa noch immer voll im Gange sind.

Nachfolgend wird der Versuch unternommen, bei den eingangs aufgelisteten Naturereignissen herauszuarbeiten, bei welchen der Einflussfaktor Geologie zum Ablauf der jeweiligen Katastrophe beigetragen hat:

○ **1992 Bergsturz am Hochnissl/Karwendel:**

Die tektonische Beanspruchung (Beanspruchung durch die Gebirgsbildung) hat die Gesteine vorgeschwächt. Immerhin legten die Kalke des Hochnissl im Zuge der Gebirgsbildung eine Reise von vielen tausend Kilometern zurück (sie wurden im südlichen Abschnitt der Tethys abgelagert und liegen heute fast am Nordrand der durch die Alpenfaltung auf engsten Raum zusammengestauchten Erdkruste).

○ **1992 Vermurungen im Inntal und Wipptal kurz vor Weihnachten:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe nicht beigetragen.

○ **1993 Einsturz des Dolomitgesteinsabbaues I in Schwaz westlich des Eiblschrofens:**

Die betroffenen Schiefer- und Dolomitgesteine haben bereits zwei Gebirgsbildungen hinter sich.

○ **1997 Beginn der Bedrohung von Teilen des Kaunertaler Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung Weißseespitze:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe nicht beigetragen.

○ **1998 Beginn der Bedrohung von Teilen des Stubai Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung östlich der Stubai Wildspitze:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe nicht beigetragen.

○ **1999 Bergsturz von Huben/Längenfeld:**



Das Ötztal wird von mehreren talparallelen Störungslinien begleitet. Rechtwinklig dazu queren mehrere Großstörungen das Tal. Dies drückt sich auch in den häufigen Erdbeben im Ötztal aus. Das Bergsturzgebiet von Huben wird vor allem durch die talparallelen Störungen geprägt. Der Einflussfaktor Geologie hat daher maßgeblich zur Katastrophe beigetragen.

← Nachbrechendes Gestein am Tag nach dem Bergsturz; im Vordergrund das zerstörte Sägewerk

○ **1999 Vermurungen durch die Pfingstniederschläge:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe insofern beigetragen, als die Lockersedimente aber auch manche Festgesteine bei Wassersättigung infolge der starken Niederschläge zu Vermurungen und Hangrutschen neigen.



← Vermurte Brennerbundesstrasse bei Schönberg

○ **1999 Bergstürze am Eiblschrofen:**

Das Dolomitgestein des Eiblschrofen wird vor allem durch Störungen des Inntals begrenzt und durchzogen. Er hat außerdem zwei Gebirgsbildungen hinter sich. Die geologische Vorschwächung ist daher prägend und markant.

○ **1999 Schuttstrom bei Starkenbach:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe eher nicht oder nur untergeordnet beigetragen.

○ **1999 Bergsturz am Luibiskogel in den Öztaler Alpen:**

Der Einflussfaktor Geologie hat zur Katastrophe eher nicht oder nur untergeordnet beigetragen.

2.2 geomorphologische Einflussfaktoren

Die geomorphologischen Einflussfaktoren sind zweifelsohne für Hangrutschungen, Fels- und Bergstürze von Bedeutung. Die formenmäßige Ausgestaltung der Erdoberfläche ist abhängig vom Gesteinsbestand, sowie von den formenden Kräften der Verwitterung, Erosion und Sedimentation.

Es gibt weiche, gut verwitternde Festgesteine (z.B. Schiefer und Phyllite), die meistens eher weiche Landschaftsformen bilden und aufgrund ihres Reichtums an Tonmineralen und Glimmern vielfach gut bewachsene Hänge aufweisen (stark bewaldet, teilweise fruchtbare Almflächen). Typische Gebiete hierfür finden sich zum Beispiel im Osten Nordtirols (Raum Kitzbühel), aber auch im Bereich der Tuxer Alpen.

