



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Globale Umweltveränderungen - Neue
Herausforderungen für die Raumordnung im Umgang
mit Naturgefahren in Österreich

Verfasserin

Cornelia Liebl

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat)

Wien, im November 2009

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 456 482

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Geographie und Wirtschaftskunde,
UF Bewegung und Sport

Betreuerin: Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Christine Embleton-Hamann

Erklärung

Ich versichere

- dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe;
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe;
- dass diese Arbeit mit der von der Begutachterin beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im November 2009

Cornelia Liebl

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei einigen Personen bedanken, die beim Zustandekommen sowie Gelingen dieser Arbeit mit beteiligt waren und dies nicht, weil es sich wohl in die Tradition von Diplomarbeiten so eingebürgert hat, sondern ganz bewusst, da es mir am Herzen liegt!

Beginnen möchte ich bei Frau Ao. Univ.-Prof. Dr. Christine Embleton-Hamann, die es mir erst durch ihre großzügige Freiheit und Offenheit bei der Themenwahl ermöglicht hat, meinen eigenen Interessen zu folgen. Dadurch konnte ich mich dem gewählten Themenkomplex von verschiedenen Seiten, auf interdisziplinäre Weise nähern, was mir sehr Spaß gemacht hat. Hierbei möchte ich auch Dr. Margreth Keiler für ihre Unterstützung zur konkreteren Themenfindung sowie den weiteren wertvollen Anregungen beim Schreiben der Arbeit danken. Herzlichen Dank!

Neben dieser fachlichen Begleitung ist es mindestens genauso wichtig, vom sozialen Umfeld getragen und unterstützt zu werden. Deshalb möchte ich hier meinem Bruder Jakob für seine Hilfe beim Drucken dieser Arbeit und auch ganz speziell meiner Schwester Agnes für all die langen Praterspaziergänge, Gespräche, Übernachtungsmöglichkeiten und die so vielen anderen, oft kleinen, aber im Ganzen doch großen Dinge des Lebens danken. Weiters auch ein herzliches Danke an meine Freundin Renate, die vom ersten Tag an im Studentenheim bis nun zum Ende meines Studiums immer hilfreich bei Problemen und offen für Reflexionen über wortwörtlich „Gott und die Welt“ für mich da war. Auch möchte ich mich bei meiner Freundin Sofia für ihre Unterstützungen aller Art, vor allem während meiner Zeit in Schweden, danken – Tack min Sohl!

Zu guter Letzt sei auch noch ein Dank von aller tiefstem Herzen an meine Eltern ausgesprochen: Denn Eure große Mühe und Geduld, insbesondere während meiner Zeit im Gymnasium, schufen die notwendigen Grundvoraussetzungen für meine Studien. Und wohl auch erst Euer so überzeugend vorgelebter, nachhaltiger und offener Lebensstil, weckte in mir ein tieferes Interesse, Verständnis und Wille für ein *bewegtes* Leben *in* und *mit* der Natur sowie Menschen aller Orts. Danke für all das!

Abstract

Global Environmental Change – New Challenges for Spatial Planning regarding Risk Management in Austria

Diploma thesis in Geography by Cornelia Liebl, University of Vienna, Nov. 2009

This diploma thesis explicitly focuses on both the social and natural dimensions of global change in mountainous regions. The term *global change* is used within this thesis as it is in the *International Human Dimension Programme* (IHDP, 2009) with the aim of moving beyond either a purely natural or a purely social analysis. Given the prominence of global change processes and their human impact in alpine regions, this dualistic perspective is of crucial importance for facing the challenge of finding new and resilient ways of dealing with natural hazards and risks in the Alps. Interdisciplinary work here becomes not only fruitful but indeed necessary in order to work within this complex field in an adequate and durable manner. This thesis attempts to take us one step further in this direction.

The first part studies the connection between a rising incidence in extreme events, which could result in an increase in natural hazards, and climate change. However a general, significant and scientifically proven link is not to be found in the existing literature. The reason for this is that the underlying data is lacking crucial information or is not of sufficient quality. Nevertheless the initial research results indicate an existing correlation between climate change and an increase in natural hazards, even though these results are arguable. But by also taking the human impact factor into account, there is no doubt that the risk potential is constantly rising in the Austrian Alps. Consequently, people living in the mountainous regions, as well as politicians and spatial planners, need to adapt their strategies for coping with risks associated with the consequences of the socioeconomic and (albeit less proven) physically induced climatic changes. Certain land use has to be strictly adapted and some land even has to be released for other use to which it is more suited, being more resilient to the specific risk(s). Otherwise the increasing damage potential cannot be prevented and might lead to huge material as well as social and cultural losses. These arising challenges through global change – with a specific focus on strategies out of the spatial planning praxis – are discussed in the second part of this work. Emergency plans, frequent updating of hazard maps and the implementation of the claim on construction of risk maps are, among other aspects, discussed in more depth. Moreover, the importance of flexible structures and interdisciplinary working groups as well as institutional settings which are open to useful cooperation and follow the demand of Integral Risk Management, are outlined in detail.

The study leads to the conclusion that the necessity of constructing a more resilient anthroposphere/society under the new conditions of global change is higher than ever before. By

facing the arising challenges, spatial planning instruments are of utter importance. Their huge advantage, the possibility to plan for the long run in a sustainable way, is at the same time their weakness since these long-term benefits often conflict with short term local economic interests. Nevertheless, the potential of politics and actual implemented spatial planning can contribute to solutions in communication and cooperation with stakeholders and the public. Concerning this holistic participation in managing risk, the concept of Risk Governance with its future importance is introduced along with the new EU Floods Directives. Also the latter strongly demands overall participation in decision making and the consequences for Austria, of both Risk Governance and the EU Floods Directives are discussed.

The general conclusion is that the discussion of these phenomena in both the natural and the social spheres, coupled with an analysis of potential changes in these fields, form an actual scientific basis for further decisions and actions in the practice of natural hazard and risk management, especially as concerns spatial planning in Austria. Within this management, specific adaptation measures regarding global change and the composition of a more resilient society will become of vital importance. A flexible and observant attitude has to be adopted to be able to minimize the possible negative socio-cultural and economic consequences concerning the future risk potential in mountainous regions.

As a side result, the thesis also reveals that interdisciplinary strategies and teams working in cooperation with experts from all concerned fields on international, regional and local levels are fundamental in managing natural risks successfully and in a qualitatively satisfying manner. Through this collaborative work the opportunities for spatial planning are, in combination with further preventive measures, promising, as they are, in the long run most cost effective and sustainable. The concept of Risk Governance, which emphasizes cooperation involving all concerned partners, thereby seems very adequate for further work in this area. As does the concept of Integral Risk Management where spatial planners must see their own instruments as part of a bigger picture.

Vorwort

Als ich meine Studienwahl vor mittlerweile mehr als fünf Jahren getroffen habe, war ich fasziniert von der Möglichkeit innerhalb der Geographie so ganzheitlich und interdisziplinär studieren zu können. Nun rückblickend betrachtet bin ich froh, diese Chance genutzt zu haben. Denn dadurch war es mir möglich, in viele sowohl sozial- wie aber auch naturwissenschaftliche Bereiche Einblick zu gewinnen und meine Interessensfelder weitaus mehr erweitern zu können, als ich mir dies jemals gedacht habe.

Aus meiner über die Zeit erwachsenen Überzeugung, „die“ Geographie wirklich als eine holistische Wissenschaft zu sehen, erwuchs für mich auch ein diesbezüglicher Anspruch an meine Diplomarbeit. Es wurde somit indirekt zu meinem Ziel, ein Thema zu finden, dass mich nicht nur interessiert, sowie Präsenz und Aktualität besitzt, sondern darüber hinaus dies fachbereichsübergreifend aus einer Querschnittsmaterie verschiedener Teilbereiche der Geographie zu wählen.

Aufgrund meines studienspezifischen Praktikums bei der Wildbach- und Lawinenverbauung in der Sektion Vorarlberg, Bregenz, ist mein praktisches Verständnis für die Problematik um Gefahrenzonenpläne und allgemein dem Umgang mit Naturgefahren in Österreich gewachsen. Vor allem habe ich jedoch auch eine tiefere wissenschaftliche Neugierde bezüglich Naturgefahren- und Risikoforschung entwickelt, die mich zur Überlegung brachte, in diesem Bereich meine Diplomarbeit zu schreiben. Um den Aktualitätsbezug zu erhalten und wirklich am Puls der Zeit zu schreiben, wollte ich Aspekte des Global Change mit einbeziehen. Weiters sah ich speziell in raumordnerischen Instrumenten bezüglich Naturgefahrenmanagement große Potentiale, die in meinem Praktikum nur eine indirekte Rolle spielten, jedoch meines Erachtens dennoch zentralen Charakter im Umgang mit Naturgefahren in Österreich aufweisen und auch in Zukunft diese hohe Relevanz mindestens im nun herrschenden Ausmaß weiter haben werden. Somit führten mich diese Überlegungen direkt zu einem hoch aktuellen und spannenden sowie geographisch relevanten und interdisziplinären Thema, das sich auch innerhalb meiner Geographie Studien anhand einer theoretisch hermeneutischen Diplomarbeit umsetzen ließ und ich mit großer Begeisterung gerne bearbeitet habe.

Inhaltsverzeichnis

<i>Erklärung</i>	<i>i</i>
<i>Danksagung</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iii</i>
<i>Vorwort</i>	<i>v</i>
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>vi</i>
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation	1
1.2 Forschungsleitende Fragen	3
1.3 Methodik und Gliederung der Arbeit	4
2 Global Change – eine Welt im Wandel	5
2.1 Klimamodelle - vom Globalen zum Regionalen	8
2.1.1 Aktuelle Klimaszenarien für Österreich und deren Unsicherheiten	12
2.1.2 Extremereignisse und Klimawandel	17
2.2 Änderungen für alpine Naturgefahrenprozesse	25
2.3 Änderungen im alpinen Kulturraum	39
2.3.1 Längerfristige Trends des sozioökonomischen Strukturwandels	43
2.3.2 Kurzfristige Fluktuationen von potentiell gefährdeten Werten und Personen	48
2.4 Neue Herausforderungen für den Umgang mit Naturgefahren	49
2.4.1 Gefahren- und Schadenpotential nehmen zu, das Risiko steigt	49
2.4.2 Anpassungsmöglichkeiten an erhöhtes Risikopotential	54
3 Schutz vor Naturgefahren durch raumordnerische Maßnahmen	58
3.1 Institutionen und deren Kompetenzen	60
3.2 Instrumente der Raumplanung	66
3.2.1 Schutzwasserwirtschaftliche Planungsinstrumente	66
3.2.2 Gefahrenzonenpläne des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung	69
3.2.3 Instrumente der überörtlichen und örtlichen Raumplanung	76

3.3	<i>Raumplanerischer Umgang mit Naturgefahren in Bezug auf Global Change</i>	82
3.3.1	Neu zu diskutierende Fragen im Naturgefahrenmanagement	84
3.3.2	Empfehlungen für die überörtliche und örtliche Raumplanung	88
3.3.3	Das moderne Risikokonzept.....	91
4	Diskussion – weitere Aspekte im Naturgefahrenmanagement	96
5	Raumordnung & Naturgefahren – Quo Vadis?.....	102
6	Anhang.....	109
6.1	<i>Zusammenfassung</i>	109
6.2	<i>Literaturverzeichnis</i>	111
6.3	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	121
6.4	<i>Tabellenverzeichnis</i>	125
6.5	<i>Lebenslauf</i>	127

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Motivation

Naturgefahren und der Umgang mit ihnen sind über wissenschaftliche und politische Auseinandersetzungen und vor allem aber auch über die Medien zu einem wichtigen und weit reichendem Thema unserer Zeit avanciert. Speziell haben auch die Hochwasserereignisse der letzten Jahre von 2002, 2005 und dem vorerst jüngsten vom Juni 2009 durch die direkte Betroffenheit vieler Österreicher und Österreicherinnen zu einer erhöhten Aufmerksamkeit unter der Bevölkerung geführt, die sich in intensiven öffentlichen Diskussionen widerspiegelt. Weiters ist die Forderung aufkommen, dass neue Wege im Umgang mit Naturgefahren beschritten werden müssen (BMLFUW, 2009) und Vermutungen über eine Verknüpfung der Häufung der Ereignisse und einer bereits stattfindenden Klimaveränderung sind entstanden. Die international durchgeführten Klimastudien, gut und fundiert in den IPCC-Publikationen (Intergovernmental Panel on Climate Change - Reports) dokumentiert, werden manchmal vorschnell auf Österreich umgelegt bzw. wissenschaftlich nicht nachweisbare Schlussfolgerungen gezogen. Dies zum Teil ganz speziell von Versicherungsunternehmensseite, wie es beispielhaft folgendes Zitat von Louis Norman-Audenhove, Generalsekretär des Verbandes der Versicherungsunternehmen Österreichs (VVO), aus einer Pressemitteilung verdeutlichen soll: „Wir haben schon in den letzten Jahren eine signifikante Steigerung der Naturkatastrophen verzeichnet und dieser Trend setzt sich fort“ (derStandard.at, 2009). So entstehen verkürzte Fazits wie „wärmeres Klima = Katastrophenklima“, bzw. werden globale Trendveränderungen auf die äußerst komplexe Topographie des Alpenraums und deren Prozesse übertragen.

Differenzierter betrachtet, kann jedoch sehr schnell die Komplexität und Schwierigkeit dieses Themas erkannt werden. Dies einerseits bezüglich des Verstehens der Prozesszusammenhänge sowie andererseits bezüglich der Erarbeitung möglicher Lösungsvorschläge in Hinblick auf die mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwartenden veränderten Herausforderungen an das Naturgefahrenmanagement, welche unter anderem neben den rein naturraum bedingten Faktoren stark durch sich wandelnde Nutzungsanforderungen im alpinen Siedlungsraum geprägt werden (BMLFUW, 2009).

Sicher konnte in den letzten Jahren mehr und mehr wissenschaftlich erwiesen werden, dass sich durch einerseits anthropogene wie auch physisch bedingte Faktoren das Klima unserer Erde und somit der sehr sensible Alpenraum ändern wird. „Climate change is already affecting the European Alps, and adaptation is of vital importance,“ schreibt Agrawala (2007, S. 11) in einer

OECD Studie zu *Climate Change in European Alps* und drückt sehr prägnant die Notwendigkeit von Adaptionsmaßnahmen, induziert durch den globalen Wandel und den daraus folgenden Prozessveränderungen im Alpenraum, aus.

Konkreter kann mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden, dass mit einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen sowie veränderten Niederschlagsregimen zu rechnen ist (IPCC, 2007b). Dies wird auch Folgen auf Wildbäche und Muren, Rutschungen sowie auch Hochwasserprozesse mit sich bringen und somit bisherige Instrumente der Raumordnung, wie beispielsweise den Gefahrenzonenplan, und weiters den gesellschaftlichen Umgang mit Naturgefahren betreffen. Hans Joachim Schellnhuber, Professor am Potsdamer Institut für Klimaforschung, formuliert eine klare Strategie bezüglich die auf uns durch Global Change zukommenden Veränderungen und Herausforderungen: „Es gilt, das Unbeherrschbare zu vermeiden und das Unvermeidbare zu beherrschen“ (Theben, 2009).

Dabei ist vor allem eine disziplinübergreifende Herangehensweise unumgänglich: „Scientists should come together to exchange their findings, their experiences and their ideas on how to face the challenges of global warming in mountain regions, and they should do this by crossing the traditional boundaries of disciplines“, denn Global Change ist ein hoch komplexes Phänomen, das die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern/innen aus den verschiedensten Disziplinen fordert „in order to stabilize the life chances of future generations under conditions of global change in mountain regions“ (Borsdorf et al., 2007, S. 11). Die vorliegende Arbeit soll dazu in diesem interdisziplinären Sinne einen Forschungsbeitrag aus geographischem Sichtwinkel geben.

Anfänglich werden die möglichen Veränderungen des Klimasystems sowie die daraus resultierenden Herausforderungen mit speziellem Augenmerk auf die österreichische Situation und die Schwierigkeiten des sogenannten „Downscalings“ dargestellt. Dabei soll explizit zwischen wissenschaftlich mehr oder weniger gänzlich sicher abschätzbaren Klimaentwicklungen und indirekten Ableitungen bezüglich künftigen Prozessverhalten unterschieden werden, wodurch sich ein klarer Überblick über den momentanen Forschungsstand zum Thema Globaler Wandel im Gebirgsraum und Naturgefahren ergeben soll, der als neutrale Basis für die daran anschließende Diskussion um raumordnerische Instrumente und Maßnahmen dient. Denn aufgrund einerseits der drastisch zu erwartenden Änderungen im Naturraum, wie jedoch auch – und dies mit nicht zu unterschätzenden Ausmaß – auf anthropogener Seite im Kulturreaum, ergeben sich einige Fragen bezüglich den bisherig etablierten raumordnerischen Instrumente beziehungsweise deren künftigen Herausforderungen, die ihnen zum Teil bereits jetzt erwachsen und Anpassungsstrategien fordern, um mit den alpinen Umweltveränderungen effizient und nachhaltig in Zukunft umgehen zu können. Diese Überlegungen führen bereits in Richtung meiner forschungsleitenden Fragen, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

1.2 Forschungsleitende Fragen

Die im Folgenden formulierten Fragen, dienen im Erstellungsprozess dieser Arbeit ähnlich wissenschaftlichen Hypotheseformulierungen, nämlich jenem forschungspraktischen Sinne, dass das Forschungsinteresse sowie reflektierende Überlegen auf einen speziellen Focus präziser gebündelt werden können. Jedoch entgegengesetzt zu Hypothesen, können sie weder als richtig oder falsch beantwortet werden, noch in ihrem gänzlichen Umfang beantwortet werden. Deshalb wird am Ende dieser Arbeit auch keine abschließende Hypothesenprüfung durchgeführt werden, jedoch erhebt die Arbeit den Anspruch, zumindest einen tiefergehenden Beitrag zur Ausdifferenzierung dieser Fragen leisten zu können und damit einen wissenschaftlich korrekten und auf dem neuesten Stand beruhenden Überblick über das momentan kontrovers diskutierte sowie mit unterschiedlicher Qualität bearbeitete Thema zu liefern. Es wurde somit speziell auf die Aktualität der verwendeten Literatur sowie deren wissenschaftliche Fundiertheit geachtet, sodass dadurch für die weitere gesellschaftliche, politische und fachliche Auseinandersetzung ein Beitrag für eine qualitätsvolle Basis geschaffen werden kann.

Zentral im Mittelpunkt der Bearbeitung steht folgende übergreifende forschungsleitende Frage:

- *Welche Herausforderungen ergeben sich durch den globalen Wandel induzierte Prozessveränderungen des Alpenraumes für raumordnerische Instrumente im Umgang mit Naturgefahren in Österreich?*

Für den Arbeitsprozess selbst, um das Thema operationalisierbarer zu machen, wurden dazu Teilaspekte betrachtet, woraus sich weitere Unterfragen ergeben, die sich folgendermaßen formulieren lassen:

- *Welche nachweislich zu erwartenden Umweltveränderungen und Prozesse (im Kultur- sowie Naturraum) haben direkte sowie indirekte Einflüsse auf Siedlungen sowie Verkehrswege in Österreich und wie wird deren zukünftiges Verhalten angenommen, falls eine Einschätzung möglich ist?*
- *Welche Auswirkungen haben diese für im österreichischen Alpenraum siedelnde und handelnde Menschen?*
- *Welche Herausforderungen entstehen dadurch für den künftigen Umgang mit Naturgefahren in Österreich hinsichtlich raumordnerischer Maßnahmen?*
- *Wie kann diesen neuen Herausforderungen begegnet werden?*

1.3 Methodik und Gliederung der Arbeit

Wie bereits kurz angedeutet, wurde für die Erstellung dieser Arbeit eine qualitative Literaturanalyse der momentan aktuellsten wissenschaftlichen Beiträge zum behandelten Thema durchgeführt, wodurch eine Zusammenschau zum Status Quo des wissenschaftlichen Standes zu den Bereichen globaler Wandel, Naturgefahren sowie Raumordnung und dessen Schnittstellen gegeben werden kann. Der zentrale Untersuchungsraum, auf den die Analyse zugeschnitten ist, bezieht sich auf Österreich. Die Berücksichtigung von Ergebnissen aus internationalen Studien auch bezüglich anderer Länder, wie unter anderem der Schweiz, war jedoch trotzdem sehr hilfreich, eröffnete weitere Einblicke und lies Zusammenhänge besser erkennen sowie verstehen. Weiters wurden durch die Interdisziplinarität der Fragestellung thematisch weitgefächerte Bereiche, beginnend bei Klimamodellen bis hin zu rechtlichen Aspekten bezüglich Naturgefahren, detailliert und zusammenschauend bearbeitet, weshalb oft nur die zentralen Kernaussagen herausgegriffen und näher betrachtet werden konnten, um einerseits in logischer und verständlicher Abfolge darauf aufbauend die komplexen Zusammenhänge beschreiben zu können und andererseits um den Umfang dieser Arbeit nicht zu überschreiten.