Andererseits ist Tirol reich an schroffen Bergen. Diese haben sich dort herausgebildet, wo mächtige tonmineralarme Karbonatgesteine oder Kristallingesteine (Granite, Gneise) unsere Hochgebirge bilden (z.B. Karwendel, Mieminger Gebirge, Wilder Kaiser, Öztaler Alpen, Silvretta, Hohe Tauern). Derartige Gesteine sind vielfach kaum oder gar nicht bewachsen und verwittern wegen ihrer Armut an Tonmineralen und Glimmern meist schroff.

Allgemein kann man feststellen, dass die phyllitischen und schiefrigen Gesteine auf einwirkende Kräfte der Verwitterung und Erosion eher durch langsame Hangbewegungen

(Hangkriechen, Rutschhänge) reagieren, während Karbonate und Kristallingesteine auf derartige Beeinflussungen vielfach plötzlich reagieren (Steinschlag, Felssturz, Bergsturz). Bezüglich der Lockersedimente (z.B. Schotter, Sande, Tone) gilt, dass sie vor allem bei fehlendem Bewuchs erosionsanfällig sind, was insbesondere Vermurungen, aber auch Hangrutschungen zur Folge haben kann.

Die Morphologie ist überdies ein entscheidender Faktor bei der Entwässerung eines Gebietes in der Folge von Niederschlägen. Es kann festgestellt werden, dass Niederschlagswässer an steilen Bergflanken meist rasch abfließen, hingegen in den zum Teil großflächigen Karen der Hochgebirge das Wasser überwiegend in den Untergrund einsickern kann (z.B. Karwendel, Öztaler Alpen). Wässer, die in den Untergrund versickern, haben keinen erosiven Einfluss im Gegensatz zu den Wässern, die oberflächlich abfließen.

Was die Lawinen betrifft, gilt, dass sehr steile felsige Hänge meist nicht geeignet sind, genügend Schnee zu halten, um große Lawinen ausbilden zu können.

Nachfolgend wird der Versuch unternommen, bei den eingangs aufgelisteten 15 Naturereignissen herauszuarbeiten, bei welchen der Einflussfaktor Morphologie zum Ablauf der jeweiligen Katastrophe beigetragen hat:

○ **1992 Bergsturz am Hochnissl/Karwendel:**



Durch die verwitterungsbedingte Schroffheit der fast senkrechten Nordflanke reißt diese mittels kammparalleler Spalten auf und wird instabil.

← Nordwand Hochnissl aus der Helikopterperspektive. Auch 1999 war das Abbruchgebiet des Bergsturzes

○ **1992 Vermurungen im Inntal und Wipptal kurz vor Weihnachten:**

Beeinflussung durch die Morphologie eher nicht gegeben.

○ **1993 Einsturz des Dolomitgesteinsabbaues I in Schwaz westlich des Eiblschrofens:**

Beeinflussung durch die Morphologie nicht gegeben

○ **1997 Beginn der Bedrohung von Teilen des Kaunertaler Gletscherskgebietes durch die Massenbewegung Weißseespitze:**

Beeinflussung durch die Morphologie nicht gegeben.

○ **1998 Beginn der Bedrohung von Teilen des Stubai Gletscherskgebietes durch die Massenbewegung östlich der Stubai Wildspitze:**

Beeinflussung durch die Morphologie nicht gegeben.

○ **1999 Bergsturz von Huben/Längenfeld:**

Durch die verwitterungsbedingte Schroffheit der fast senkrechten Westflanke reißt diese mittels talparalleler Spalten auf und wird instabil.

○ **1999 Vermurungen durch die Pfingstniederschläge:**

teilweise dürften morphologische Einflüsse untergeordnet beteiligt gewesen sein.

○ **1999 Bergstürze am Eiblschrofen:**



Durch die verwitterungsbedingte Schroffheit der fast senkrechten Nordflanke reißt diese mittels talparalleler Spalten auf und neigt so zur Instabilität.

← Eiblschrofenwand im Dezember 1999

○ **1999 Schuttstrom bei Starkenbach:**

Die sogenannte „Scheißet Riepe“ ist die längste Schuttreise der Ostalpen. Sie ist aufgrund ihrer Steilheit nur bedingt als stabil zu bezeichnen. Der Einflussfaktor Morphologie hat daher für die Katastrophe sicherlich seinen Beitrag geleistet.