Im Konkreten wird nun anschließend an diesen einleitenden Teil auf Global Change eingegangen, wobei zuerst ein Blick auf allgemeine Aspekte und Betrachtungsprobleme geworfen wird, gefolgt von einer Analyse der Natur- und Kulturraumseite mit dessen durch Globalen Wandel induzierten potentiellen Prozessveränderung. Diese werden in weiterer Folge abschließend integral betrachtet und zusammengefasst. Anschließend folgt die Bearbeitung der raumordnungsspezifischen Aspekte, wie deren Institutionen, Instrumente und Umgangsmöglichkeiten mit Änderungen im Prozessverhalten von alpinen Naturgefahren. Dies mündet dann bereits in eine breitere Diskussion mit Ineinbezug von weiterführenden Aspekten, wie rechtliche Grundlagen bzw. die Rolle der Versicherungen, um einige Betrachtungsinteressen zu nennen. Daran folgt ein kurzer Ausblick, der widerspiegeln soll, was uns in Zukunft erwarten wird und wie potentiell damit umgegangen werden kann. Im Anhang der Arbeit ist eine Zusammenfassung zu finden, die die zentralsten Aspekte kurz und prägnant darstellt.

2 Global Change – eine Welt im Wandel

Im folgenden Kapitel wird zuerst allgemein zu Global Change Stellung genommen und speziell das Problem der Skalierung erläutert. Anschließend werden gängige Klimamodelle sowie deren Prognosen für die kommenden Dekaden vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird den Klimaszenarien für Österreich und deren Unsicherheiten geschenkt. In diesem Zusammenhang wird auch kritisch zur Verknüpfung von Extremereignisse und Klimawandel Stellung genommen. Danach werden Prozesse des Natur- sowie Kulturräumtes näher beleuchtet sowie die sich daraus ergebende Risikozunahme beschrieben. Abschließend wird allgemein auf Anpassungsmöglichkeiten eingegangen sowie die diesbezüglichen Potentiale der Raumordnung aufgezeigt.

Der in der Kapitelüberschrift verwendete und in wissenschaftlichen Kreisen gängige Begriff *Global Change*, in das Deutsche mit *Globalen Wandel* übersetzbar, wurde im Folgenden bewusst direkt in seiner englischen Form weiter verwendet. Dies deshalb, da dieser Begriff im Sinne des *International Human Dimension Programmes (IHDP, 2009)*, ausdrücklich einerseits die Veränderungen des Naturraums wie jedoch aber auch andererseits jene des Kulturräumtes in Betracht zieht. Dies stellt in der folgenden Arbeit auch eine wesentliche Charakteristik der Betrachtung dar, obwohl bezüglich Global Change oft vermehrt naturwissenschaftlich basierte Projekte mit sehr geringen bis überhaupt keinem sozialwissenschaftlichen Input im Zentrum stehen.

„In response to this lack of research, the socioeconomic dimension of global environmental change has recently gained momentum at the international level, and has received crucial support from the newly created International Human Dimensions Programme (IHDP) and its science projects.” (Steininger & Weck - Hannemann, 2002, S. 3)

Dies einerseits auf Grund der Tatsache, dass menschliches Handeln mehr und mehr signifikante und vielfältige Umweltauswirkungen aufweist, die über jene der Treibhausgasemissionen und Klimaveränderungen hinausreichen und andererseits öfters verschiedenste, zum Teil konkurrierende Nutzungsansprüche gestellt werden. In der folgenden Arbeit sollen dem Ansatz vom IHDP folgend über die naturwissenschaftlichen Aspekte hinausgehend sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Dimensionen, wie der sozioökonomische Wandel, der in der 2. Hälfte des 20. Jahrhundert den Großteil des Alpenraums erfasste, auch in Betracht gezogen werden. „This extension of the research on global environmental change to socioeconomic analysis is considered crucial in order to be able to develop strategies of humankind to answer the global change challenge” (Steininger & Weck-Hannemann, 2002, S. 3). Diese Feststellung ist mit besonders hoher Relevanz mit Blick auf den Alpenraum und dessen vergangenen Entwicklungen

zu sehen, da sich in beiden Bereichen intensive Veränderungen manifestieren (Fuchs, 2008, Keiler, 2008 #61). Weiters ist Österreich als Gebirgsland, mit einem Anteil von circa 75 Prozent des Staatsgebietes das auf die Alpen fällt (Embleton-Hamann, 2007), davon erheblich betroffen. Die Sensibilität und Vulnerabilität des Gebirgsraumes wird in der Agenda 21 im Kapitel 13 „Managing Fragile Ecosystems – Sustainable Mountain development“ (UNCED, 1992), wo von einem fragilen und sehr vulnerablen Ökosystem gesprochen und dessen Problematik beschrieben wird, deutlich. Geringe Änderungen des Klimas können somit „erhebliche Auswirkungen mit überproportional hohen Schäden und damit auch volkswirtschaftlichen Verlusten“ zur Folge haben (Seiler, 2006, S. 15). Besonders bei unangepassten Landnutzungsveränderungen, kann die Vegetation wie auch der Boden in Gebirgsräumen schnell abgetragen werden, was auf die steilen Hänge, niedrigen Temperaturen und relativ dünne Bodenbedeckung zurückzuführen ist und folgende Konsequenz mit sich trägt: „the recovery of mountain geosystems from disturbance is often slow and sometimes fails completely“ (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 37). Weiters muss auch angemerkt werden, dass die direkten Wirkungen der geomorphologischen Prozesse im Alpenraum auch in das Vorland hinausreichen (Embleton-Hamann, 1997a) und somit Naturgefahrenprozesse mehr oder weniger direkt für ganz Österreich von naturräumlicher, sozialer und wirtschaftlicher Relevanz sind.

Einleitend wird im Folgenden der Begriff *Klimaänderung* näher definiert, denn je nach Institution unterscheidet sich das Verständnis dessen beträchtlich. So wird im *Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen* (UNFCCC, 1992) im Artikel 1 die Klimaänderung unmittelbar oder mittelbar auf menschliche Aktivität zurückgeführt, welche die Zusammensetzung der Erdatmosphäre verändert und zu den über vergleichbare Zeiträume beobachteten natürlichen Klimaschwankungen hinzukommt. Es wird somit zwischen Klimaänderung verursacht durch die Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre aufgrund anthropogener Aktivitäten und Klimavariabilität aufgrund natürlicher Ursachen unterschieden (IPCC, 2007c, S. 39). Dem entgegengesetzt betrachtet der zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC, gegründet von Welt-Meteorologie-Organisation, WMO und dem Umwelt-Programm der Vereinten Nationen, UNEP) Klimaänderungen als jene Änderungen des Klimas im Verlauf der Zeit, die sich aufgrund natürlicher Schwankungen oder menschlicher Aktivität ergeben. Konkreter handelt es sich um identifizierte Änderungen im Mittelwert oder Schwankungsbereich der Klimaeigenschaften über eine längere Periode von typischerweise Jahrzehnten oder noch längeren Zeitspannen. Wesentlich dabei ist, dass die Änderungen entweder „durch interne natürliche Schwankungen oder durch *äußeren Antrieb* oder durch an dauernde anthropogene Veränderungen in der Zusammensetzung der *Atmosphäre* oder der *Landnutzung* zustande kommen“ können (IPCC, 2007c, S. 38). Der Begriff Klimaänderung

wird somit viel breiter gefasst und auch in diesem Sinne weiter in der folgenden Arbeit verwendet.

Weiters ist bei den in Zusammenhang mit Global Change zu betrachtenden Klimamodellen bzw. Änderungen von sozioökonomischen Strukturen das grundsätzliche *Problem der Skalierung* zu berücksichtigen. Denn die „Skalenabhängigkeit ist eine Grundeigenschaft aller auf der Landoberfläche ablaufenden Prozesse“ (Fuchs, 2008, S. 126) und somit auch jener geomorphologischen wie auch gesellschaftlichen, die in Bezug auf Naturgefahren in Betracht gezogen werden müssen. Das Grundproblem besteht darin, dass einerseits direkte Messungen oft auf kleine Raum- und Zeitausschnitte beschränkt sind und somit nicht auf eine übergeordnete Ebene direkt übertragen werden können, da deren Charaktere divergieren. Genauso ist es jedoch schwierig bis unmöglich von übergeordneten großflächigen Prognosen, wie sie derzeit in IPCC Berichten publiziert werden, regionale, verlässlichen Aussagen abzuleiten, denn eine zu grobe räumliche Auflösung globaler Modelle, wird der komplexen Topographie des Alpenraumes mit seinen spezifischen Charakteristika nur sehr bedingt bzw. gar nicht gerecht. Deshalb sind für lokale Anwendungen von Klimamodellen höher aufgelöste Simulationen notwendig, „indem die Informationen des grobmaschigen Modells mit regionalen Informationen über die Topographie, Landbedeckung und das Klima gekoppelt werden. Dies ist insbesondere von Interesse, wenn Aussagen über Extremereignisse getroffen werden sollen“ (Böhm et al., 2008, S. 9), was gerade in Bezug auf Naturgefahren, die oft kleinräumigen Charakter haben, von Relevanz ist. Höher aufgelöste Modelle bewegen sich mittlerweile in Richtung einer Auflösung von wenigen Kilometern bis hin zum Meter-Bereich für lokale Simulationen allerdings mit noch sehr unterschiedlichen und teils widersprüchlichen Ergebnissen. „Die neueste Entwicklung geht in Richtung kompressibler Berechnung, was einen wesentlichen Schritt in Richtung mehr Realitätsnähe bedeutet (CLM-Modelle)“ (Böhm, 2008, S.66) und seit den 1990er Jahren findet die statistische Regionalisierung mit zahlreichen geeigneten Methoden wie neuronale Netze, multiple lineare Regression, kanonische Korrelation oder Skalierungsmethoden auch breite Anwendung in der Klimaforschung (PRUDENCE, 2005, STARDEX, 2005, Beniston et al., 2007).

„Ein wesentlicher Vorteil der empirisch-statistischen Regionalisierung liegt darin, dass sie in Bezug auf die benötigte Rechenleistung unaufwendig ist. Statistische Methoden sind sehr flexibel und können auf verschiedenste Klimaparameter, Regionen und Zeiträume angepasst werden und es werden Daten erzeugt (simulierte Messungen), die für Nutzer aus der Klimafolgenforschung oft direkt anwendbar sind.“ (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 74)

Zusammenfassend kann somit konstatiert werden, dass ein direktes *Up-* bzw. *Downscaling* nicht möglich ist und eine differenzierte parallele Betrachtung und Bewertung auf verschiedenen

Skalen notwendig wird (PRUDENCE, 2005, STARDEX, 2005). Dies gilt einerseits für Klimaänderungen und dessen Modellierungen, wie aber auch für Änderungen im sozioökonomischen Bereich und in letzter Folge natürlich auch für Strategien des Risikomanagement (Fuchs, 2008). Aus diesen Gründen werden im folgenden Abschnitt mehrere Klimamodelle auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen präsentiert, verglichen und aber auch differenziert, um deren Aussagemöglichkeiten für Österreich herauszuarbeiten.

2.1 Klimamodelle - vom Globalen zum Regionalen

Um eine mögliche Klimaentwicklung abschätzbar zu machen, ist eine Grundvoraussetzung dafür, die „Klimaantriebe“ zu kennen, die auf das Klimasystem wirken, sowie auch deren Rückkoppelungen und Interaktionen zu verstehen.

„Erst dann kann man versuchen, das Wissen um die physikalischen Gesetze, die die Bewegungen, die Energieflüsse, die Zustandsgrößen der Atmosphäre (Luft), der Hydrosphäre (flüssiges Wasser), der Kryosphäre (Schnee und Eis) und der Lithosphäre in ein ‚Klimamodell‘ zu pressen, das dann ein virtuelles raum-zeitliches Abbild des Klimas der Erde erzeugt.“ (Böhm, 2008, S. 53)

Dieses kann dann für die Vergangenheit gerechnet, mit Daten des globalen Klimamessnetzes verglichen und nach dieser Evaluierung auch in die Zukunft extrapoliert werden. Dazu sind für Klimamodelle weiters Annahmen über die gesellschaftliche, wirtschaftliche sowie politische Entwicklung der Gesellschaft notwendig, da sie die Klimaantriebe mit steuern und erst mit deren Ineinbezug konkrete Szenarien errechnen lassen. IPCC veröffentlicht solche in periodisch erscheinenden Sachstandsberichten (der letzte, vierte dieser Serie von „Assessment Reports“ erschienen 2007 (IPCC, 2007c), wo auch über Ursachen und Auswirkungen sowie mögliche Reaktionsstrategien informiert wird und somit ein sehr guter Überblick über den „state of the art“ der Klima- und Umweltforschung erreicht werden kann. Die Wirkungskette von den obig genannten Annahmen über mögliche Entwicklungen über die sich daraus ergebenden Veränderungen der Klimaeinflussfaktoren (in chemisch-physikalische Atmosphärenmodelle unter Berücksichtigung von Treibhausgaskonzentrationen und Aerosolen simuliert) haben Auswirkungen auf Atmosphäre, Ozeane und Kryosphäre, die durch gekoppelte globale Ozean-Atmosphären-Zirkulationsmodelle (AOGCMs) operationalisiert werden. Zusätzlich werden Rückkoppelungseffekte berücksichtigt, die sich zwischen Land- und Wasseroberfläche sowie Vegetation und Atmosphäre ergeben, sodass aus dieser Folgekette Entwicklungsszenarien modelliert werden können.

„IPCC hat dazu zahlreiche ‚Entwicklungsfamilien‘ abgeleitet, deren Unterschiede zumindest eine ebenso hohe zusätzliche Unsicherheit zu der aus den mathematisch-physikalischen Modellunsicherheiten resultierenden hinzufügt. Das faszinierende daran ist jedoch, dass man auf diese Weise verschiedene Zukunftswelten virtuell durchspielen kann, und so die Möglichkeit besteht, die Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien auf das Erdklima abzuschätzen.“ (Böhm, 2008, S. 64, 65)

IPCC unterscheidet primär zwischen zwei Emissions-Szenarien-Familien (A und B) mit jeweils zugeordneten Unterszenarien (A1B, A1F1, A1T, A2, B1 und B2). Dabei beschreibt die A1-Szenario-Familie „eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer in der Mitte des 21. Jahrhunderts den Höchststand erreichenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung, und rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien“ (IPCC, 2007c, S. 39). Sie teilt sich weiter in folgende drei Gruppen auf: A1F1 (fossil-intensiv), A1T (nicht fossile Energieträger) und A1B (ausgewogene Nutzung aller Quellen). Die Welt ist dem A1-Szenario folgend geprägt von zunehmender Globalisierung, während in der A2-Modellgeschichte eher eine heterogene Welt angenommen wird mit weiter über längere Zeit zunehmender Bevölkerung und vorwiegend regional orientierter wirtschaftlicher Entwicklung. Häufig wird dieses Szenario auch als „business as usual“ beschrieben und dient oft als realistisches Leitszenario für weitere Berechnungen oder Planungen, wobei als Leitszenario von IPCC-2007 das A1B, welches als „optimistisches Globalisierungsszenario“ anzusehen ist, herangezogen wird. Als „Worst-Case-Szenario“ kann dem entgegen der A2- Ansatz eingestuft werden, der im Gegensatz zum B1-Szenario, welches für eine extreme Reduktion der Treibhausgasemissionen steht (IPCC, 2007c).

Die obig beschriebenen Szenarien von IPCC (IPCC, 2007c) haben gemeinsam, dass sie eine Temperaturzunahme von bis zu etwa 4° C bis zum Ende dieses Jahrhunderts prognostizieren und auf globaler Ebene auf eine Zunahme der Niederschlagsmengen hinweisen. Konkreter für Europa zeigen die Simulationen bis 2050 eine Zunahme der mittleren Jahrestemperatur von etwa 2,5 °C und bis 2100 sogar von 4,5 °C, wobei auffällig ist, dass diese Werte deutlich über den angegebenen mittleren Globalwerten liegen, was durch die Landmassenverteilung und die atmosphärischen Zirkulationen begründet werden kann. Auch eine Analyse von Messreihen zum Alpenraum, der durch den Bereich 4-19 °E, 43-49° N eingegrenzt wurde, zeigt deutlich, dass die globale Temperaturänderung erheblich ausgeglichener als jene im Alpenraum erfolgt (Böhm et al., 2008, S. 8), vergleiche dazu Abbildung 1.

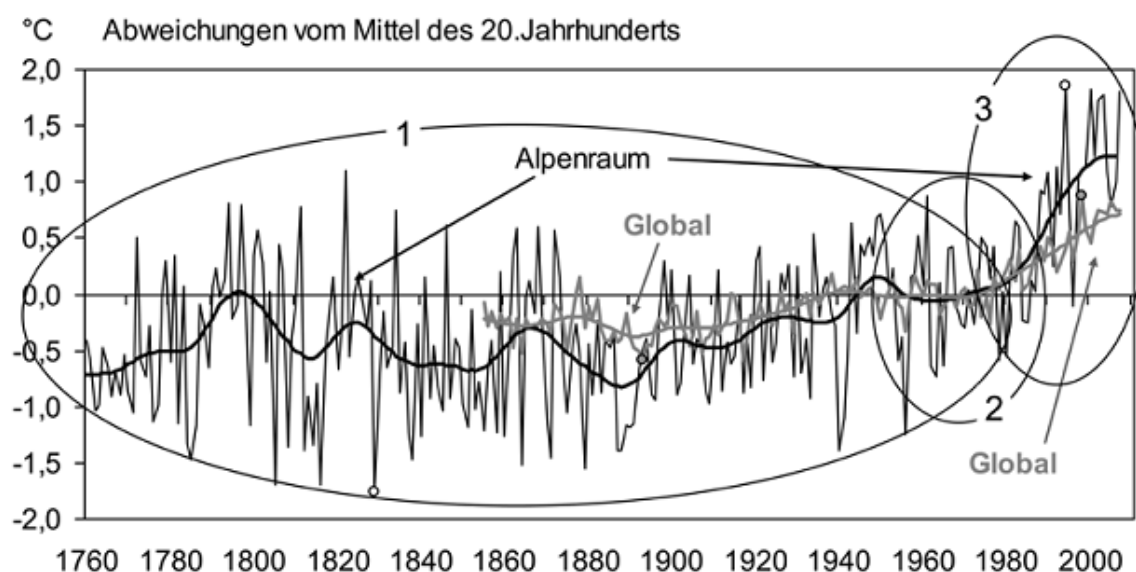


Abbildung 1. Gemessene Jahresmittel der Lufttemperatur im Großraum Alpen 1760–2007 (schwarz) und im globalen Mittel 1858–2007 (grau). Dargestellt sind Anomalien zum Mittel des 20. Jahrhunderts. Alpenraum: 4–19°E, 43–49°N, Mittel aus 124 Einzelreihen; Global-Land: Mittel aus 2000 Festland und Inselstationen. 1: letzte natürliche Periode – solarer und vulkanischer Einfluss dominant; 2: erster merklicher menschlicher Einfluss – die Aerosolperiode; 3: Eintritt ins Treibhauszeitalter (Böhm et al., 2008, S. 10 nach Auer, 2007 #15)

Die regional stärkere Erwärmung gegenüber der globalen kann durch ein vor allem im Sommer nordwärts Wandern des subtropischen Hochdruckgürtels verursacht werden, der einen regionalen Anstieg der Sonnenscheindauer zur Folge hatte und somit den Trend der stärkeren Temperaturzunahme erklären kann (Böhm, 2008). Dieser sich über Europa und den Alpenraum einheitlich erstreckende Temperaturverlauf, der auch für Unterregionen repräsentativ ist, kann nicht so einfach auf Niederschlagsveränderungen umgelegt werden. Hier bestehen weit größere Unsicherheiten und es zeigt sich vor allem ein bemerkenswert großer Unterschied zwischen langfristig ansteigendem Trend zu mehr Niederschlag im Nordwesten des Alpenbogens und langfristiger Tendenz zu trockeneren Verhältnissen im Südosten, vergleiche Abbildung 2. Dabei betragen die Größenordnung beider gegenläufiger Trends 10–15 % pro Jahrhundert, während die Kurzfristvariabilität bei ± 50 % liegt (Böhm et al., 2008).

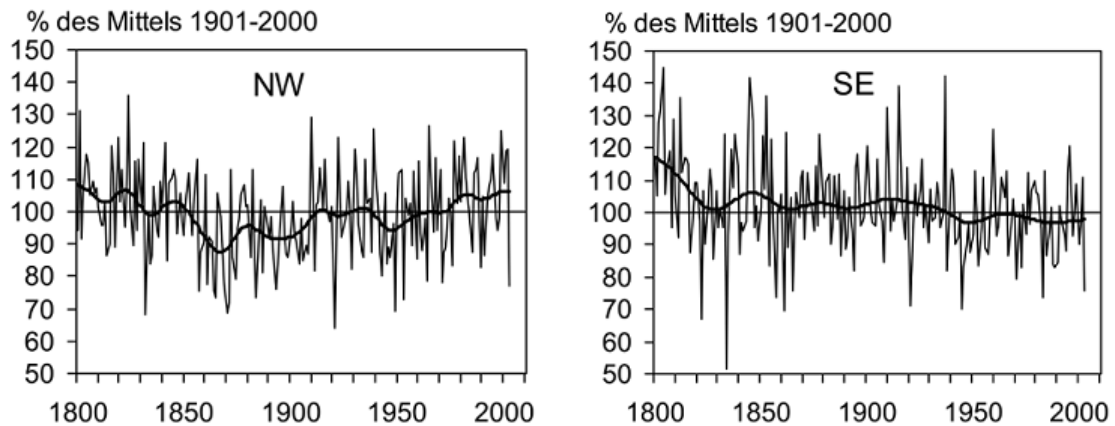


Abbildung 2. Regionale Trendunterschiede beim Niederschlag in den Einzeljahren und für das 30-jährige Mittel, gemittelt aus je 50 Einzelreihen (HISTALP Datenbank, Auer et al., 2005) links: nordwestlich des Alpenbogens (Frankreich, Schweiz, Süddeutschland, Vorarlberg, Tirol), rechts: südöstlich des Alpenbogens (Ungarn, Slowenien, Kroatien, Bosnien, Friaul, Veneto, Kärnten, West- und Oststeiermark. (Böhm et al., 2008, S. 10)

Dieses Niederschlagsspezifikum führt somit bereits zu einer regionalen Betrachtungsebene des Alpenraums, da grobmaschigere Klimamodellberechnungen dafür nicht mehr geeignet sind. Speziell für weitere lokale Aussagen bzw. Aussagen bezüglich Extremereignisse werden noch höher aufgelöste Simulationen notwendig (STARDEX, 2005). Deshalb sollen folgende zwei Projekte sowie deren Ergebnisse zur Klimaforschung vorgestellt werden:

- *PRUDENCE* (Prediction of Regional Scenarios and Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects) und
- *reclip:more* (Research for Climate Protection: Model Run Evaluation).

PRUDENCE ist ein EU Projekt in dem vier regionale Klimamodelle mit einer räumlicher Auflösung von circa 50 km Rasterlänge auf Europa bezogen angewendet werden um dadurch eine Reihe hoch aufgelöster Klimaszenarien für das Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) für Europa zu erzeugen, ihre Zuverlässigkeit zu analysieren und ihre Anwendbarkeit auf Studien in Bezug auf Folgewirkungen zu demonstrieren (PRUDENCE, 2005). Derzeit wird diese Arbeit im EU-Projekt ENSEMBLES, das darauf abzielt, durch Ensembles von globalen und regionalen Klimasimulationen die Unsicherheiten bzw. die Verlässlichkeit regionaler Klimaszenarien zu quantifizieren, fortgesetzt. In Bezug auf Österreich wurden die Möglichkeiten der regionalen Klimamodellierung und ihrer Anwendbarkeit auf den Alpenraum seit Mitte 2003 im Projekt reclip:more bearbeitet und in Unterschied zu PRUDENCE und ENSEMBLES, wo mit 50 bzw. 25 km Gitterpunkt Abstand gerechnet wird, die Modellierung mit einem 10 km Gitterpunkt Abstand durchgeführt, was allen voran für die Untersuchung der hydrologischen Gegebenheiten kleiner Gebiete wesentlich ist (Gobiet & Truhetz, 2008). Die dadurch erhaltenen Ergebnisse werden im

kommenden Abschnitt 2.1.1 *Aktuelle Klimaszenarien für Österreich und deren Unsicherheiten* vorgestellt. Anreclip:more anschließend ist das durch den neuen Klima- und Energiefonds geförderten Projekts *reclip:century* 2008 gestartet worden und soll einen Satz von durchgehenden Klimaszenarien von 1951–2050 für den Alpenraum liefern, wobei insbesondere auch die Abschätzung der Unsicherheiten dieser Szenarien vorangetrieben werden soll. Die erwarteten Ergebnisse dazu sollen in Zukunft als Grundlage für die weiterfolgende Klimafolgenforschung in Österreich dienen (Gobiet & Truhetz, 2008, (Loibl et al., 2009)).

2.1.1 Aktuelle Klimaszenarien für Österreich und deren Unsicherheiten

Grobe Abschätzungen zur Klimaänderungen im Alpenraum für die Periode 2071-2100 im Vergleich mit 1961-1990 lassen sich aus den Ergebnissen des Projekts PRUDENCE ableiten. In Bezug auf die Temperatur zeigen die Simulationen einen eindeutigen Trend zur Temperaturzunahme, der je nach Modellberechnung zwischen 3–3,5 °C bzw. bei einem Modell sogar bis 4,5 °C (Jahresmittel) reicht, vergleiche dazu Abbildung 3 (PRUDENCE, 2005).

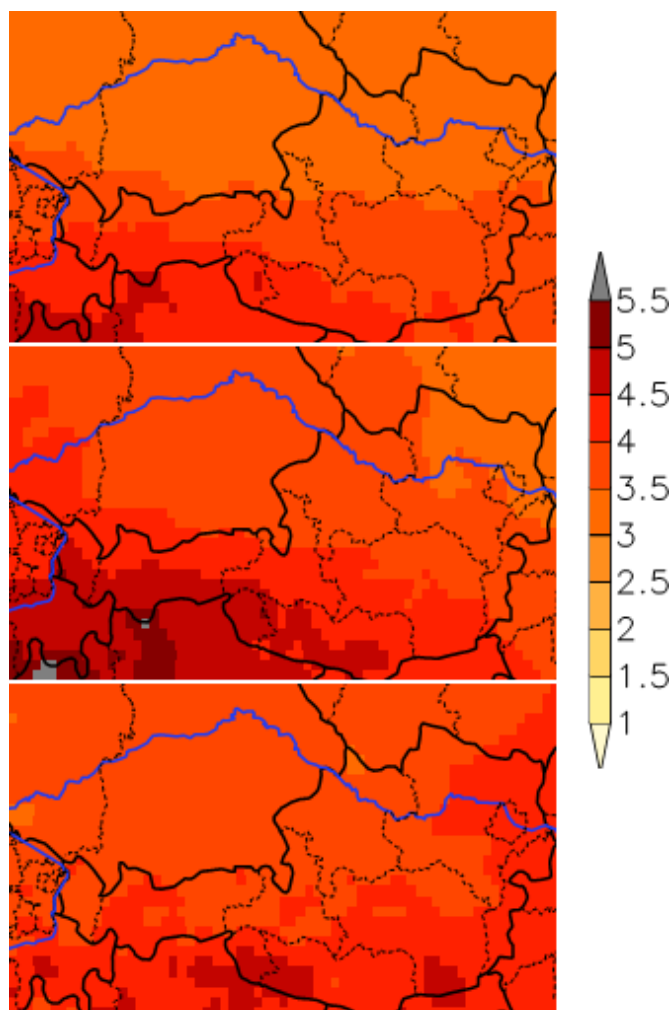


Abbildung 3. Änderung der 2m – Temperaturen [°C] für die Zukunftsperiode 2071–2100 im Vergleich zum Zeitraum 1961–1990 für das A2 Szenario, Darstellung im 9-Punktefilter; Oben: Jahresmittel, Mitte: Sommermittel, Unten: Wintermittel (eigene Zusammenstellung, Kartengrundlage entnommen aus Jacob et al., 2008, S. 111-115)

Wie die obige Kartenausschnitte für Österreich aus den Darstellungen des Bericht des Umweltbundesamtes (2008) zeigen, ist insbesondere im Süden sowie Südwesten ein höherer Temperaturanstieg im Winter zu erwarten (bis 4,5 °C), als im übrigen Bundesgebiet, wo für diesen mit einer Zunahme von circa 3–3,5 °C zu rechnen ist. Es ist somit ein West-Ost-Gradient im Winter und im Sommer eher ein Nord-Süd-Gradient, mit verstärkter Erwärmung im Mittelmeerraum erkennbar. Die Ergebnisse des Projektes PRUDENCE zeigen für das Ende des 21. Jahrhunderts (2071–2100) weiters folgende Ergebnisse auf: „Im Alpenraum ist die Erwärmung im Winter (+3.5 °C, 0.32 °C pro Jahrzehnt) und im Frühling (+3.3 °C, 0.3 °C pro Jahrzehnt) schwächer ausgeprägt als im Sommer (+5.0 °C, 0.45 °C pro Jahrzehnt) und Herbst (+4.2 °C, 0.38 °C pro Jahrzehnt)“ (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 75). Diese Ergebnisse sind aus einem Ensemble von 16 Klimasimulationen deduziert, wodurch eine grobe Abschätzung der Unsicherheiten ermöglicht wird. Nimmt man somit konkret an, dass das Modellensemble den Unsicherheitsbereich abdeckt, ergibt sich ein 99%-Konfidenzintervall von etwa ± 1 °C (im Winter weniger). Somit können diese Ergebnisse mit einer zu erwartende Temperaturänderung im Alpenraum von 3.3 °C bis 5.0 °C als hoch signifikant interpretiert werden (Déqué et al., 2007). Blickt man auf direkte Auswirkungen, so äußern sie sich deutlich im „Rückgang der aktiven Alpengletscherfläche auf 40 bis 50 % (von 1980) bis 2050, und auf 15–20 % bis 2100“ (Böhm et al., 2008, S. 11). Auch Haeberli (2007) rechnet mit ähnlichen Werten: „It can be estimated that glaciers in the European Alps lost about half their total volume (roughly $0.5\%a^{-1}$) between 1850 and around 1975, another 25% (or $1\%a^{-1}$) of the remaining amount between 1975 and 2000, and an additional 10–15% (or $2\text{--}3\%a^{-1}$) in the first 5 years of this century“ (Haeberli et al., 2007, S. 150).

Dabei ist wesentlich zu berücksichtigen, dass die Reaktion eines Gletschers auf den Klimawandel neben der Temperatur von der Eisbewegung, das heißt, von der Steilheit und Dicke des Eises und der Form des Gletscherbetts, sowie weiters von seiner Länge, Höhenlage und Exposition zur Sonne abhängt. Verschiedene Gletscher reagieren somit auf eine einheitliche Klimaänderung individuell unterschiedlich (Kuhn, 2008). Dies wird sehr schön an folgender Übersicht (Abbildung 4) zur vergangenen Entwicklung aller momentan noch vorhandenen österreichischen Gletscher deutlich.

Flächen- Höhen- und Volumensänderung von Gletschern von 1969 bis 1998
Changes in area, thickness and volume of glaciers from 1969 to 1998

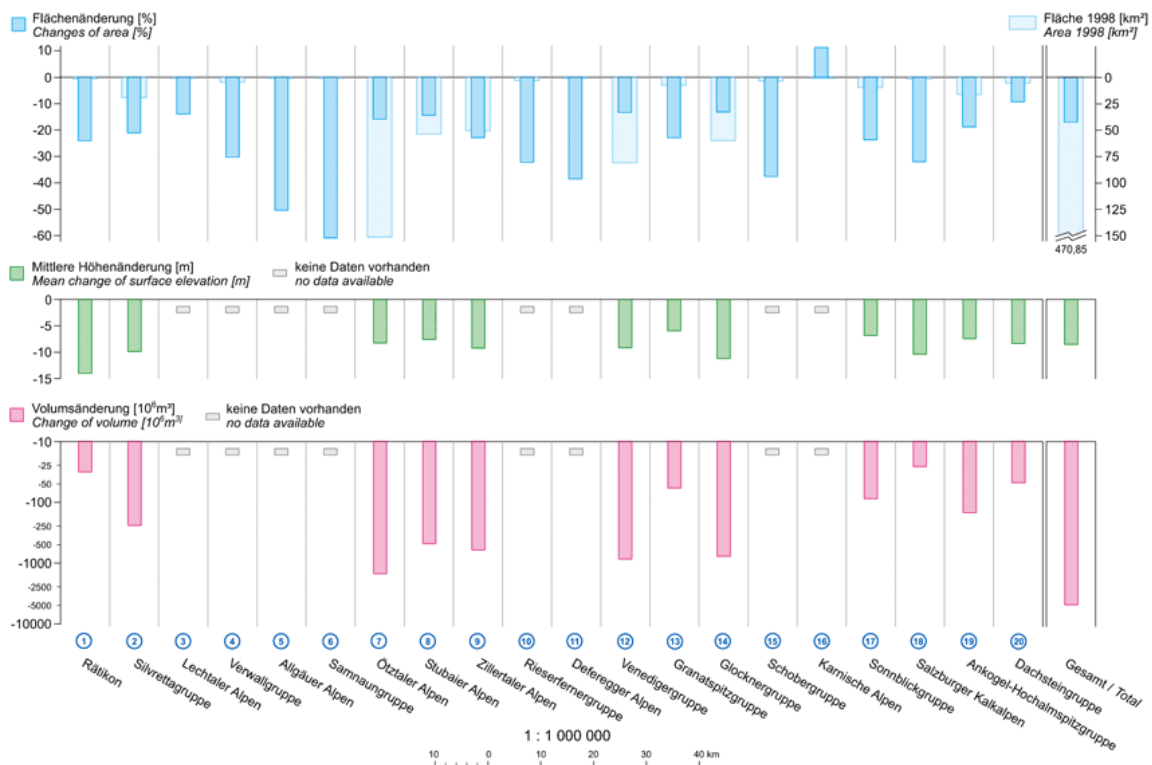


Abbildung 4. Flächen-, Höhen- und Volumenänderung von Gletschern von 1969 bis 1998 (IWHW, 2009)

Die Massenbilanz eines Gletschers, sprich seine totale jährliche Volumenänderung, ist das direkte unverzögerte Signal auf die jährliche Witterung. Dem entgegen stellt eine Längenänderung (Vorstoß oder Schwund der Gletscherzunge) ein „indirektes, verzögertes und gefiltertes Signal auf eine Klimaänderung“ dar (Zemp et al., 2008, S. 70). Bei einem detaillierteren Blick auf die Ötztaler Alpen, konkreter den Vernagtferner, dessen Volumen sowie Länge extrem stark abgenommen hat, werden die Einflüsse der Klimaänderung bereits drastisch sichtbar, vergleiche Fotoreihe von 1912 bis 2003 in Abbildung 5.

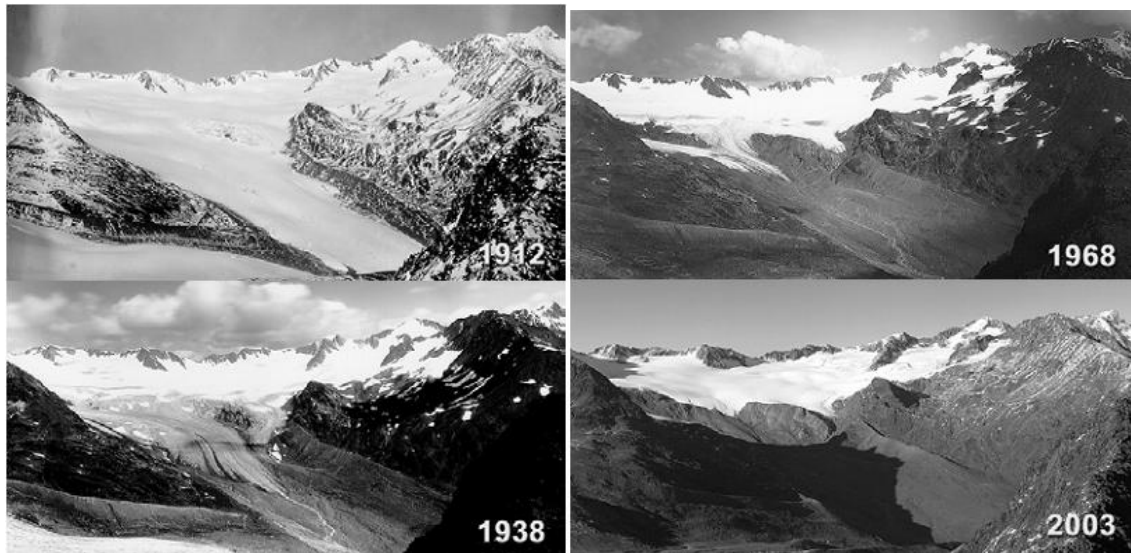


Abbildung 5. Vernagtferner in Österreich. Die Aufnahmen stammen von O. Gruber (1912), H. Schatz (1938), H. Rentsch (1968) und M. Siebers (2003) (aus Zemp et al., 2008, S. 69)

Für die prognostizierten Niederschlagsveränderungen fallen die Aussagen der jeweiligen Klimamodelle etwas divergierender aus. Trotzdem kann zusammenfassend abgeleitet werden, dass im Jahresdurchschnitt sehr geringe Änderungen zu erwarten sind und ein Trend der Abnahme in den Sommermonaten und Zunahme in den Wintermonaten zu erwarten sein wird, jedoch bei diesen Aussagen eine weit größere Unsicherheit besteht und auch zwischen Nord- und Südseite des Alpenhauptkamms unterschieden werden sollte. So konnte nämlich in den letzten Jahren bereits ein leichter Trend zu einer Niederschlagszunahme nördlich und Abnahme südlich der Alpen festgestellt werden (PRUDENCE, 2005). Zu den konkreten Niederschlagsänderungen im Alpenraum sind Werte von +20 % im Winter, 0 % im Frühling, –26 % im Sommer und –7 % im Herbst zu erwarten (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 76). Die dazugehörigen 99%-Konfidenzintervalle reichen von 0.01 mm/Tag bis 0.69 mm/Tag im Winterhalbjahr und von –0.27 mm/Tag bis –1.21 mm/Tag im Sommerhalbjahr (Déqué et al., 2007). Die Unsicherheiten der Niederschlagsszenarien sind wesentlich größer als die der Temperatur, jedoch ist zumindest das Vorzeichen der Niederschlagsänderung im Alpenraum signifikant, wobei die Signifikanz der Niederschlagsabnahme im Sommer deutlicher ausgeprägt ist als die Zunahme im Winter (Déqué et al., 2007, Gobiet & Truhetz, 2008, PRUDENCE, 2005).

Betrachtet man nun im Vergleich zu den PRUDENCE-Ergebnissen für das Ende des 21. Jahrhunderts, die Resultate des Projektes reclip:more von Gobiet et.al. (2006) für die Mitte des 21. Jahrhunderts (2041–2050, Vergleichszeitraum 1981–1990) so ist erkennbar, dass diese sehr gut qualitativ und quantitativ übereinstimmen. Letzteren Projektes folgend sind Temperaturänderungen im Alpenraum bis in die 2040er-Jahre von +1.9 °C (+0.32 °C pro

Jahrzehnt) im Winter, +2.2 °C (+0.37 °C pro Jahrzehnt) im Frühling, +2.3 °C (+0.38 °C pro Jahrzehnt) im Sommer und +2.7 °C (+0.45 pro Jahrzehnt) im Herbst wahrscheinlich.

„Die räumlichen Muster der Temperaturänderung sind nicht sehr stark ausgeprägt, zeigen aber einen größeren Temperaturtrend mit zunehmender Seehöhe, was auf Rückkopplungsprozesse zwischen Schneebedeckung und bodennaher Temperatur zurückzuführen sein dürfte.“ (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 76)

Hierbei ist jedoch zu beachten, dass im Projekt reclip:more nur drei regionale Simulationen, basierend auf einer globalen Simulation, durchgeführt wurden und somit die Abschätzung der Unsicherheiten deutlich erschwert wird (PRUDENCE, 2005).

Bezüglich den Niederschlagsänderungen im Alpenraum kommt Gobiet et al. (2006) zu folgenden Ergebnissen: im Winter +8.5 % (+0.2 mm/Tag), im Frühling +1.4 % (0.0 mm/Tag), im Sommer – 12.2 % (–0.3 mm/Tag) und im Herbst –13.8 % (–0.5 mm/Tag), vergleiche hierzu Abbildung 6 und 7.