○ **1999 Bergsturz am Luibiskogel in den Öztaler Alpen:**

Beeinflussung durch die Morphologie nicht gegeben.

2.3 klimatologische Einflussfaktoren

Wie schon erwähnt, war das Jahr 1999 ein besonders ereignisreiches Jahr in Bezug auf katastrophale Naturereignisse.

Wir müssen daher näher beleuchten, ob das Jahr 1999 klimatologisch außergewöhnlich war, um absehen zu können, ob daraus die große Anzahl der Naturkatastrophen ableitbar ist.

Die globale Mitteltemperatur des Jahres 1999 lag um 0,3- 0,4 °C über dem Durchschnitt der Jahre 1961- 1990 und ist somit das fünftwärmste Jahr in der 140 jährigen Aufzeichnung der World Meteorological Organization (WMO). 1999 war außerdem das 21 Jahr in Folge mit einer überdurchschnittlichen Temperatur. Die globale Mitteltemperatur am Ende des Millenniums liegt um 0,7 °C über jener am Ende des 19. Jahrhunderts.

In Tirol war das Jahr 1999 ebenfalls zu warm. Die Jahresmitteltemperatur betrug 8,9 °C, das sind 0,7 °C mehr als im langjährigen Durchschnitt. Nur die Monate Februar, Juni und November waren zu kühl, die restlichen Monate um bis zu 2,2 °C zu warm. Das Jahr 1999 fiel in Tirol zudem deutlich zu feucht aus. Die Station am Flughafen Innsbruck verzeichnete 1197 l/m² Gesamtniederschlag. Dies ist um 1/3 mehr, als der langjährige Schnitt von 901 l/m². In Reutte fielen sogar 155% des Normalwertes. Hier trat auch am 21. Mai die größte Tagesmenge auf; sie betrug 213mm. Verschärfend kommt noch hinzu, dass dem Jahr 1999 bereits sehr niederschlagsreiche Monate Oktober bis Dezember 1998 vorausgingen.

Es ist daher zu folgern, dass viele der Naturkatastrophen des Jahres 1999 maßgeblich durch den Einflussfaktor Klima ausgelöst und/oder verursacht beziehungsweise mitverursacht wurden. 1999 war klimatisch gesehen sicherlich ein klimatologisch deutlich vom Durchschnitt abweichendes Jahr:

Ende Februar 1999 kam es zu einer außergewöhnlichen, lang anhaltenden staffelartigen Zufuhr feuchter und mäßig kalter Luftmassen aus Nordwesten, die sich vor allem in den West- und Nordstaulagen der Silvretta, des Arlberggebietes, des Bregenzer Waldes und der Tiroler Kalkalpen durch intensive Schneefälle und großer Schneeverfrachtung in den Kammlagen des Hochgebirges durch starke Winde auszeichnete. Neuschneehöhen von drei Metern in 48 Stunden wurden zum Beispiel in Lech am Arlberg gemessen. Mit dem 11. März 1999 setzte eine Serie von Fels- und Bergstürzen, Muren und Hangrutschungen ein, die fast ausnahmslos auf die hohe Niederschlagsrate seit Oktober 1998 zurückgeführt werden kann. Über Monate war der Boden wassergesättigt, das heißt nicht mehr aufnahmefähig. Dies drückte sich auch in den extrem großen Schüttungswerten der Tiroler Quellen aus. So erreichten beispielsweise die Mühlauer Quellen mit über 2500 l/s die bei weitem größten Schüttungswerte, die an diesen Quellen jemals gemessen wurden.

Nun zu den Naturereignissen im Einzelnen:

○ **1992 Bergsturz am Hochnissl/Karwendel:**

Der Faktor Klima war ohne nennenswerten Einfluss auf die Katastrophe.

○ **1992 Vermurungen im Inntal und Wipptal kurz vor Weihnachten:**

Am 21.12.1992 setzten nach einer längeren Kälteperiode (Boden war deshalb tiefgründig gefroren) intensive Schneefälle ein, die am 22.12. und 23.12. von intensivem Regen bis in große Höhen abgelöst wurden. Die Niederschlagswässer und Schmelzwässer konnten nur unwesentlich in den Boden eindringen, da dieser nur oberflächennahe aufgetaut war. Dadurch kam es zur Übersättigung mit Wasser der aufgetauten Bereiche und in der Folge zum Abgehen zahlreicher Muren mit großen Sachschäden und sogar Toten.