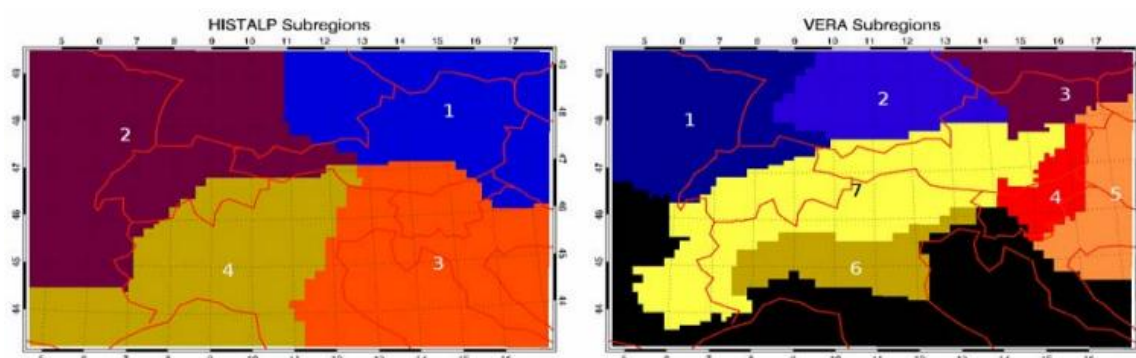


Abbildung 6. Verwendete subregionale Klassifikationen für das reclip:more Projekt; links basierend auf HISTALP Daten; rechts auf VERA Daten, die Subregionen sind farblich markiert und jeweils beziffert (li: Subreg. 1-4, re: Subreg. 1-7) (Gobiet et al., 2006, S. 3)

Zum obigen Vergleich der Klassifikationen der Subregionen ist wesentlich anzumerken, dass die Klassifikation, basierend auf HISTALP Daten, den klimatologischen nord-süd Kontrast im Niederschlagsverhalten entlang des Alpenbogens relativ gut widerspiegeln und aufzeigen kann. Dies könnte in Bezug auf Hochwässer der Donau in Zukunft von Relevanz werden, da Subregion 1 der HISTALP Daten das Bundesgebiet nördlich des Alpenhauptkamms widerspiegelt, welches relativ genau dem Einzugsgebiet der Donau entspricht. Somit können anhand der Niederschlagszenarios in Abbildung 7, konkret Subregion 1 der HISTALP Daten, nähere Aussagen zu Hochwasserszenarien der Donau abgeleitet werden.

Dem entgegen ergeben sich bei der Klassifikation nach VERA Vorteile für die Analyse von klein-skaligen, regionalen Klimaanalysen, da wesentlich mehr Regionen im Alpenraum

unterschieden wurden (Gobiet et al., 2006). Aus diesem Grund wurden beide Varianten für die in den folgenden Abbildungen dargestellte räumlich differenzierte Niederschlagsklassifikation nach Jahreszeiten gewählt, vergleiche Abbildung 7, rechte Grafik.

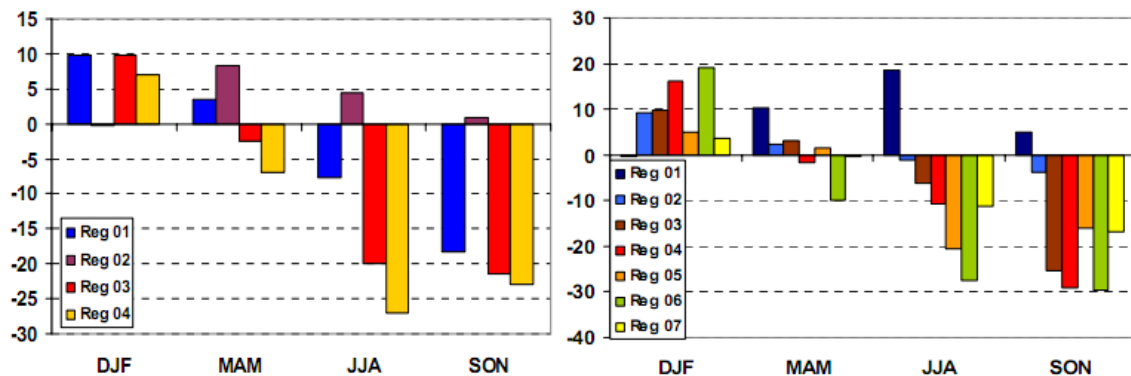


Abbildung 7. Niederschlagsszenario für 2041–2050 (Vergleichsperiode 1981–1990) in Subregionen des Alpenraums; links basierend auf HISTALP Klassifikation; rechts auf VERA Klassifikation (Gobiet et al., 2006, S. 11), vergleiche Legende mit Darstellung der regionalen Einteilung des Alpenbogens in Abbildung 6.

Zu beachten ist, dass sich diese Werte auf die Mitte des 21. Jahrhunderts beziehen und somit nicht direkt mit den Ergebnissen von PRUDENCE vergleichbar sind, jedoch einen ähnlichen Trend von zunehmende Niederschläge im Winter und abnehmende Niederschläge im Sommer südlich der Alpen widerspiegeln. Einzig deutlicher Unterschied liegt in den reclip:more-Ergebnissen bezüglich der Herbstniederschläge, die auch hier deutliche Rückgänge südlich der Alpen aufzeigen. Die Spannweite beträgt je nach Saison maximal ± 5 % entsprechend der drei reclip:more-Simulationen. Weiters trägt laut Déqué et al. (2007) das regionale Klimamodell im Alpenraum 30–50 % zur Gesamtunsicherheit bei, woraus sich eine Gesamtunsicherheit von ± 10 % bis ± 15 % ergibt. Somit verdeutlicht diese Abschätzung die geringere Signifikanz der Klimaänderungssignale des Niederschlags im Alpenraum. Zusätzlich wird die Aussagekraft der mittleren Niederschlagsänderungen des gesamten Alpenraums durch die Tatsache, dass dieser starke regionale Unterschiede aufweist und der Alpenhauptkamm als Trennlinie zwischen zunehmenden Niederschlägen im Norden und abnehmenden im Süden (dies gilt für alle Saisonen mit Ausnahme des Winters) eingeschränkt, da sich positive mit negativen Änderungen (und vice versa) aufheben (Gobiet & Truhetz, 2008, Loibl et al., 2009).

2.1.2 Extremereignisse und Klimawandel

Bevor auf die Problematik von Extremereignissen, Klimawandel und Aussagen zu dessen Trendentwicklungen eingegangen wird, soll eine kurze Definition des Begriffes *Extremereignis* klarstellen, was im Folgenden darunter konkret verstanden wird.

Aus „meteorologischer Sicht ist ein Ereignis, das stark von entsprechenden Durchschnittswerten oder Trends abweicht und außerordentlich ist“, als Extremereignis zu bezeichnen (Rudel, 2008, S. 84). Es handelt sich somit um seltene Ereignisse, die stark von einem statistischen Mittelwert abweichen. Sie sind nicht unbedingt mit Schäden verbunden, können jedoch ein weit höheres Schadenpotenzial haben und weit stärkere Auswirkungen auf die betroffene Gesellschaft mit sich bringen als mittlere Witterungsverhältnisse (OcCC, 2003). Beniston et al. (2007) fasst zusammen, dass es drei Kriterien gibt, die in der Klimaforschung hauptsächlich zur Definition von Extremereignissen verwendet werden. Dies sind erstens „Rare – Events that occur with relatively low frequency/rate“, weiters „Intense – Events characterized by relatively small or large values (i.e. events that have large magnitude deviations from the norm)“ sowie „Severe – Events that result in large socio-economic losses“. Dazu wird angeführt, dass „Severity“, mit Auswirkungsstärke übersetzbar, als komplexes Kriterium zu sehen ist, „because damaging impacts can occur in the absence of a rare or intense climatic event: for example, thawing of mountain permafrost leading to rock falls and mud-slides (Beniston et al., 2007, S. 74).

Wie anfänglich in der Einführung zum Kapitel 2 *Global Change – eine Welt im Wandel* erwähnt, ist die regionale Betrachtung in diesem Zusammenhang besonders wichtig und eine direkte Schlussfolgerung von globalen Klimaforschungsergebnissen auf lokale ist somit auch in diesem Kontext nicht möglich, insbesondere nicht für ein orografisch so komplexes Gebiet wie den Alpenraum. Jedoch steht die kleinräumige Analyse der Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Extremereignisse und in der Untersuchung ihrer Unsicherheiten die Klimaforschung noch in ihrer Anfangsphase (Gobiet & Truhetz, 2008). Aufgrund dessen wird im folgenden Abschnitt zwischen harten wissenschaftlich nachweisbaren Fakten zum Klimawandel und indirekten Interpretationen bzw. Vermutungen (oft verkürzt medial in der Öffentlichkeit verbreitet) explizit unterschieden, denn genau dies ist in Bezug auf Extremereignisse und Klimawandel in der jüngsten Vergangenheit nur teilweise fachlich korrekt abgehandelt worden. Der Spiegel (2005) schrieb als Exempel folgendermaßen: „Ungewöhnlich starke Niederschläge kommen in Deutschland beispielsweise heute doppelt so häufig vor wie noch vor 100 Jahren. Das kann man mit Messreihen in den Alpen exakt nachweisen.“ Oder auch Erwin Mayer (Klimaexperte von Greenpeace) nimmt dazu folgendermaßen Stellung „Heute gibt es in der Wissenschaft keine Zweifel mehr daran, dass das Klima immer extremer wird“ (Rudel, 2008, S. 83). Diese Aussagen setzen jedoch an der momentan (noch) relativ schlechten Faktenlage der Klimaforschung an, denn bezüglich Extremwerten herrscht sowohl bei der Klimarekonstruktion der Vergangenheit als auch bei der Klimamodellierung für das kommende Jahrhundert relativ weiche Faktenlage, die im Kapitel 8.5.4 „Model Simulation of Extremes“ (IPCC, 2007b, S. 627) der Working Group 1 von IPCC-2007 folgendermaßen beschrieben ist:

„Because most AOGCMs have coarse resolution and large-scale systematic errors, and extreme events tend to be short lived and have smaller spatial scales, it is somewhat surprising how well the models simulate the statistics of extreme events in the current climate, including the trends during the 20th century [...]. This is especially true for the temperature extremes, but intensity, frequency and distribution of extreme precipitation are less well simulated.” (IPCC, 2007b, S. 629)

Böhm (2008) schreibt dazu, dass im Original des Textes vor dem „peer reviewing“ noch von „serious deficiencies in the simulation of precipitation“ die Rede war und dies sogar „both in the intensity and the distribution of precipitation“(Böhm, 2008, S. 59).

Ein Grund dafür liegt in den Gesetzen der Statistik. Im Endbericht des STRADEX Projektes wird zu den statistischen Limitierungen bezüglich Extremereignissen folgendermaßen resoniert: „Clearly, it is very difficult to draw general conclusions from very small sample sizes. In such situations, statistical techniques, such as the analysis of trends, must be used with great care” (STARDEX, 2005, S. 3), denn es sind sehr lange und räumlich dichte Zeitreihen notwendig, um für sehr seltene, sehr starke Ausreißer einer Zeitreihe signifikante Ergebnisse zu erhalten (Rudel, 2008). Solche langen Zeitreihen, sofern sie überhaupt zur Verfügung stehen, erfordern wiederum sorgfältige Homogenisierungen, sprich Anpassung früherer an den aktuellen „Zustand“ einer Messreihe. Denn eine durchschnittliche Klimazeitreihe erfährt im Schnitt alle 20 bis 30 Jahre eine Diskontinuität (Verlegung, Instrumenten- oder Technologiewechsel, Änderung der Umgebung und zahlreiche andere Gründe), deren Stärke das eigentliche Klimasignal erreichen oder auch übertreffen kann (Auer et al., 2007, Böhm, 2008 #18).

Weiters sind gerade im Hinblick auf Extremereignisse die Zeitreihen von Tageswerten (oder evtl. sogar noch kürzeren Zeitspannen) erforderlich, die jedoch räumlich viel stärker dekorrelieren als längerfristige Mittelwerte oder Summen und darüber hinaus werden für ihre Homogenisierung hoch-korrelierte Zeitreihen benachbarter Referenzreihen benötigt (Böhm, 2008), vergleiche dazu Abbildung 8.

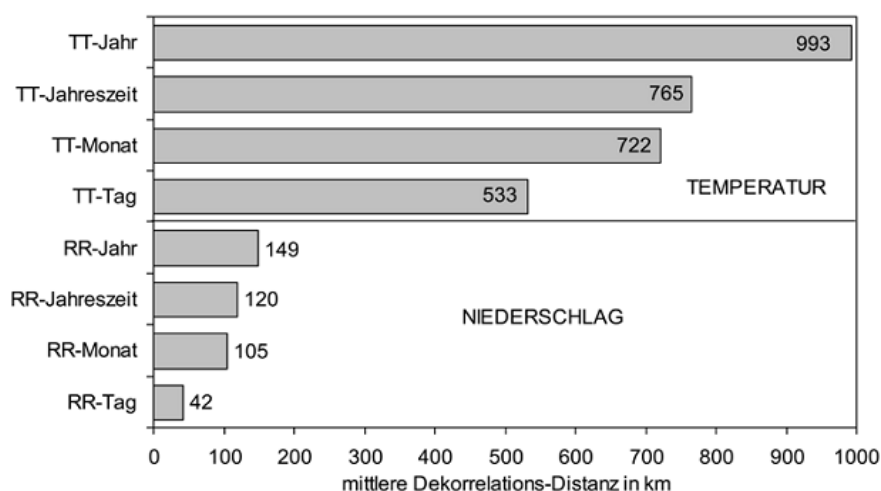


Abbildung 8. Räumliche Dekorrelation auf 50 % gemeinsame Varianz im Europäischen Klimamessnetz von Jahres-, Jahreszeiten-, Monats- und Tageswerten von Temperatur und Niederschlag, Quelle: Scheifinger et al., 2003 (interner Projektbericht ALP-IMP) (Böhm, 2008, S. 60)

Zusätzlich zur obig aufgezeigten Problematik tritt bei manchen Ereignissen auch das Problem der zuverlässigen Erfassung auf, denn häufig werden beispielsweise Stürme, Hochwässer, Lawinen etc. nur dann verzeichnet, wenn sie auch wirklich schadenswirksam werden, oder zumindest in Bereichen niedergehen, wo sie potenziell Schaden hätten anrichten können. In der Regel wurden und werden nämlich extreme Ereignisse in unbesiedelten Gebieten nicht oder nur selten erfasst. Daher sind diesbezügliche Statistiken meist unvollständig und enthalten viele Fehlerquellen. Länger zurückliegende extreme Witterungsereignisse wurden geschichtlich meistens auch nur deskriptiv vermerkt und sind somit für eine Evaluation im heutigen Sinn nicht geeignet (Rudel, 2008).

Diese Ausführungen sollen die Problematik zu Extremwert-Verteilungen und dessen Interpretationen klarer gemacht haben und die notwendigen Einschränkungen im Hinblick auf Verallgemeinerungen klargestellt haben. Neben diesen, die im Folgenden nicht gänzlich in den Hintergrund gestellt werden sollen, wurden nämlich bereits vorläufige Ergebnisse bezüglich des Niederschlags und einem überraschend engen Zusammenhang zwischen Trends von Extremwertindizes auf Tagesbasis und entsprechenden Trends von Mittelwerten bis hinaus zu Jahresmittel beobachtet. Es erscheint somit zumindest für den Großraum der Alpen nicht so, dass Trends der Extremwerte auch in ganz andere Richtungen gehen können als die der Mittelwerte. Sprich, es ist nicht unbedingt zu erwarten, dass in Regionen mit generell fallenden Niederschlagstrends (z.B. südlich des Alpenbogens) mit einem Anstieg der Starkregenereignisse zu rechnen ist. Gleiches kann vice versa für Gebiete nördlich der Alpen festgestellt werden (Böhm, 2008). Gobiet und Truhetz (2008), schreiben dazu sogar etwas konkreter, dass mit den Änderungen in den Niederschlagssummen zu erwarten sein wird, „dass die Intensität der 5-

jährigen Niederschlagsereignisse im Norden Europas zunimmt und im Süden abnimmt. Eine interessante Ausnahme stellt Mitteleuropa dar, wo im Sommer trotz abnehmender Niederschlagssummen erhöhte Intensitäten, insbesondere in den maximalen Tages-Niederschlagssummen, erwartet werden“ (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 79).

Weiters kann dieses Ergebnis auf die Temperatur umgelegt werden:

„Also mit generellem Erwärmungstrend steigen die Extremwerte, die sich auf Hitze beziehen und im [in] gleichem Maß ist ein Rückgang der Kälteindizes zu beobachten. Beides nicht notwendigerweise in linearer Form, speziell wenn Schwellwertsüber- oder -unterschreitungen analysiert werden, sind nichtlineare Zusammenhänge die Regel.“ (Böhm, 2008, S. 61)

Auch Rudel (2008) betont, dass sich in Klimamodellen keinerlei Hinweise auf eine Verstärkung der meteorologischen Extreme finden lassen, jedoch prognostizieren Klimamodelle höhere mittlere Temperaturen und somit nimmt naturgemäß die Wahrscheinlichkeit zu, an mehreren Tagen extreme tropische Temperaturen zu erreichen. So kann eine moderate Verschiebung der Häufigkeitsverteilung der mittleren Sommertemperaturen, in Abbildung 9 exemplarisch für Mittelengland veranschaulicht, zu einer drastischen Erhöhung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten von Extremwerten führen. Im folgenden Beispiel von Mittelengland sogar um einen Faktor 25 für den bisher außergewöhnlichen Temperaturwert von 17,3 °C bei einem erwarteten Anstieg um 1,6 °C bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts (Berz, 2001).

Wahrscheinlichkeitszunahme für Extremwerte

Beispiel: Sommertemperaturen in Mittelengland

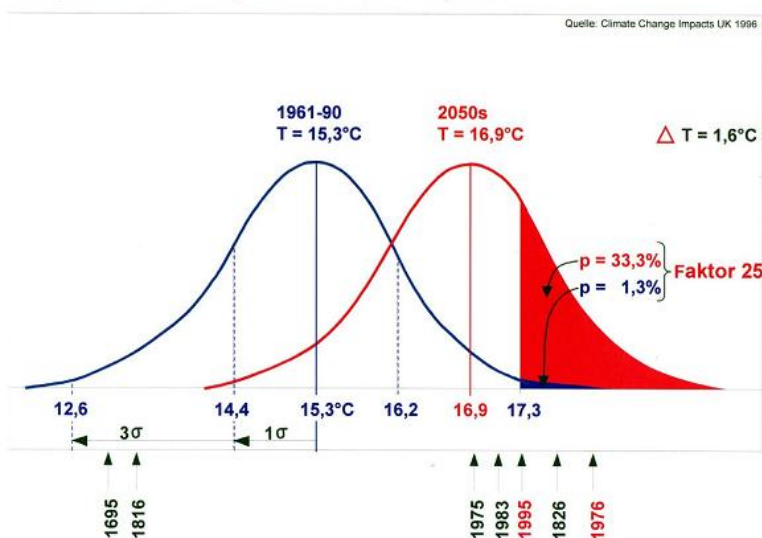


Abbildung 9. Verschiebung der Wahrscheinlichkeiten heißen Wetters bei einer Zunahme der mittleren Temperatur (aus Berz, 2001, S. 8)

Die Aussagen zu Abbildung 9 können auch direkt auf folgende Grafik (Abbildung 10) von Wien umgelegt werden. Sie zeigt wiederum deutlich, wie eine drastische Erhöhung der Überschreitungswahrscheinlichkeiten von Extremwerten durch eine moderate Verschiebung der Häufigkeitsverteilung einer Beobachtungsgröße herbeigeführt werden kann und welcher klarer Trend für Wien (bzw. in der rechten Grafik auch für die Schmittenhöhe in gegenläufigen Trend) sich abzeichnen lässt.

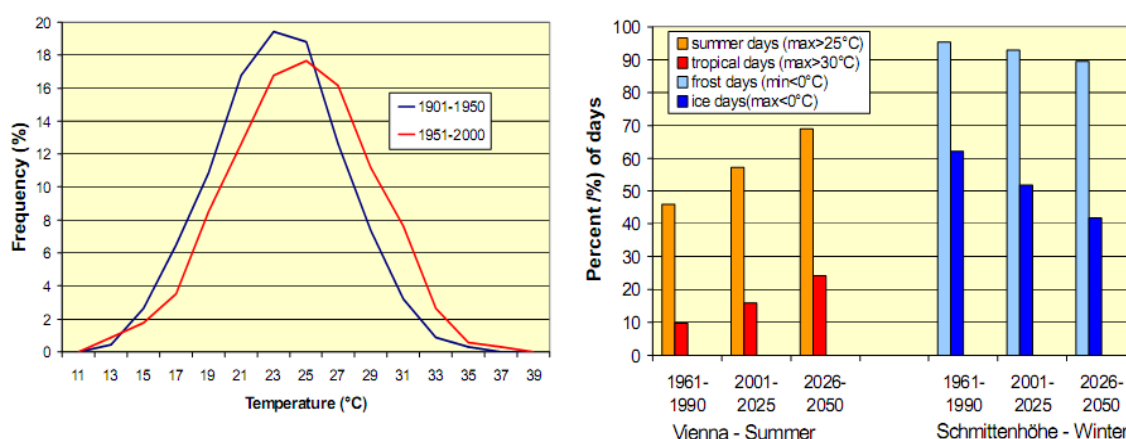


Abbildung 10. Links: Verteilung der täglichen Maximaltemperatur in Wien während der Sommermonate 1901 – 1950 (blau) und 1951 – 2000 (rot); Rechts: Häufigkeit der Tage mit mehr als 25 bzw. 30°C im Sommer (Wien) bzw. Extremwerten im Winter mit unter 0°C (Schmittenhöhe) (Kromp-Kolb, 2003, S.12)

Auf andere meteorologische Elemente, wie beispielsweise den Niederschlag oder Windspitzen, kann dies nicht übertragen werden, da diese nicht einer „Normalverteilung“ folgen. Somit kann in diesen Messreihen zwar in den Mittelwerten eine Verschiebung zu erkennen sein, nicht aber bei den Extremen in den „Seitenschwänzen“ (Rudel, 2008, S. 85).

Gobiet und Truhetz (2008) gehen einen Schritt weiter, in dem sie sich auf die regional detaillierten Ergebnisse von reclip:more stützten und meinten, dass wenn man sich auf die Parameter Niederschlagsintensität und Niederschlagshäufigkeit beschränkt, „Gebiete mit abnehmenden Niederschlagshäufigkeiten zunehmende Niederschlagsintensitäten aufweisen [...], was als Hinweis auf extremere Niederschlagsverhältnisse auch im Alpenraum interpretiert werden kann“ (Gobiet & Truhetz, 2008, S. 79, 80). Daraus jedoch direkt auf extremer ausfallende und häufigere Hochwasserereignisse infolge des Klimawandels zu schließen, ist zwar eine oft gehörte Feststellung, die jedoch weder durch Beobachtungen noch einen eindeutigen Effekt in den Klimaszenarien belegbar ist.

Dem entgegen sind jedoch „direkte anthropogene Effekte, wie Verlust an natürlichen Retentionsräumen, Begradigung und Einstau der Fließgewässer sowie die Zunahme von versiegelten Flächen“ als deutliche Einflussfaktoren auf das Abflussgeschehen, insbesondere bei Hochwässern, zu sehen.

„Der festgestellte positive Trend an der Donau steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Zunahme von Ereignissen in der Größenordnung von HQ5–HQ10. Eine Erklärung dafür wäre der Ausbau der Donau zur Nutzung der Wasserkraft und die damit verbundene Reduktion von natürlichen Retentionsflächen.“ (Böhm et al., 2008, S. 17)

Auch Rudel (2008) betont, dass Wetterextreme weiter ein fixer Bestandteil des Wetters sein werden, sowie dass die interjährliche Variabilität in der Vergangenheit wie auch künftig groß und schwer berechenbar sein wird, jedoch hauptsächlich das Siedlungsverhalten des Menschen sich drastisch verändert hat. So kann konstatiert werden, dass sich einerseits das besiedelte Gebiet drastisch ausgedehnt hat und dabei auch Risikozonen nach wie vor bebaut werden.

„Lawinen, Muren und lokale Hochwässer haben schon allein dadurch verheerende Auswirkungen. Riesige Hallen mit sturmanfälligen Flachdächern werden in die Landschaft gesetzt, meistens unter Missachtung des maximal möglichen Schneedrucks, weil wir ja in der irrigen Annahme leben, dass künftig ohnehin kaum noch Schnee zu erwarten ist. Siedlungen und Industrieanlagen wurden aus Platzmangel in den letzten Jahrzehnten immer öfter in Überschwemmungszonen gebaut und der Trend setzt sich weiterhin fort.“ (Rudel, 2008, S. 89)

Somit ist unsere Industriegesellschaft als Ganzes wesentlich verwundbarer geworden, bzw. hat sich selbst verwundbarer gemacht, sodass vor allem die Versicherungswirtschaft durch steigende wirtschaftliche Schadenssummen dies zu spüren bekommt und „uns exponentiell ansteigende Aufwendungen zur Deckung von Schäden durch Naturkatastrophen aufzuzeigen versucht und dies auch mit Erfolg tut“ (Rudel, 2008, S. 87), vergleiche dazu Abbildung 11.

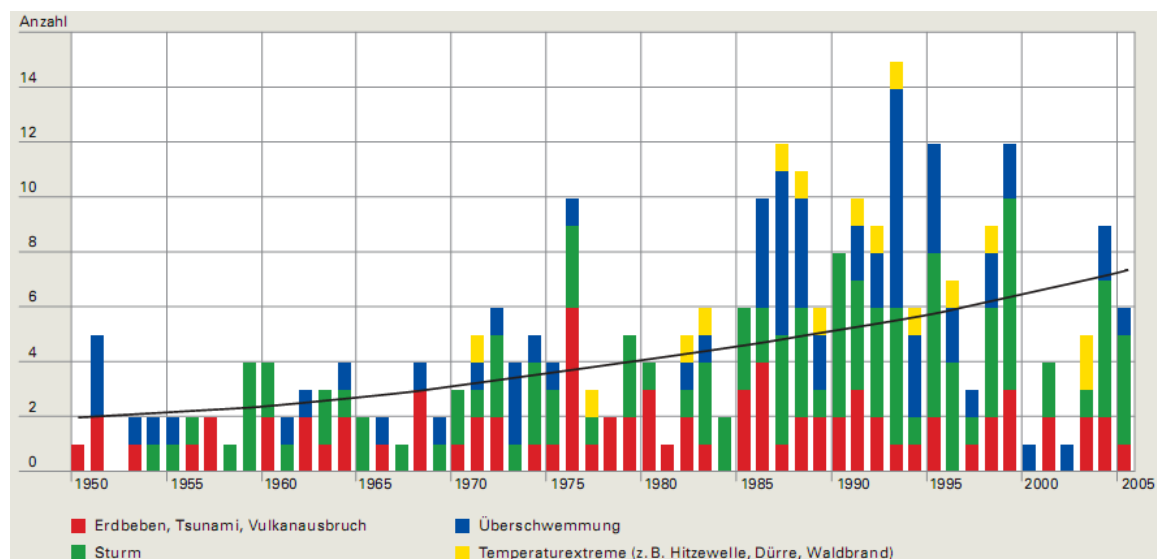


Abbildung 11. Anzahl der Großkatastrophen unterteilt nach Ereignistypen (Münchener Rück, 2005, S. 13)

Die obige Grafik der Münchener Rückversicherung zeigt die Rohdaten, die stark von Faktoren wie Besiedlungsstruktur, Bevölkerungswachstum, Konzentration von Bevölkerung und Kapital in

Ballungsräumen, Besiedlung und Industrialisierung in „exponierten“ Gebieten beeinflusst werden. Dazu zeigt eine amerikanische Untersuchung, dass wenn man alle die genannten Faktoren berücksichtigt, der extreme Trend der oberen Kurve in ihrer „normalisierten“ Form verschwunden ist. Man kann zwar von Jahr zu Jahr die große Variabilität sehen, jedoch keine Langfristrends feststellen und dadurch ist der Zusammenhang mit der Klimaerwärmung nicht mehr gegeben (Rudel, 2008).

Weiters wird drauf hingewiesen, dass Extremereignisse ungeeignete Indikatoren für die globale Klimaänderung sind. „Die Aufmerksamkeit der Klimaproblematik in den Medien jeweils im Takt von Extremereignissen impliziert einen Zusammenhang, der weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden kann“, was zur Gefahr führt, dass „die öffentliche Wahrnehmung der Klimaproblematik einerseits in Perioden mit häufigeren Extremereignissen möglicherweise ungerechtfertigt dramatisiert und andererseits in Perioden mit selteneren Ereignissen möglicherweise ungerechtfertigt verharmlost wird“ (Patek, 2007, S. 3).

Zusammenfassend kann zu den Charakteristika der Trends von Klimaextremwerten festgestellt werden, dass einerseits noch große Forschungsdefizite bestehen, die vor allem auf die ungenügende Dichte sowie Unvollständigkeit von Langzeit-Messreihen beruhen. Weiters reicht die Untersuchung von Langzeitbeobachtungen alleine nicht für ein vertieftes Verständnis des Zusammenhangs zwischen Klimaänderung und Extremereignissen aus. Dem entgegen sind wissenschaftliche Fortschritte vielmehr in einem tieferen Verständnis der Prozesse des Klimasystems zu suchen, wozu die Anwendung von Klimamodellen einen wichtigen Beitrag leisten kann. Somit kann die gegenwärtig in Medien öfters beschriebene Häufung von Extremereignissen und in Folge Naturkatastrophen, rein zufällig zu Stande gekommen sein oder durch natürliche langzeitliche Klimavariationen verursacht worden sein, sowie potentiell aber auch eine Folge der anthropogenen Klimaänderung sein. Der momentane Stand der Wissenschaft kann dazu keine klaren, signifikanten Antworten geben. Vorläufige Ergebnisse können jedoch einen generellen Rückgang der Temperatur-Variabilität bei gleichzeitig steigenden Temperaturen dokumentieren. Zur Niederschlagsvariabilität liegen regional und jahreszeitlich unterschiedliche Trends vor, grob scheinen jedoch die Trends der Extremwerte analog zu denen der über längere Zeiträume akkumulierten Summen zu verlaufen. Sicher erwiesen ist jedoch nur, dass die langfristigen Trendveränderungen der Variabilität bzw. der Extremwerte wesentlich geringer sind als die Kurzfristvariabilität selbst (Böhm, 2008) und das Siedlungsverhalten der Menschen im Alpenraum nachweislich mit zu einem höheren Schadensvolumen bzw. –potenzial beigetragen hat bzw. beiträgt. Darauf wird im Folgenden, vor allem im Abschnitt 2.3 *Änderungen im alpinen Kulturraum* näher eingegangen.

2.2 Änderungen für alpine Naturgefahrenprozesse

Im folgenden Abschnitt werden auf Klimaänderungen und den daraus möglicherweise resultierenden Prozessveränderungen im Zusammenhang mit Naturgefahren im Alpenraum eingegangen. Es sei an dieser Stelle jedoch kurz erwähnt, dass nur jene Prozesse bearbeitet werden, die räumlich eindeutig fassbar sind, vor allem für Raumplanung relevant sind und für den Lebens- und Wirtschaftsraum Österreich die größte Bedrohung darstellen. Dies sind somit vorwiegend Lawinen, Massenbewegungen sowie vor allem Hochwasser (Embleton-Hamann, 1997b). Steinschläge und Bergstürze werden mitberücksichtigt, ihnen wird jedoch kein besonders hohes Augenmerk geschenkt, da sie nur in sehr seltenen Fällen wirklich zur Gefahr für Menschen werden und noch schwerer als die zuvor genannten Naturereignisse kalkulierbar sind. Gänzlich werden jedoch Naturgefahren wie Stürme (inkl. Hagel), Dürre, Waldbrände und Buschfeuer, Bodenerosion sowie Erdbeben und Vulkanismus von der Bearbeitung ausgeklammert, denn sie sind über raumplanerische Maßnahmen kaum bzw. nur sehr schwer fass- und steuerbar und somit für den Fokus dieser Arbeit irrelevant.

Bei der Betrachtung von möglichen Prozessveränderungen im Naturraum sind vor allem die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Umweltveränderungen von Interesse. Allen voran können die mögliche Temperaturzunahme sowie die Veränderung der Niederschlagsverteilung (konkreter eine Akzentuierung) Auswirkungen auf künftige geomorphologische Abtrag- und Erosionsprozesse haben.

Im Speziellen kann angenommen werden, dass infolge der Temperaturerhöhung die Evapotranspiration Zu- und der Abflussanteil im Allgemeinen abnimmt, dies ist im Süden des Bundesgebiets deutlich erkennbar und kann durch Zeitreihenanalysen einzelner Stationen bestätigt werden. „Für Westösterreich und in hochalpinen Lagen kann sich bei Niederschlagszunahme in hohen Lagen und infolge des verstärkten Gletscherabflusses ein anderes Bild ergeben“ (Böhm et al., 2008, S. 16), was besonders für alpine Naturgefahrenprozesse gilt. Weiters ist auch mit einer Abflusszunahme in den Wintermonaten zu rechnen, da mehr Niederschlag in flüssiger Form zu erwarten ist und die Schneeschmelze in niederen Lagen auch im Winter wirksam sein wird.

„Insgesamt kommt es in den alpinen Gebieten zu einer saisonalen Dämpfung des Abflussgeschehens und zu einer Verschiebung der Niederwasserzeiten vom Winter in den Spätsommer. Die Anzahl der Frosttage und Tage mit Schneebedeckung [...] nimmt um etwa 50 % ab. Die Schneelagen verschieben sich gegenüber dem heutigen Zustand um etwa 400–600 m bergwärts.“ (Böhm et al., 2008, S. 16)

Weiters ist der Einfluss von Gletscher auf den Abfluss vor allem in vergletscherten, alpinen Einzugsgebieten nicht zu vernachlässigen. Diesbezüglich zeigt sich seit 1960 bereits eine bemerkenswert große Volumsabnahme von 4,9 km³ bei einem Gesamtvolumen von 17 km³ im Jahr 1998. Bezieht man nun das in den letzten dreißig Jahren abgeschmolzene Gletschervolumen auf die Wasserbilanz Österreichs so beträgt der Abflussanteil unter 2 mm/Jahr, was weniger als einem Prozent des Gesamtabflusses entspricht. Dessen ungeachtet, ist dieser geringe Schmelzbeitrag nicht zu unterschätzen, da er nur einige Monate im Jahr zur Verfügung steht und besonders in hochalpinen Bereichen wirksam wird. Allgemein wird dieser Abschmelztrend bei den prognostizierten Temperaturveränderungen für das 21. Jahrhundert weiter zunehmen und in den nächsten vierzig Jahren den Schmelzanteil vergrößern, ehe dann die Volumsverkleinerung zu dominieren beginnt und der Beitrag wieder rückläufig wird (Böhm et al., 2008, Lambrecht & Kuhn, 2007).

Diese Ergebnisse spiegeln sich in vielen Untersuchungen zum Alpenraum wieder und ergeben zu Abflussverhältnissen für Österreich folgende Bilder mit jeweiliger Unterteilung in signifikante und nicht signifikante Trends, siehe Abbildung 12.

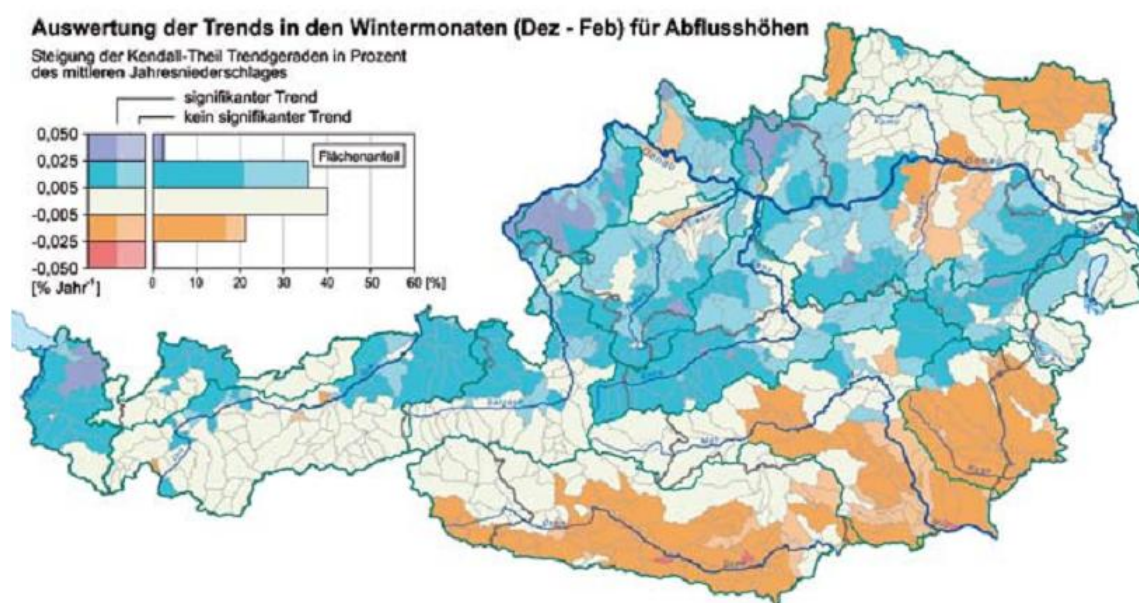


Abbildung 12. Auswertung der Trends in den Wintermonaten für Abflusshöhen (Fürst et al., 2008, S. 111)

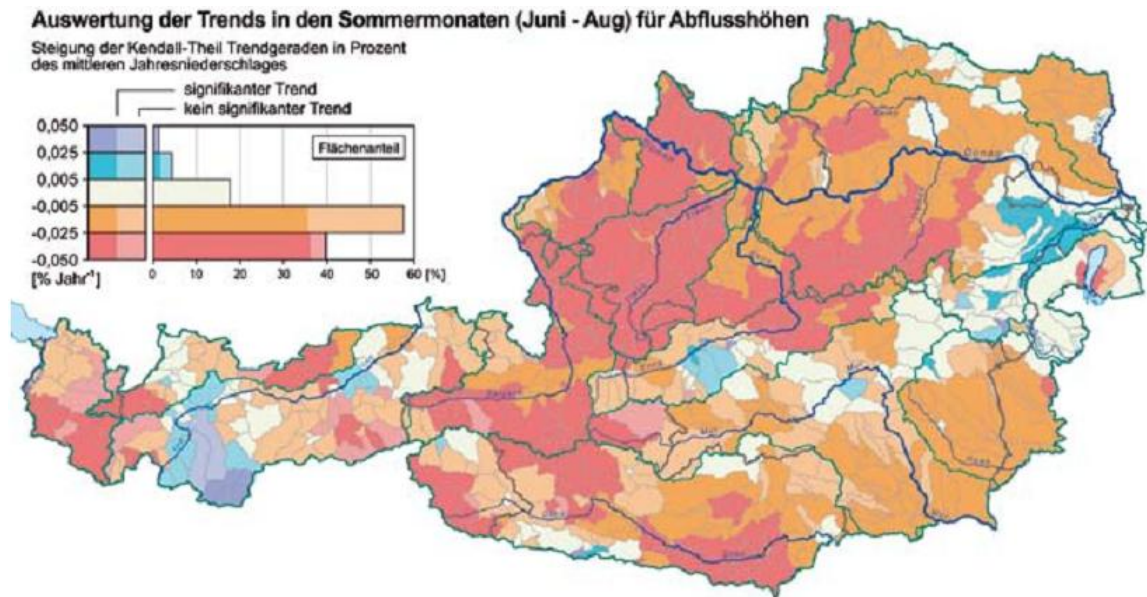


Abbildung 13. Auswertung der Trends in den Sommermonaten für Abflusshöhen (Fürst et al., 2008, S. 113)

Es wurde bewusst eine zeitlich differenzierte Analyse für die Abflusshöhen anstelle einer Ganzjahresbetrachtung gewählt, da letztere nur schwach erkennbar wäre und statistisch kaum signifikant ausgeprägt ist. Zu den räumlichen Mustern der Trends von Niederschlag und Abflusshöhen ist zu erwähnen, dass diese für eine Jahreszeit im Allgemeinen ähnlich sind, jedoch die stark positiven Trends des Niederschlags im Herbst erst in den Abflusshöhentrends des Winters zum Ausdruck kommen. Interessant ist vor allem auch, dass die Auswertung der Trends in den Wintermonaten für Abflusshöhen die klare räumliche Grenze des Alpenhauptkammes bezüglich des Niederschlagsverhaltens so handfest mit deutlich positiven Trends nördlich des Alpenhauptkammes und schwach negativen südlich davon widerspiegelt. Für die Sommermonate weisen circa 80 % des Staatsgebietes einen negativen Trend des Abflussverhaltens auf, der nördlich des Alpenhauptkammes sehr gut mit den Niederschlagstrends übereinstimmt, im Süden aber deutlich stärker als der Trend im Niederschlag ausgeprägt ist (Fürst et al., 2008).