○ **1993 Einsturz des Dolomitgesteinsabbaues I in Schwaz westlich des Eiblschrofens:**

Der Einflussfaktor Klima war nicht an der Katastrophe beteiligt.

○ **1997 Beginn der Bedrohung von Teilen des Kaunertaler Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung Weißseespitze:**

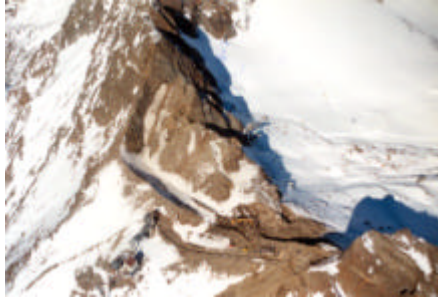
Weißseespitze:
Ein Großteil der Nordflanke ist von der Massenbewegung betroffen.
Im Vordergrund links sieht man einen der betroffenen Skilifte



Aufgrund der derzeitigen Klimaerwärmung verzeichnen die Gletscher einen großen Massenschwund. Seit dem letzten Höchststand von 1850 haben sie in Tirol etwa die Hälfte ihrer Masse verloren. Damit geht auch das Auftauen von teils tiefgründig gefrorenen Boden- und Felsbereichen einher (Permafrost). Diese Prozesse haben die Massenbewegung in der Nordflanke der Weißseespitze eingeleitet. Dadurch sind zirka 2.000.000 m³ Fels und das

darauf befindliche Gletschereis talwärts in Richtung Gletscherskigebiet in Bewegung, wobei Spitzengeschwindigkeiten von mehr als einem Meter pro Tag gemessen wurden.

- **1998 Beginn der Bedrohung von Teilen des Stubaier Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung östlich der Stubaier Wildspitze:**



Die Massenbewegung östlich der Stubaier Wildspitze hat die gleichen klimatologisch bedingten Ursachen, wie bei der Kaunertaler Weißseespitze. Die Bewegungen laufen nur etwas langsamer ab und es sind davon nur etwa 1.000.000 m³ Kristallingesteine betroffen.

- **1999 Bergsturz von Huben/Längenfeld:**

Der schneereiche Winter 1998/ 99 hat auch im Ötztal zur Ablagerung überdurchschnittlich großer Schneemassen geführt. Durch die einsetzende Schneeschmelze Anfang März drangen große Mengen von Schmelzwasser in die talparallelen Störungsspalten ein. Der einsetzende Nachtfrost hat durch die Volumsvergrößerung von Wasser im festen Zustand zum Absprengen und Abstürzen von zirka 200.000 m³ Fels geführt.

- **1999 Vermurungen durch die Pfingstniederschläge:**



Vorstehend wurde aufgezeigt, dass zu Pfingsten besonders viel und lang anhaltender Niederschlag auf bereits wassergesättigten Untergrund gefallen ist. Der Einflussfaktor Klima war somit maßgeblich für die Katastrophe verantwortlich.

- **1999 Bergstürze am Eiblschrofen:**

Die hohen Niederschlagsraten seit Oktober 1998 könnten untergeordnet Einfluss auf die Geschehnisse genommen haben.

- **1999 Schuttstrom bei Starkenbach:**

Die hohen Niederschlagsraten seit Oktober 1998 haben zu deutlichem Eindringen von Wasser in die „Scheißet Riepe“ geführt und sind so maßgeblich für die Naturkatastrophe verantwortlich.

- **1999 Bergsturz am Luibiskogel in den Ötztaler Alpen:**

Ähnlich wie im Bereich der Weißseespitze und der Stubaier Wildspitze dürfte die generelle Erwärmung und damit das Zurückschmelzen der Gletscher und des Permafrosts für die Katastrophe verantwortlich sein.