Für hydrologische Systeme im alpinen Naturraum bedeutet dies zusammengefasst, dass mit einem

- erhöhten Abfluss sowie früher eintretenden Abflusshöchstmenge im Frühling bei zahlreichen von Gletschern und Schnee gespeisten Flüssen,
- erhöhter Bodeninstabilität in Permafrostgebieten sowie Massenverlagerungsprozesse in Gebirgsregionen sowie

- erhöhten Risiko durch Fluten nach Gletscherseeausbrüchen (infolge des Abschmelzens der Gletscher) für alpine Siedlungen zu rechnen ist (IPCC, 2007b, Fuchs, 2008).

Die daraus sich ergebenden negativen Auswirkungen sind vor allem

- eine erhöhte Gefährdung durch flutartige Überschwemmungen im Landesinneren und
- verstärkte Erosion (vor allem durch eine aufgrund zunehmender Temperaturdifferenzen erhöhte Gewitteraktivität) (IPCC, 2007b, Fuchs, 2008).

Auf die Problematik von Extremereignis-Projektionen wurde bereits ausführlich eingegangen und deren Limitierungen aufgezeigt. Es kann jedoch konstatiert werden, dass sich die Auswirkungen von Naturraumprozesse sehr wahrscheinlich durch geänderte Häufigkeiten und Intensitäten extremer Wetter- und Klimaereignisse verändern werden (IPCC, 2007a), wie konkret jedoch, ist schwieriger abschätzbar. In Hinblick auf die Ostalpen, hat Fuchs (2008), basierend auf die Schlüsselparameter höhere Temperatur und Akzentuierung des Niederschlagsgeschehens, die zu erwartenden Änderungen sowie deren Sicherheiten folgendermaßen zusammengefasst:

Tabelle 1. Wesentliche erwartete Änderungen des Klimas im Alpenraum (nach Angaben in Parry et al., 2007; Solomon et al., 2007) (Fuchs, 2008, S. 120)

Sicherheit beobachteter Veränderungen (2. Hälfte des 20. Jhdts)	Veränderungen der Erscheinungen	Sicherheit projizierter Erscheinungen (während des 21. Jhdts)
Wahrscheinlich	Höhere Maximaltemperaturen und mehr heiße Tage über nahezu allen Landflächen	Sehr wahrscheinlich
Sehr wahrscheinlich	Höhere Minimaltemperaturen, weniger kalte Tage/Frosttage über nahezu allen Landflächen	Sehr wahrscheinlich
Sehr wahrscheinlich	Reduzierte Tag-/Nachttemperaturschwankungen über den meisten Landflächen	Sehr wahrscheinlich
Wahrscheinlich, über vielen Landflächen der mittleren und höheren Breiten der Nordhemisphäre	Zunahme intensiverer Niederschläge, Akzentuierung des Niederschlagsgeschehens	Sehr wahrscheinlich, über vielen Gebieten

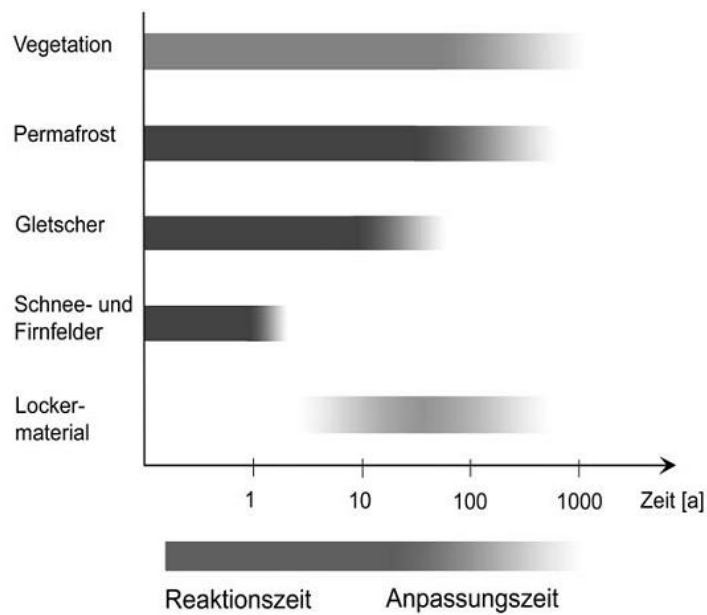
Für die im Naturraum ablaufenden Prozesse lassen sich, basierend auf die projizierten bzw. prognostizierten Änderungen des Klimas, Änderungen erwarten, welche in Tabelle 2 zusammenfassend angeführt sind. Diese werden aller Voraussicht nach aufgrund der Akzentuierung der Niederschlagsereignisse vor allem zu einer Zunahme oder Steigerung von Frequenz und Magnitude bei jenen geomorphologischen Prozessen führen, wo Wasser als Triebkraft oder auslösendes Moment fungiert.

Tabelle 2. Übersicht zu projizierten bzw. prognostizierten Änderungen für Naturgefahrenprozesse im Alpenraum (nach Angaben in Bader & Kunz, 1998; Wanner et al., 2000 aus Stötter & Keiler, 2003, S. 221, leicht modifiziert)

Naturgefahrenprozess	Tendenzielle künftige Entwicklung im Alpenraum
<i>Lawine</i>	<i>Gleich bleibend</i>
<i>Murgang</i>	<i>Allgemeine Zunahme</i>
<i>Steinschlag</i>	<i>Gleich bleibend bis Zunahme</i>
<i>Bergsturz</i>	<i>Keine Veränderung nachweisbar</i>
<i>Rutschung</i>	<i>Zunahme</i>
<i>Hochwasser</i>	<i>Zunahme</i>

Auswirkungen der Klimaänderung auf Massenbewegungen

“Linkages between mass movements and climate change are complex as various factors could affect their incidence”. Diese Aussage von Agrawala (2007, S. 67) zeigt die Komplexität der Zusammenhänge erneut auf. Auf jeden Fall muss jedoch die zu erwartende Entwicklung bezüglich Rutschungs- und Murgangsprozessen in näherem Zusammenhang mit Klimaveränderungen und Permafrost gesehen werden. Denn durch den allgemeinen Temperaturanstieg und den Rückgang der Gletscher wird in Bezug auf den Permafrost mit größeren Veränderungen zu rechnen sein, was sich bereits in der Vergangenheit mit einem deutlichen Schwund des Permafrost-Körpers bemerklich gemacht hat (divergierende Angaben von minus 10 % bis etwa minus 40 %), obwohl das System Permafrost sehr träge reagiert, da die Wärmekapazitäten von Eis und Boden größer sind als diejenige von Luft. Es kommt somit erst bei langfristigen Änderungen zu einer merklichen Auswirkung, diese dann jedoch länger anhalten wird (Agrawala, 2007, Lambrecht & Kuhn, 2007), vergleiche Abbildung 14.



Quelle: Stötter (1994, 58)

Abbildung 14. Schematische Darstellung der zeitlichen Abfolge von Reaktionszeit und Anpassungszeit unterschiedlicher Klimaindikatoren der Naturlandschaft (Stötter et al., 2003, S. 243)

Die obige Abbildung zeigt die relativ lange Reaktionszeit (sprich Zeitraum, bis eine Veränderung räumlich sichtbar wird, zu unterscheiden von der Anpassungszeit, sprich dem Zeitraum, bis sich das System wieder in einem den klimatischen Verhältnissen entsprechenden Gleichgewichtszustand befindet) von Permafrost im Vergleich mit anderen Klimaindikatoren. „Aufgrund dieses zeitlich unterschiedlichen Verhaltens treten *timelags* auf, die sich räumlich und prozessual auswirken“ (Stötter et al., 2003, S. 242, 243). Zur momentanen Situation der Permafrost Ausbreitung in Österreich gibt folgende Abbildung (15) eine überblicksmäßige Annäherung, die auch durch weitere Modellversuche von Permafrost auf nationaler Ebene für Österreich (z. B. Kellerer-Pirklbauer, 2005) nicht merklich verbessert werden konnte (Embleton-Hamann, 2007).

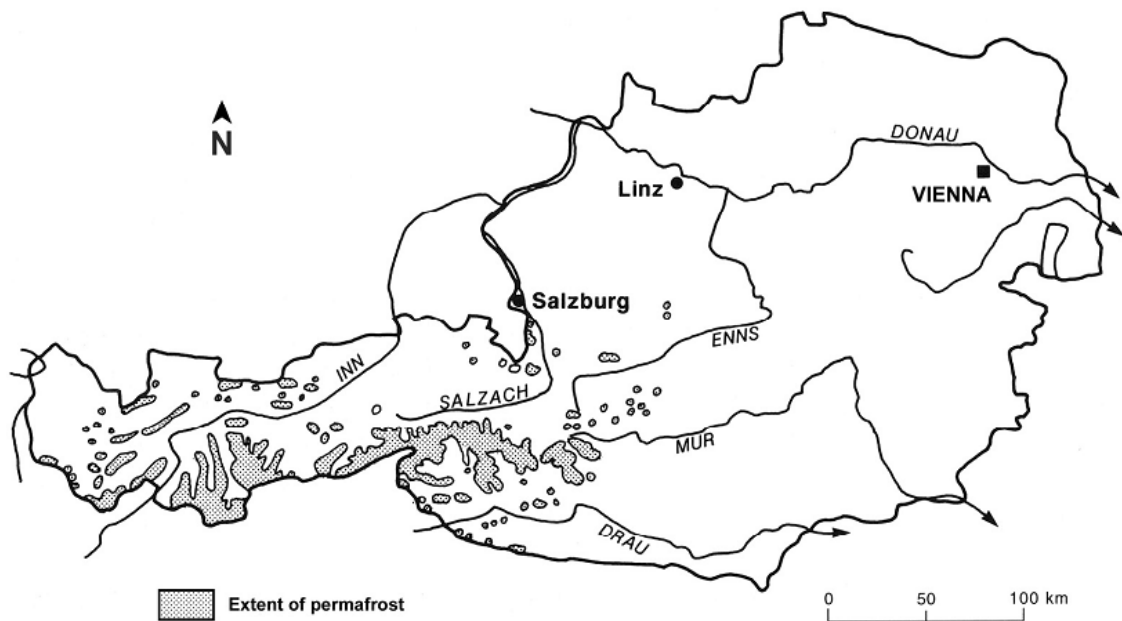


Abbildung 15. Verbreitung von diskontinuierlichem Permafrost in Österreich (nach G.K. Lieb aus Embleton-Hamann, 2007, S. 52)

Es wurden in obiger Abbildung jene Gebiete, in denen in schattseitiger Lage mit großer Wahrscheinlichkeit mit diskontinuierlichem Permafrost zu rechnen ist, grau markiert dargestellt. Als Indikator wurde die Untergrenze der intakten Blockgletscher verwendet, welche an der Nordabdachung der Hohen Tauern ab 2.400 m, an deren Südabdachung ab 2.500 m anzutreffen sind und weiter Richtung Westen hin bis in die Tiroler Zentralalpen um 100 bis 200 m ansteigen. Dem entgegen sind die Randalpen arm oder überhaupt frei von Blockgletschern und das Vorhandensein von Permafrost kann hier nur sehr aufwendig untersucht und nachgewiesen werden (Embleton-Hamann, 1997b). Jedoch zeigt sich sehr deutlich, die Disbalance in der Verteilung des Permafrostes, mit einem deutlichen Überhang im Westen Österreichs. Auch die folgende Tabelle 3, soll dies verdeutlichen, da es noch klarer hervorhebt, wie unterschiedlich die einzelnen Bundesländer betroffen sind (Tirol mit einem Anteil über 9 % der Landesfläche und im Burgenland ohne jeglichen Anteil), was vor allem für die Raumordnung zukünftig eine Rolle spielen könnte, da die Raumordnungsgesetze bisher auf Landes- und nicht auf Bundesebene geregelt sind (ÖIR & RC, 2004).

Tabelle 3. Relatives Permafrostaufkommen in Österreich (in Prozent), klassifiziert nach Bundesländern (Ebohon & Schrott, 2008, S. 3)

	Permafrost total	Permafrost possible	Permafrost probable
Burgenland	0.00	0.00	0.00
Carinthia	1.65	0.87	0.78
Lower Austria	0.00	0.00	0.00
Upper Austria	0.04	0.03	0.01
Salzburg	2.76	1.48	1.28
Styria	0.05	0.05	0.00
Tirol	9.28	3.84	5.44
Vorarlberg	1.90	1.28	0.61
Vienna	0.00	0.00	0.00
Austria	1.90	0.86	1.04

In die Zukunft blickend, wird sich bei weiter steigenden Temperaturen physikalisch betrachtet der Permafrost zuerst in den oberflächennahen Schichten, bei schneefreien Zonen und kleinen Permafrostgebieten geringer Mächtigkeit erwärmen. Einige Gebiete in Österreich fallen genau in diese beschriebenen Bereiche, sodass konstatiert werden kann, dass in Relation zum Aufkommen betrachtet große Teile von Permafrost in den Europäischen Alpen, Österreich mit einbezogen, sehr nahe am Auftauen sich befinden und sehr sensibel auf Veränderungen durch Klimaerwärmung reagieren werden (Kellerer-Pirklbauer et al., 2009). Diese möglicherweise künftig physikalische Veränderung von bis jetzt gefrorenen Bodenschichten würde sukzessive zu einer erhöhten Menge an verfügbarem, unverfestigtem und somit erodierbaren Lockermaterial, vor allem in Gebieten zwischen 2.300 und 2.800 m ü. M. führen (Schädler, 2008, S. 162). Denn: „Regarding all the information available, the lower limit of discontinuous permafrost is situated near 2500 m in the greatest part of the Austrian Alps” (Lieb, 1998, S. 1). In weiterer Folge sammelt sich dieses Lockermaterial hauptsächlich in Gletschervorfeldern, in Gerinnen und Flussbetten und kann bei Hochwasser, ausgelöst durch möglicherweise intensivere und bis in größere Höhen flüssige Niederschläge, mitgerissen werden. Somit kommt es generelle zu einer Verlagerung potenzieller Prozess-Anbruchgebiete in höhere Lagen (Agrawala, 2007).

Die Konsequenzen daraus sind eine teilweise Zunahme der Instabilität von Hängen, vor allem aber vermehrter Feststoffeintrag in die Gewässer und in Kombination mit einer Änderung der Niederschlagsverteilung wird es nicht unwahrscheinlich sein, dass in Zukunft Wildbachprozesse und geomorphologische Massenverlagerungsprozesse an Intensität und Frequenz zunehmen werden. Auch auf Hochwässer ergeben sich daraus Folgen, da Erosion, Geschiebetransport und Feststoffablagerungen für oft noch gravierendere Schäden verantwortlich sind und diese somit potentiell zunehmen könnten (Böhm et al., 2008, Fuchs, 2008 #9, Schädler, 2008 #38). „These hazards are directly linked to glacier and permafrost retreat, which are probably the most prominent signs of climate change” (Agrawala, 2007, S. 68). Und trotz diesem direkten

Zusammenhang gibt es auch Beispiele (Ritigraben, Schweiz) in denen ein gegenläufiger Trend beobachtet wurde (konkret Frequenzabnahme von Massenbewegungen in von Permafrost gespeisten Gebieten). Diese Tendenz wird in der schweizer Studie folgendermaßen erklärt: “Mean and extreme precipitation events are projected to occur less frequently in summer and that wet spells will become more common in spring or fall” (Stöffel & Beniston, 2006, S. 4). Jedoch erwähnen die Autoren weiter, dass sehr extreme Niederschlagsereignisse im Sommer Naturereignisse mit größerer Magnitude auslösen können, als wir sie heute gewohnt sind. Weiters lässt sich auch folgern, dass bei seltenerem Eintritt von Massenverlagerungen, das Material zwischen den Events mehr akkumuliert wird und somit wiederum intensivere Ereignisse hervorgerufen werden (Agrawala, 2007). Darüber hinaus können Veränderungen von Gletschersystemen mit einer Zunahme von extremeren Naturereignissen, wie *glacial lake outburst floods* (GLOFs) oder Eislawinen, auch noch zusätzlich zu einer möglichen Steigerung des Gefahrenpotentials beitragen. „Luckily, glacial lakes, from which GLOFs originate, usually form slowly and can be monitored (Kääb et al., 2005). However, glacier lakes forming inside the glacier are not visible, are much less understood and more difficult to monitor” (Agrawala, 2007, S. 67). Die daraus möglicherweise entstehenden Gefahren innerhalb Österreichs sind jedoch äußerst gering, da das Auftreten von Eislawinen wie auch GLOFs sich auf wenige Ausnahmen im Schweizer Alpenraum und sonst hauptsächlich auf Asien (v. a. Nepal - Himalaya) und Südamerika (v. a. Peru - Anden) beschränkt (Horstmann, 2004, Sicroff, 2007).

Diese obig beschriebenen zu vermutenden Prozessveränderungen sind jedoch nicht direkt nachweisbar, denn bis jetzt ist es mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht möglich hoch signifikant einen generellen Trend sicher und wissenschaftlich korrekt nachzuweisen.

Auswirkung der Klimaänderung auf Hoch-/Niedrigwasserereignisse

Eine generelle Zunahme der Hochwassergefährdung ist noch schwerer rein physikalisch erklärbar, denn ein konkretes signifikantes Bild bezüglich Extremereignisse ist nur teilweise erstellbar oder mit großen Unsicherheiten verbunden. Regionale Klimamodelle weisen jedoch eine Richtung auf, die eindeutig hin zur Hochwasserverschärfung durch die Klimaveränderung für den Zeitraum bis 2050 tendieren lässt (Agrawala, 2007, Weber, 2008). Auch kann die deutlichere Abnahme der Niederschlagshäufigkeit im Sommer im Vergleich zu den Niederschlagssummen bereits auf eine Zunahme der Niederschlagsintensität interpretiert werden (BMLFUW, 2009). In Österreich kann die Hochwassergefahr jedoch nur im Zusammenhang mit der Nullgradgrenze diskutiert werden, die in Folge der Klimaerwärmung steigen wird, da größere Teile der Einzugsgebiete überregnet werden können. Folglich nimmt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Starkniederschlag mit einer hohen Nullgradgrenze zusammenfällt und einen extremen Hochgebirgsabfluss verursacht, zu. (Agrawala, 2007, IPCC, 2007a). Wenn nun parallel dazu sich

mit der Klimaänderung gleichzeitig auch noch die Niederschlagsmenge pro Ereignis verändert, nehmen sowohl der Spitzenabfluss als auch die Wahrscheinlichkeit für ein Hochwasser zu. Dies würde jedoch bedeuten, dass signifikante Trends der Extremwerte identifiziert werden müssten, was wie bereits zuvor in Kapitel 2.1.2 *Extremereignisse und Klimawandel* beschrieben aufgrund der fehlenden Datengrundlage und bzw. Datenqualität noch nicht möglich ist.

Ein jedoch relativ sicher und bald bemerkbarer Effekt wird die höhere Verdunstungsrate über Pflanzen bei höheren Temperaturen sein, wodurch sich die Bodenspeicher rascher leeren können und eine hochwasserdämpfende Wirkung haben kann. Wie weit diese Evaporation in Zusammenhang mit der Transpiration (sprich gemeinsam Evapotranspiration) die potentiellen anderen Effekte, wie eine momentan noch nicht nachweisbare Zunahme von Niederschlagsmenge pro Ereignis, kompensieren kann, ist schwer vorhersehbar (Patek, 2007). Darüber hinaus ist jedoch der anthropogene Einfluss bezüglich Hochwassergefährdung durch tiefgreifende Flussveränderungen ein nachweisbarer und mehr und mehr bedeutender und somit stark zu berücksichtigender Faktor geworden (Böhm et al., 2008).

Entgegen diesen zum Teil eher unbestimmten, vorsichtigen Einschätzungen zu den Folgen des Klimawandels auf Naturgefahrenprozesse, haben einige Experten ausgeprägtere Meinungen. So auch Keller-Lengen mit folgender deutlichen Sichtweise:

„Wenn weiterhin ungebremst Treibhausgase freigesetzt werden, wird bis ins Jahr 2050 mit einer Temperaturerhöhung von 1°C gerechnet. Die globale Erwärmung erhöht das Risiko von Naturkatastrophen: Stürme, Starkniederschläge und Überschwemmungen, Erdbeben, Bergstürze, Lawinen und Waldbrände infolge Trockenheit werden häufiger auftreten, schwerwiegende Verläufe annehmen und zunehmend auch Gebiete betreffen, die bisher von solchen Ereignissen verschont geblieben sind.“ (Keller-Lengen et al., 1998, S. 5)

Ähnlich schreibt Seiler (2006), dass „insbesondere die Intensivierung des Wasserkreislaufs, die mit einer Zunahme der Anzahl und Intensität von meteorologischen Extremereignissen“ zu einer Zunahme des Gefährdungspotentials führen können. Weiters folgert er, dass die so genannten „Jahrhundertereignisse“ immer häufiger und stärker auftreten werden und dabei Gebiete treffen, „die in vielen Fällen bisher von derartigen Extremereignissen nicht berührt worden sind und deshalb auf derartige Veränderungen extrem empfindlich und mit großen Schäden reagieren“ (Seiler, 2006, S. 16). Auch im Schweizer Magazin *UMWELT* der Bundesanstalt für Umwelt (BAFU) erschien in der Ausgabe vom Juni 2007 ein Beitrag zum Thema „Der Klimawandel verschärft die Naturgefahren“. Dort wird berichtet, dass die Schweiz als Alpenland überdurchschnittlich von der globalen Klimaerwärmung betroffen ist und sie sich darauf

einstellen muss, dass die Risiken durch Hochwasser, Murgänge, Erdbeben, Steinschlag, Winterstürme und Hitzewellen zunehmen werden. Ganz konkret weist der Bericht der BAFU darauf hin, dass mit einer erhöhten Steinschlaggefahr und häufigeren Felsstürzen zu rechnen ist, was auf das Auftauen des Permafrostes und der damit einhergehenden Instabilitätszunahme von Hängen zurückzuführen ist (BUWAL, 2007).