2.4 anthropogene Einflussfaktoren

Wie schon bei den geologischen Einflussfaktoren aufgezeigt, hängen die heutigen Eigenschaften der Gesteine sehr von ihrer Vorgeschichte ab. In Tirol finden sich überwiegend Gesteine, die zumindest mehrere Millionen Jahre alt sind, teils sind sie noch wesentlich älter. Die meisten Gesteine haben so zumindest eine Gebirgsbildung hinter sich und sind daher mehr oder weniger stark vorgeschwächt.

Zunehmend hat in den letzten Jahrzehnten auch der Mensch in die Natur eingegriffen und damit auch immer massiver Einfluss auf den Untergrund, also auf die Gesteine genommen. Geologisch vorgeschwächte Gesteine nehmen umgekehrt jedoch Einfluss auf die menschlichen Lebensräume, die immer weiter in die unberührte Natur vordringen.

Besonders stark tektonisch beanspruchte geologische Zonen Tirols, wie zum Beispiel die Erdbebenlinie des Inntals oder des Wipptals sind daher umso anfälliger gegen größere Eingriffe durch den Menschen.

Derartige Eingriffe können sein:

- ❖ Das Anschneiden labiler Hänge in deren Fußbereich z.B. durch Straßenböschungen.
- ❖ Eine schlechte Waldwirtschaft: z.B. können reine Fichtenwälder leichter erkranken als Mischwälder. Kranke Wälder können ihre Schutzfunktion nicht mehr in vollem Umfang ausüben. Fichtenbestand auf Rutschhängen verstärkt die Hanginstabilitäten, da Fichten als Flachwurzler keine „Verankerungsfunktion“ übernehmen können.
- ❖ Die Versiegelung von Flächen: die zunehmende Bautätigkeit in unserem Land verursacht immer mehr Dachflächen, Terrassenflächen und asphaltierte Straßenflächen, die eine Versickerung der Niederschlagswässer verhindern und den Oberflächenabfluss und die damit verbundene Erosion drastisch verstärken.
- ❖ Unzulässige Belastung von labilen Hängen durch große Bauwerke (z.B. neue Siedlungen oder Hotels).
- ❖ Schlechte Almwirtschaft: Tirols Bauern sind mehr und mehr gezwungen, Almen aufzulassen. Wenn Almflächen nicht mehr betreut werden, können die Kräfte der Erosion in diesen Gebieten voll angreifen, da aufgrund des Fehlens von Wald keine diesbezügliche Schutzfunktion vorhanden ist (z.B. Ludoialm).
- ❖ Rohstoffgewinnung ober- oder unter Tage ohne ausreichende Kenntnis der geologischen Verhältnisse: dieser Umstand könnte für die Ereignisse am Eiblschrofen mitbeeinflussend gewesen sein und war für den Pingensturz 1993 verantwortlich.
- ❖ Missachtung von Gefahrenzonen betreffend Muren, Steinschlagzonen, Berg- und Felsstürzen: vielfach werden Siedlungsräume und Verkehrswege, sowie Freizeitzentren (z.B. Lifte) errichtet, ohne diese Naturgefahren beziehungsweise die damit verbundenen Gefahrenzonen ausreichend zu berücksichtigen.

Die vorstehende Auflistung zeigt, dass der Mensch sehr oft für die Auslösung und/ oder den Ablauf von Naturkatastrophen auch in Tirol verantwortlich oder mitverantwortlich ist.

Nachstehend sollen die aufgelisteten Ereignisse auch in dieser Hinsicht beurteilt werden:

○ **1992 Bergsturz am Hochnissl/Karwendel:**

Kein Einfluss durch den Menschen.

○ **1992 Vermurungen im Inntal und Wipptal kurz vor Weihnachten:**

Die Zunahme von versiegelten Flächen könnte teilweise Beginn und Ablauf des Naturereignisses beeinflusst haben. So hat die damals im Bau befindliche Lärmschutzgalerie Schönberg den Abgang einer großen Mure verursacht, durch den die Bundesstraße zum Brenner unterbrochen, das Krafthaus des Sillkraftwerkes vermurt wurde und die Siedlung unter der Europabrücke evakuiert werden musste.

○ **1993 Einsturz des Dolomitgesteinsabbaues I in Schwaz westlich des Eiblschrofens:**



Das Nichtbeachten der geologischen Verhältnisse in ausreichender Weise hat zum Einsturz dieses künstlichen unterirdischen Hohlraums geführt.

← Rechts oben sieht man die Pinge von Abbau I (Kreis), links daneben das Hauptabbruchgebiet der Eiblschrofenwand, unter der sich auch große unterirdische Abbauhohlräume befinden

○ **1997 Beginn der Bedrohung von Teilen des Kaunertaler Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung Weißseespitze:**

Kein Einfluss durch den Menschen.

○ **1998 Beginn der Bedrohung von Teilen des Stubaier Gletscherskigebietes durch die Massenbewegung östlich der Stubaier Wildspitze:**

Kein Einfluss durch den Menschen.

○ **1999 Bergsturz von Huben/Längenfeld:**

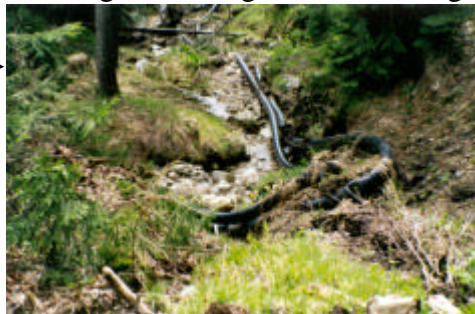
Kein Einfluss durch den Menschen.

○ **1999 Vermurungen durch die Pfingstniederschläge:**

Schlechte Waldwirtschaft, schlechte Almwirtschaft, sowie die Versiegelung von Flächen haben Beginn und Ablauf der Naturereignisse untergeordnet bis maßgeblich beeinflusst.

Ludoialm:

Durch die Hangbewegungen werden Entwässerungsmaßnahmen zerstört. Dieser stark gestauchte Drainageschlauch kann seine Funktion nicht mehr erfüllen. Derartige kaputte, künstliche Hangentwässerungen sind gefährlicher als der natürliche Zustand



Im Falle des Ausbrechens von Bergwasser aus den Stollen bei Roßbach wurden zudem die Bergwasserverhältnisse bei der Erschließung des Bergbaues nicht ausreichend beachtet (die Stollen waren verschüttet und nur ungenügend große Rohre entwässerten die Stollen).

○ **1999 Bergstürze am Eiblschrofen:**
Möglicherweise könnte eine Verkennung der geologischen Verhältnisse im Rahmen des unterirdischen Dolomitgesteinsabbaues für die Katastrophe mitverantwortlich sein.

○ **1999 Schuttstrom bei Starkenbach:**
Kein Einfluss durch den Menschen.

○ **1999 Bergsturz am Luibiskogel in den Öztaler Alpen:**
Kein Einfluss durch den Menschen.

3 Vernetzung der Einflussfaktoren (EF)

Die vorstehende detaillierte Erörterung der einzelnen Ereignisse und Einflussfaktoren zeigt, dass ein Einflussfaktor für sich allein nie zur Auslösung einer Massenbewegung führt. Stets sind daran mehrere Einflussfaktoren beteiligt. Haupteinflussfaktor ist das Klima, dicht gefolgt vom Einflussfaktor Mensch. Vor allem Letzteres sollte uns im Hinblick auf die weitere Entwicklung in Tirol nachdenklich stimmen.



← Bergsturz von Huben:
Die Staubfahne hat im nördlichen
Ortsbereich fast das ganze Tal
überzogen

Blick vom Helikopter in die
auseinanderbrechende Nordwand der
Weißseespitze →



*) Anschrift des Verfassers: Amt der Tiroler Landesregierung, Landesgeologie, Abt. Vermessung und Geologie, Herrngasse 1, 6020 Innsbruck

**) Zusammengestellt am 23.09.2000 auf Basis des öffentlichen Abendvortrages/Geoforum Umhausen 1999 unter Mitverwendung von Teilen der Fachbereichsarbeit für Matura in Geographie und Wirtschaftskunde „Geologische, morphologische, klimatologisch und anthropogene Einflussfaktoren auf Naturereignisse der letzten Jahre in Tirol“ von Gerald Heissel (BORG Telfs) vom 22.02.2000.