Auch für Österreich gibt es bereits einige Ereignisse, deren Ursache Klimaforscher auf Veränderungen in Permafrostgebieten zurückführen. Dazu kann der instabil gewordene Gipfelbereich des Sonnblicks genannt werden, wo Teile aufgrund des verstärkten Abschmelzens des Permafrostes abzustürzen drohten und dadurch Zittelhaus und Sonnblick-Observatorium bedroht waren. Weiters kann der spektakuläre Absturz einer Stützmauer auf der Schwarzen Schneid im Schigebiet von Sölden (Ötztaler Alpen) im August 2006 genannt werden, wo eine ähnliche Ursachenzuschreibung legitim ist. Für Österreich scheint aufgrund der bisherigen Erfahrungen „das Auftauen des Spaltenfrostes in Festgesteinen die größten Probleme und Gefahren (verstärkte Steinschlag- und Felssturzaktivitäten) zu verursachen.“ Der Gipfel des Sonnblicks oder die Weißseespitze im hinteren Kaunertal sind Beispiele dafür (Krainer, 2007, S. 15).

Auch eine Untersuchung im Oberen Suldental, Tirol, zeigt, dass mehr als die Hälfte der Muranrisse im Oberen Suldental ihren Ursprung in Bereichen, in denen seit Mitte des 19. Jahrhunderts Gletscher zurückgeschmolzen sind oder Permafrost ausgeschmolzen ist, bzw. in denen sich heute diskontinuierlicher Permafrost befindet, haben. „Das bedeutet, dass in den in diesem Zeitraum ab- und ausgeschmolzenen Bereichen überdurchschnittlich viele murartige Prozesse abgelaufen sind. Etwa die Hälfte der Muranrisse konzentriert sich auf nur etwa 20 % der Fläche des Oberen Suldentals“ (Stötter et al., 2003, S. 263), vergleiche dazu Abbildung 16.

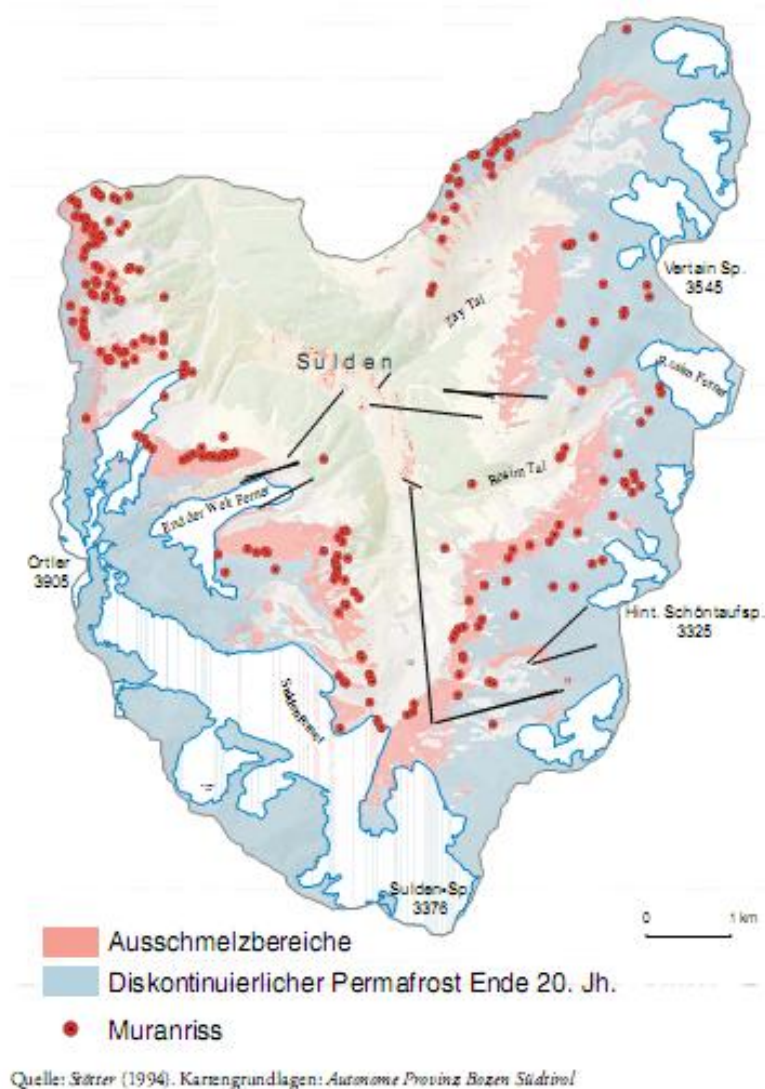


Abbildung 16. Muransätze in Permafrostausschmelzbereichen im Oberen Suldental, Tirol (Stötter et al., 2003, S. 264)

Eine weitere Dokumentation der im Ritigraben (Wallis, Schweiz) in den letzten zehn Jahren vermehrt niedergegangenen Murgänge zeigt, dass sie ihren Ursprung im Blockgletscher auf 2500 m.ü.M. hatten und durch das Auftauen von bisher gefrorenen Böden nicht nur Siedlungen und Verkehrswege an exponierten Stellen betroffen sind, sondern auch Bauten in Höhenlagen mit Fundamenten im Permafrost, wie zum Beispiel bei Seilbahnen oder Berghütten. Bei diesen kommt es durch den Auftauprozess zu Setzungen und Verschiebungen, die Instabilitäten zur Folge haben können (Götz & Raetzo, 2006). Weiters wird in Untersuchungen der Schweiz hervorgehoben, dass Fließgewässer zukünftig mehr Raum benötigen werden, um die zu erwartenden Abflussspitzen und Wassermengen schadlos ableiten zu können (BUWAL, 2007). Diese Ergebnisse aus der Schweiz können natürlich auch auf Österreich übertragen werden, da sich dessen Lage gleichfalls im Alpenbogen befindet und somit mit ähnlichen naturräumlichen Gegebenheiten und Ereignissen kalkuliert werden muss. Die hier oben angeführten Beispiele

sollen die Aktualität und Brisanz des Themas Permafrost in Österreich bzw. im Alpenraum generell verdeutlichen und die Notwendigkeit für weiter- und tiefergehende Forschung in diesem Bereich aufzeigen.

Hazardspezifische Betrachtung der ökonomischen Auswirkungen

Ein Blick auf die ökonomischen Auswirkungen von Naturgefahren zeigt, dass diese je nach Naturgefahr variiert. Insbesondere verursachten Hochwasser in den vergangenen Jahrzehnten speziell in dicht besiedelten alpinen Regionen extrem hohe wirtschaftliche Schäden, vergleiche Abbildung 17.

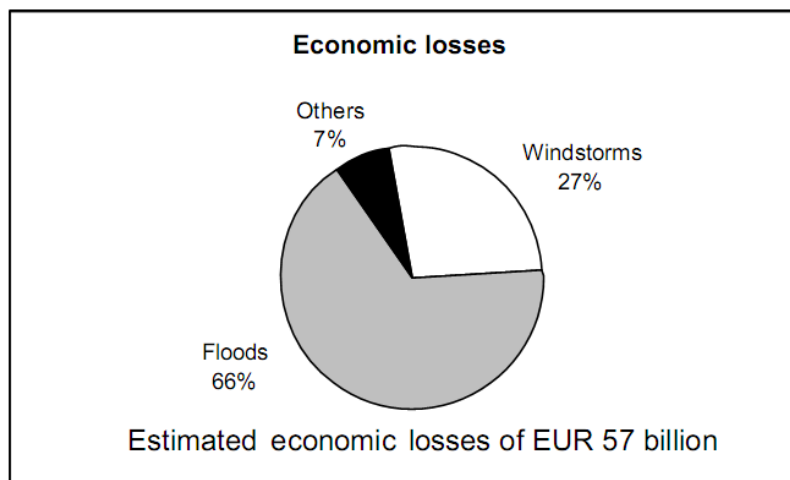


Abbildung 17. Volkswirtschaftliche Verluste durch Naturkatastrophen in den Alpen (1980-2005) (Agrawala, 2007, S. 65)

Hochwasserereignisse wie auch Windstürme stellen Naturgefahren mit hoher sozioökonomischer Bedeutung für die Gesellschaft dar, sind jedoch auch viel komplexere und weisen eine kaum signifikante Verknüpfungen mit Prozessen des Klimawandels auf.

„The necessity of suitable adaptation measures to the implications of climate change on natural hazards depends both on the strength of the linkages between climate change and particular hazards, as well as the overall significance of the hazard itself.” (Agrawala, 2007, S. 14)

Genau deshalb muss ihnen trotz den bestehenden Unsicherheiten gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels auf Grund ihres potentiell sehr hohen Schadenpotentials und der zunehmenden Verwundbarkeit der Gesellschaft (durch Landnutzung, Siedlungsdruck hervorgerufen) hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Andererseits haben jene Prozesse mit klarer Koppelung zur Klimaveränderung momentan (noch) relativ geringe bis mittelmäßige nationale ökonomische Relevanz. Dies deshalb, da es sich

vorwiegend um Prozesse im Gletscher- und Permafrostbereich handelt und diese Zonen gut überwacht werden können, sowie kaum bzw. nur sehr dünn besiedelt sind. „However, these damages are of much greater importance for local communities and can also have indirect negative consequences on the tourism industry” (Agrawala, 2007, S. 69). Die folgende Tabelle gibt über die hier erwähnten Prozesse im Naturraum, deren Vorhersagens-Vertraulichkeit, Verbreitungsregionen und ökonomischen Bedeutung einen guten Überblick.

Tabelle 4. Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren im Alpenraum (Agrawala, 2007, S. 70)

Changes in Natural Hazards	Confidence in projected changes	Most affected regions	Economic importance
<u>Permafrost related hazards:</u> Increase in frequency of rockfalls and magnitude of debris flows	Very high	High mountain range, tourism areas	Low
<u>GLOFs:</u> Increasing incidence of Glacial Lake Outburst Floods	Very high	High mountain range, tourism areas	Low
<u>Other Glacier related hazards:</u> Increasing frequency and magnitude	High	High mountain range, tourism areas	Low
<u>Winter Floods:</u> Greater intensity and frequency	Medium	Lower mountain range, densely populated areas	Very high
<u>Storms:</u> Greater intensity and frequency	Medium	Alpine arc, densely populated areas	Very high
<u>Rockfalls:</u> Increasing frequency	Medium	Lower to medium mountain range	Medium
<u>Forest fires:</u> Increasing number of events in Southern Alps	Medium	Lower mountain range of Southern Alps	Medium
<u>Landslides and debris flows:</u> Increasing frequency and magnitude	Medium/Low	Lower to medium mountain range	Medium
<u>Avalanches:</u> Increasing frequency and magnitude at high altitudes	Low	High mountain range, tourism areas	Medium

Es zeigt sich somit ein breites Spektrum von Analysen und Einschätzungen bezüglich der Folgen des Klimawandels auf Naturgefahren. Einige Forscher/innen, wie beispielsweise Götz, Keller-Lengen, Seiler oder Stötter (Götz & Raetzo, 2006, Keller-Lengen et al., 1998, Seiler, 2006, Stötter et al., 2003) sind sich mit ihren Aussagen sicherer, andere formulieren ihre Ergebnisse vorsichtiger, bzw. geben noch differenzierter Unsicherheitsbereiche an, was prinzipiell immer für wissenschaftliche Korrektheit getan werden sollte und für politische Entscheidungsträger zentral sein kann. In einem Punkt stimmen jedoch die Meinungen aller Experten/innen bezüglich Naturgefahrenprozesse und deren zukünftige Entwicklung überein: eine Abnahme des Gefahrenpotential kann mit aller größter Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden und somit sollte eine Vorbereitung auf eine potentielle Gefahrenzunahme beginnen, bevor es zu spät wird.

2.3 Änderungen im alpinen Kulturräum

Wie Slaymaker und Embleton-Hamann in ihrem Beitrag mit dem Titel *Mountain* im unlängst erschienen Buch *Geomorphology and Global Environmental Change* (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009) schreiben, ist „measurement and modelling of geomorphic change“ ein wesentlicher Sachverhalt im Zusammenhang mit Gebirgsräumen, auf den im vorangegangenen Abschnitt ausführlicher eingegangen wurde. Sie nennen als weitere Kernbereiche jedoch aber auch „the role of mountain land use and land cover change; and the assessment of mountain landform/landscape vulnerability and sustainability“ (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 38) auf welche im Folgenden näher eingegangen werden soll. Es wird somit primär jenes menschliche Verhalten und Handeln betrachtet, dass das Schadenpotential in Bezug auf Naturgefahren ansteigen hat lassen, „although human activity can have an impact on natural hazard processes at all levels“ (Stötter et al., 2002, S. 118). Dazu seien stellvertretend nur die menschlichen Einflüsse auf den Naturraum durch die vermehrte Aussetzung von Treibhausgasen erwähnt, die als Mitverursacher von Global Change zu sehen sind und somit in Folge wiederum Einfluss auch auf den Naturraum bzw. im konkreten Naturgefahrenprozesse mit sich bringt. Solch weiterreichende Aspekte sollen im kommenden Kapitel eher in den Hintergrund gestellt werden, obwohl sie gleichfalls hohe Relevanz im größeren Zusammenhang haben. Dies geschieht jedoch zu Gunsten einer näheren Auseinandersetzung und Fokussierung auf das Schadenpotential und dessen zeitliche sowie räumliche Veränderung im Zusammenhang mit Risiko im österreichischen Alpenraum, was vor allem für die daran anschließende raumordnerische Diskussion von Relevanz ist.

Im letzten halben Jahrhundert sind tiefgreifende Veränderungen in der Nutzung von Berggebieten in Österreich von statten gegangen (Bätzing, 2002).

„Housing and industry require land for buildings, roadways, recreation, and services. This demand for land has caused us to extend development into areas that are potentially hazardous.“ (Choch, 1995, S. 5)

Diese Entwicklung ist einerseits auf die Zunahme der wirtschaftlichen Aktivität zurückzuführen. Hand in Hand damit hat sich auch die Anzahl der hierfür notwendigen Infrastruktur, wie Straßen und Versorgungsleitungen, vergrößert und an Komplexität und Wert zugenommen. Weiters haben sich parallel dazu Siedlungsgebiete weiter räumlich ausgedehnt, sowie deren Dichte ist gestiegen. Dies wird hauptsächlich deshalb problematisch im Zusammenhang mit Naturgefahren, weil die für Siedlungs- und Wirtschaftsfläche geeigneten Bereiche stark limitiert sind, da ein Großteil Österreichs sich auf alpinem Raum befindet (Holub & Hübl, 2008). Hierzu soll folgende

Tabelle 5 verdeutlichen, wie stark die Bevölkerung Österreichs gerade in diesen zum Teil sogar hochalpinen Regionen gewachsen ist.

Tabelle 5. Vertikale Bevölkerungsverteilung bzw. -veränderung in den österreichischen Alpen zwischen 1871 und 2000 (nach Grundlage von Bätzing, 2003 aus Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 59)

	Lower than 500 m	500–999 m	1000–1499 m	1500–2042 m	Total for Eastern Alps area in Austria	Total for Austrian territory
Area in km ²	11 590 (21%)	33 151 (60%)	9 882 (18%)	323 (1%)	54 946 (100%)	83 871
Population in 1871, total and per km ²	644 157 56	817 194 25	107 377 11	900 3	1 569 628 29	4 498 000 54
Population in 2000, total and per km ²	1 460 053 126	1 672 678 50	165 836 17	1 213 4	3 299 780 60	8 144 000 97
Population changes 1871–2000	227%	205%	154%	135%	210%	181%

Auch wenn in den Niederungen bis 500 Höhenmeter die Bevölkerung im Zeitraum von 1871 bis 2000 am Stärksten zugenommen hat (227% Wachstum), so ist auch zu beachten, dass in mehr alpin geprägten Lagen (zwischen 1000 und 2042 Höhenmeter) es insgesamt zu einem Zuwachs von beinahe 50% gekommen ist. Dies hat zur Folge, dass die Landnutzung und Siedlungsentwicklung sich auch auf Flächen, die von Naturgefahren betroffen sind, konzentriert hat (Holub & Fuchs, 2009).

Folgende Abbildung 18 gibt dazu einen räumlichen Überblick und veranschaulicht die Entwicklung der Bevölkerungszunahme von 1971 bis 2000 in drei Phasen (1871-1951; 1951-1981 und 1981 bis 2000) auf Gemeindeebene. Das Bundesland Tirol ist in diesem Zusammenhang des kulturellen Wandels und vor allem der Bevölkerungszunahme im Alpenraum als besonderes Beispiel hervorzuheben: So hat sich auf einer besiedelbaren Fläche von 12,3% des Bundeslandes seine Bevölkerung innerhalb von ca. 60 Jahren deutlich mehr als verdoppelt (um ca. 60% gewachsen). Gleichzeitig wurden Nutzungsbeschränkungen im Rahmen von Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959) und/oder Forstgesetz 1975 (ForstG 1975) verfügt, die zunächst als Prävention gedacht waren und laut Heigl (2008) später als „Gesetzesmaterie zur Erschließung neuer Baugebiete missbraucht“ wurden. Er führt weiter dazu fort:

„Vernachlässigt man die Bundeshauptstadt, so zeigen gerade die Bundesländer mit dem größten Gebirgsanteil – bezogen auf ihre risikofreie Fläche – die stärkste Zunahme der Bevölkerungsdichte, die bis zu ca. 0,8%/a beträgt. Zudem erweist die Gegenüberstellung von 9% risikofreier Gesamtfläche und 12,3% besiedelbarer Gesamtfläche dieses Bundeslandes, dass risikobelastete Flächen im Ausmaß von 3,3% der Gesamtfläche als besiedelbar eingestuft, d.h. auch Risikogebiete erschlossen wurden.“ (Heigl, 2008, S. 335)

Vergleiche dazu Tabelle 6, wo neben Informationen zum Anteil der Risikogebiete für Tirol ein Vergleich zu Gesamtösterreich möglich ist und zu den weiteren Bundesländern die genauen Anteile ersichtlich sind.

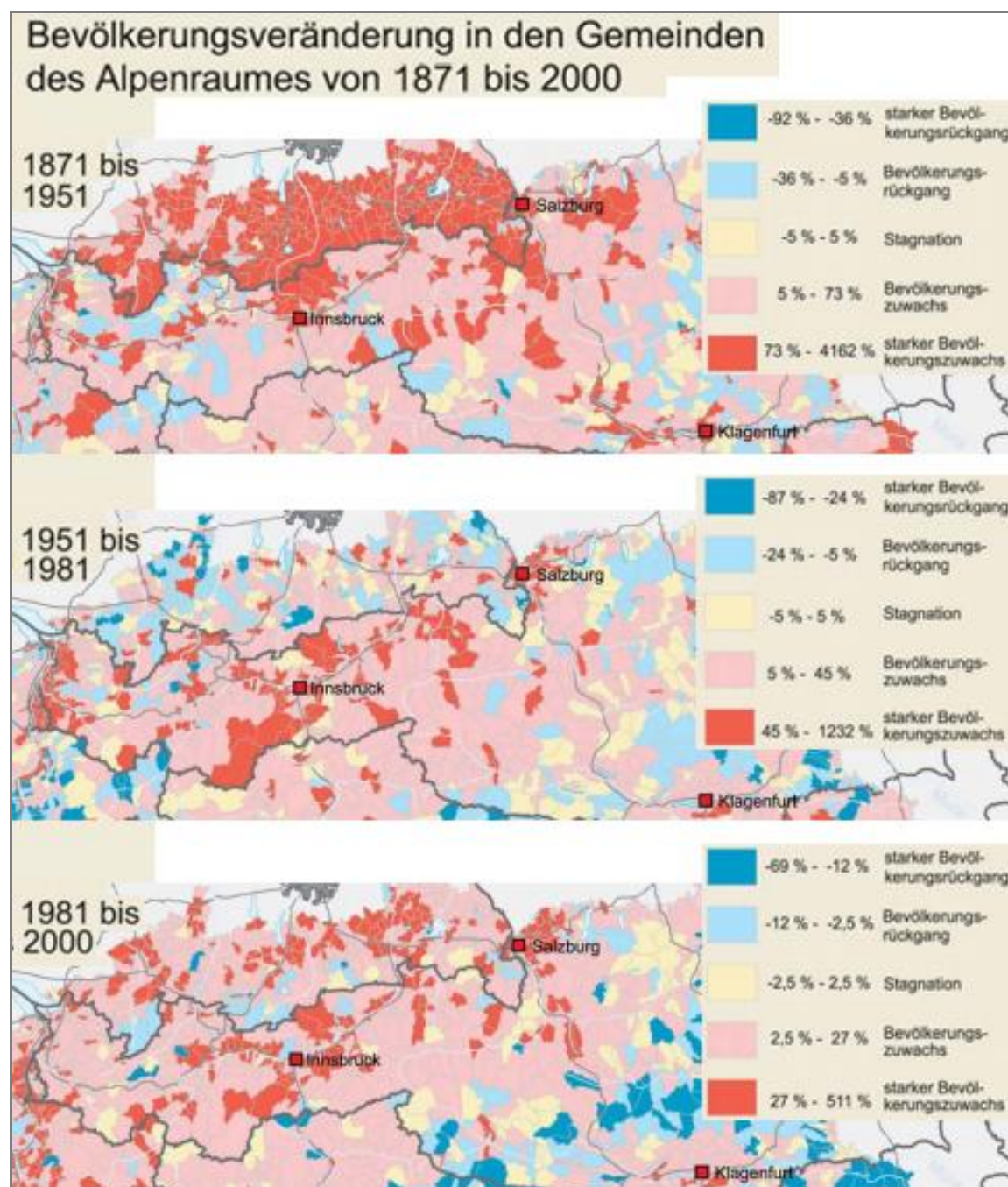


Abbildung 18. Bevölkerungsveränderung in den Gemeinden des Alpenraumes von 1871 bis 2000 (eigens erstellte Abbildung mit Kartengrundlage von Bätzing, 2002, S. 5-11)

Tabelle 6. Anteile der Risikogebiete an der Fläche der Österreichischen Bundesländer sowie deren Bevölkerungsdichte, bezogen auf deren nutzbare Gebiete (Heigl, 2008, S. 336)

Bundesland	Fläche (km ²)	Wildbach-Lawinen-Risikogebiete (km ²)	% Fläche	Nutzbare Gebiet (km ²)	EW 01.01.2006	EW/km ²	EW 01.01.2005	EW/km ²	EW/km ² Δ 05/06
Burgenland	3.965	622	16	3.343	279.317	83,55	278.215	83,22	0,33
Kärnten	9.533	7.817	82	1.716	560.300	326,52	559.891	326,27	0,25
Niederösterreich	19.174	8.974	47	10.200	1.581.422	155,04	1.569.596	153,88	1,16
Oberösterreich	11.981	8.981	75	3.000	1.402.050	467,35	1.396.228	465,41	1,94
Salzburg	7.155	6.368	86	787	528.351	671,35	526.017	668,38	2,97
Steiermark	16.386	9.800	60	6.586	1.202.087	182,52	1.197.527	181,83	0,69
Tirol	12.649	11.510	91	1.139	697.435	612,32	691.783	607,36	4,96
Vorarlberg	2.601	2.211	85	390	363.526	932,12	360.827	925,20	6,92
Wien	434	81	19	353	1.651.437	4.678,29	1.626.440	4.607,48	70,81
Σ	83.878	56.364	67	27.514	8.265.925	300,43	8.206.524	298,27	

Diese momentane Situation zu Risikogebieten in den jeweiligen Bundesländern ist im Kontext mit einem längeren, gesamtgesellschaftlichen (Struktur-)Wandel im Alpenraum von einer ursprünglich stark agrarisch geprägten Gesellschaft hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft zu sehen, der von steigenden Raten im Tourismussektor forciert wurde und speziell im vergangenen Jahrhundert große kulturelle Veränderungen zur Folge hatte (Bätzing, 2002). Somit herrscht heute im Vergleich zu früher, als traditionell die Wohn- und Wirtschaftsfunktion eng und einfach miteinander verbunden waren, ein komplexes funktionales Geflecht (Stötter & Keiler, 2003, Bätzing, 2003). Darüber hinaus kam es zu einem tiefen Wertewandel hin zu einer mehr und mehr freizeitorientierten Schwerpunktsetzung, was speziell für den Alpenraum eine Zunahme der sich in potentiell gefährlichen Zonen aufhaltenden Personen geführt hat und somit neben den sozioökonomischen Änderungen der Strukturen in Berggebieten mit zu einer Veränderung des Schadenpotenzials führte (Fuchs, 2008, Keiler & Fuchs, 2008). Darüber hinaus ist für viele Alpentäler heute charakteristisch, „dass der flache Talboden und einige kleinere Teilflächen im Almbereich durch Landwirtschaft, Gewerbe, Tourismus, Siedlungen, Verkehr intensiv genutzt, teilweise übernutzt werden, während alle anderen Flächen aus der Nutzung fallen, verbuschen und verwalden. Diese gegenläufige Entwicklung auf allen Maßstabsebenen führt zu gravierenden Problemen in den Bereichen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft“ (Bätzing, 2002, S. 17). Dies ist vor allem im längeren historischen Verlauf zu sehen: Denn die traditionelle Nutzung, die Arten- und Landschaftsvielfalt der Alpen eher erhöht hat in einer Zeit, als sich die im Alpenraum siedelnden Menschen für eine langfristige ökologische Stabilität der Kulturlandschaft verantwortlich fühlten, hat sich hin zu modernen Nutzungsformen der Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft entwickelt. Diese sind eher kurzfristig angelegt, zerstören vermehrt die biologische Vielfalt und gefährden die ökologische Stabilität, da momentan weder eine umweltgerechte Wirtschaftsweise noch ein kulturelles Verantwortungsbewusstsein konkurrenz- und durchsetzungsfähig sind (Bätzing, 2003).

Slaymaker und Embleton-Hamann (2009) haben Gebirgsregionen nach deren Einflussnahme durch die Bevölkerung typologisiert, wo sie den österreichischen Gebirgsraum als „high population density temperate mountains“ klassifiziert haben und zu dieser Gruppe (zu der neben Österreich unter anderem auch Japan zählt) folgendes als charakteristisch konstatieren: „The human impact (both positive and negative) on these mountains far exceeds the documented effects of relief and hydroclimate“ (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 46). Diese Aussage drückt die große Einflussnahme menschlichen Handelns, das somit die Bedeutung von Relief und Hydroklimat sogar überschreitet, sehr deutlich aus. Verbindet man diese Erkenntnis mit Bätzing's zuvor erläuterten Feststellung, dass menschliche Nutzungsformen im Alpenraum immer kurzfristiger orientiert sind (Bätzing, 2003), sollte spätestens diese integrative Betrachtung zum Nachdenken über den momentanen Wandel der soziokulturellen Sphäre im Alpenraum anregen. Eine Auseinandersetzung mit den derzeitigen alpinen Wirtschaftsformen bleibt somit schlichtweg unumgänglich, kann jedoch im Bezug auf diese Arbeit nicht in dementsprechender Tiefe, wie es die Thematik erfordern würde, vorgenommen werden. Deshalb soll im Folgenden kurz zusammenfassend auf soziokulturelle Prozessveränderungen des alpinen Strukturwandels mit Fokus auf alpine Naturgefahren eingegangen werden. Denn in Gebirgsräumen, die wie soeben für Österreich beschrieben, stark durch die Konfrontation der Gesellschaft mit Naturgefahren geprägt werden, „geht jeder Wandel in der Kulturlandschaft mit einer Veränderung des Risikos einher. Eine Möglichkeit über den Risikoansatz, diese Veränderungen zu quantifizieren bietet sich durch das Schadenpotential.“ Darunter versteht man in der Naturgefahrenforschung die „Summe der potentiell von Naturgefahrenprozessen betroffenen Menschen sowie Objekte“ (Stötter, 2007, S. 164). Dafür ist es notwendig, die Elemente des Kulturräumes näher zu analysieren, sowie dessen Variabilität zu betrachten. Hierbei zeigt sich, dass eine Einteilung dieser in lang- und kurzfristige Variabilität hilfreich ist, da diese jeweils von unterschiedlichen Mustern geprägt ist. Es wird dabei anfänglich auf längerfristige Trends des sozioökonomischen Strukturwandels eingegangen, die bereits einleitend zum Teil im Zusammenhang mit der Bevölkerungszunahme aufgeworfen wurden. Daran anschließend wird auf kurzfristige Fluktuationen von potentiell gefährdeten Werten und Personen sowie abschließend auf die allgemeine Entwicklung des Gefahren- und Schadenpotential zusammenfassend mit Blick auf die zukünftige Entwicklung eingegangen.

2.3.1 Längerfristige Trends des sozioökonomischen Strukturwandels

Wie bereits einleitend erwähnt, ist es in der 2. Hälfte des vergangenen Jahrhunderts zu einem starken sozioökonomischen Wandel im Alpenraum gekommen, der räumliche Disparitäten aufweist und mit einer langfristigen Veränderung der Bevölkerung in Verbindung gebracht werden kann. „In the developed world, winter tourism has expanded significantly during the past

three decades and the winter tourism industry has a strong impact on the natural system”, da die dafür notwendige Infrastruktur wie auch technologischen Maßnahmen, wie Errichtung von Skipisten oder die künstliche Schneeproduktion, vorgenommen werden müssen (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 47). Diese bereits relativ kleinmaßstäbigen Phänomene werden auch auf meso- und mikroskaligen Betrachtungsebenen widergespiegelt (Fuchs, 2008). In Abbildung 18 wird dies anhand zweier Bilder der Ortschaft Davos (Schweiz), die von Tourismus stark geprägt wurde, sehr schön deutlich. Primär ist die Verdichtung der Siedlungsstruktur wie aber auch die Ausdehnung des Siedlungsraumes durch visuellen Vergleich direkt erkennbar.



Abbildung 19. Siedlungsentwicklung im Alpenraum am Beispiel Davos (Schweiz); links 1940er-Jahre, rechts im Jahr 2002. Fotos: J. Traufer (links), S. Fuchs (rechts) (Fuchs & Keiler, 2008, S. 375)

Dieses Beispiel aus der Schweiz verdeutlicht die rasante Strukturveränderung sehr deutlich, ist jedoch bei weitem kein Einzelfall. Es soll mehr zur Veranschaulichung repräsentativ für viele Orte im Alpenraum und deren Entwicklungen der letzten Jahrzehnte dienen.

Neben der Verdichtung sowie Ausdehnung des Siedlungsraumes ist die Wertsteigerung der exponierten Objekte ein weiterer wesentlicher Faktor, der im alpinen Kulturräum im Bezug auf Schadenpotentialsteigerung von Bedeutung ist, vergleiche Abbildung 20.

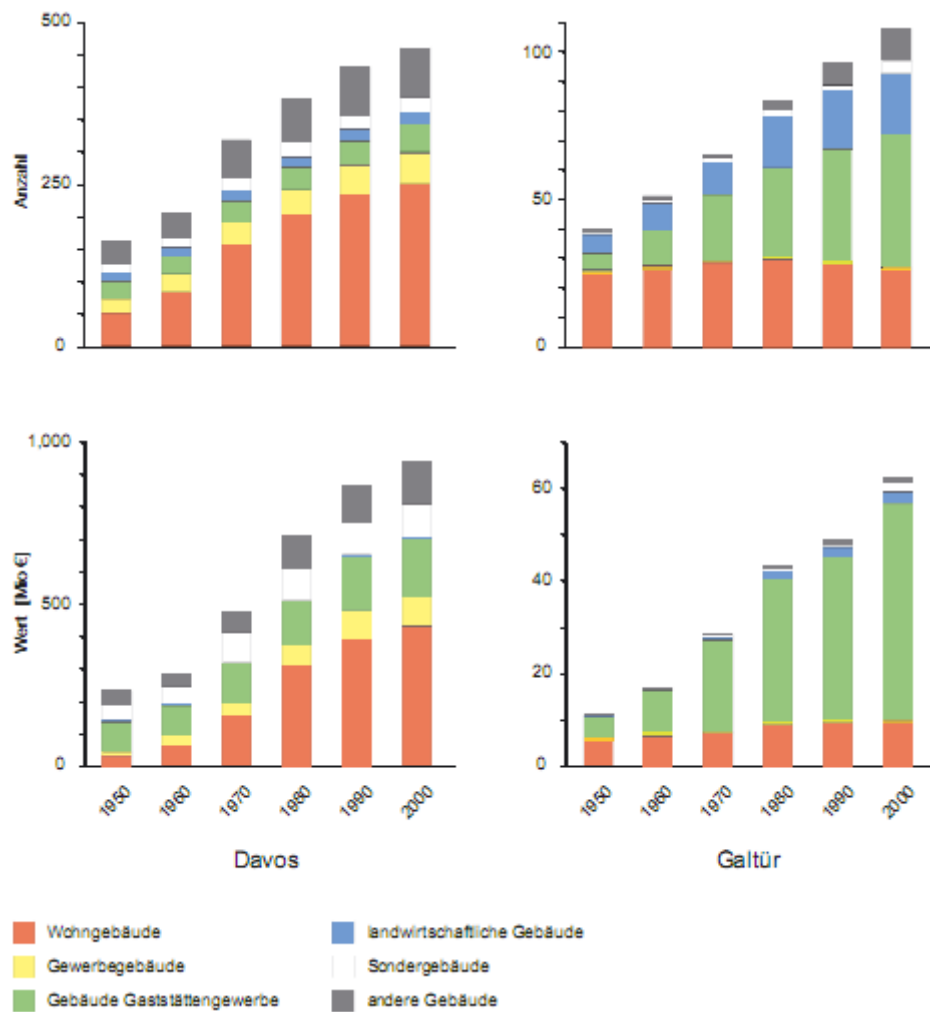


Abbildung 20. Steigerung der Anzahl und Werte gefährdeter Gebäude in Davos (CH, links) und Galtür (A, rechts) (Fuchs, 2008, S. 124)

In der obigen Abbildung wird deutlich, wie sehr die Anzahl der gefährdeten Gebäude sowohl in Davos wie auch in Galtür in der betrachteten Periode (1950 bis 2000) zugenommen hat. Es kam diesbezüglich bei beiden fast zu einer Verdreifachung. Während in Davos hauptsächlich die Kategorie Wohngebäude einen Großteil der Steigerung zu verzeichnen hat, sind es in Galtür die Beherbergungsbetriebe, die die höchsten Steigerungswerte aufweisen (Fuchs, 2008). Auch bezüglich des Wertes der exponierten Objekte ist ein eindeutig stetig steigender Trend beobachtbar, der direkt abhängig vom Wandel der Wirtschaftsgrundlage und –weise sowie von der Bevölkerungsentwicklung ist. Einerseits hat mit der steigenden Einwohnerzahl sowie dem Anspruch auf größeren individuellen Wohnraum die Zahl der Wohngebäude zugenommen, andererseits hat sich damit einhergehend (allen voran durch die Bedürfnisse der Tourismuswirtschaft) die Qualität der Bausubstanz und der Ausstattung erheblich erhöht (Stötter & Keiler, 2003, Stötter et al., 2004).

Untersucht man die Entwicklung des Schadenspotenzials zusätzlich in einer detaillierteren räumlichen Auflösung, ergeben sich bemerkenswerte Differenzen. Einer Analyse zu Galtür von Keiler und Stötter (2004) folgend, sind in den gelben Gefahrenzonen in Galtür die gefährdeten Gebäudewerte im Untersuchungszeitraum um den Faktor 9 angestiegen, diese Steigerung liegt somit auch über der der gesamten Gemeinde (Faktor 8). Legt man einen 10-m-Bereich im direkten Anschluss an die gelbe Zone und betrachtet diesen – also im offiziell „sicheren“ Gebiet – so kann ein Anstieg der Gebäudewerte um den Faktor 15 festgestellt werden. Es wird dazu angemerkt, dass diese Steigerung nach Fertigstellung des Gefahrenzonenplans erfolgte und sich hier dementsprechend die Berücksichtigung des Gefahrenzonenplans in der Flächenwidmung der Gemeinde widerspiegelt (Keiler & Stötter, 2004). Eine solche Entwicklung hat zur Folge, dass sich in einem schmalen, direkt den Zonen anschließenden Bereich ungefähr dieselbe Summe an Gebäudewerten befindet wie in den Gefahrenzonen selbst. Ein sehr ähnliches Ergebnis brachte eine Studie von Fuchs und Bründl (2005) hervor, die ergab, dass eine Ausdehnung der derzeit gültigen Gefahrenzonenpläne um 10 m die Anzahl gefährdeter Gebäude um rund ein Drittel ansteigen lassen würde und die Anzahl der gefährdeten Personen sich sogar verdoppeln würde (Fuchs, 2008). Solch detaillierte Analysen zum Schadenpotential sollten vermehrt durchgeführt werden, da durch genauere Kenntnis der Prozesse im Kulturräum, eine verbesserte Lenkung der zukünftigen Entwicklung in gewünschte Bahnen möglich wäre, sowie das Ergebnis der Risikoanalyse aufgrund desselben Detaillierungsgrads von Schadenpotential und Gefahrenbeurteilung an Aussagekraft gewinnt, da beide Komponenten in die Risikoformel gleichwertig einfließen (Keiler & Stötter, 2004).

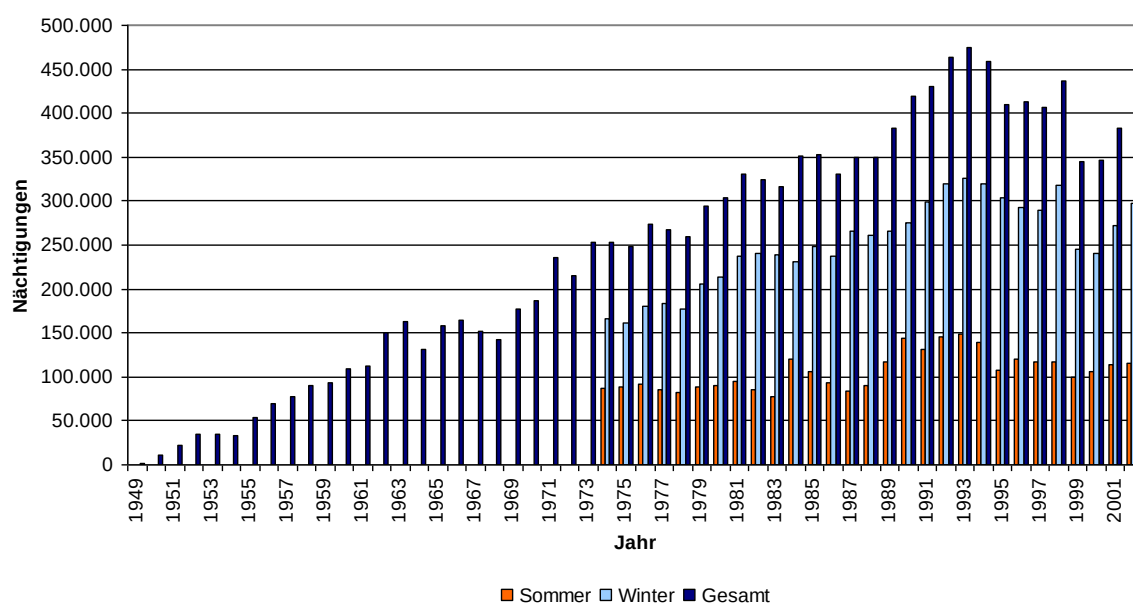


Abbildung 21. Entwicklung der Nächtigungszahlen in Galtür im Zeitraum 1949–2002 (Stötter & Keiler, 2003, S. 228)

Weiters ist in Bezug auf die Anzahl der in Bergregionen anwesenden Touristen seit den 1950 Jahren ein langfristig markanter Anstieg beobachtbar, der in Abbildung 20 exemplarisch für die Gemeinde Galtür anhand der Nächtigungsanzahl differenziert nach Winter- und Sommersaison dargestellt ist. Die deutliche Zunahme der Personenanzahl ist vor allem während den Wintermonaten von höchster Evidenz. Dieser Trend kann repräsentativ für die meisten touristisch geprägten Bergdörfer sowie alpinen Regionen in Österreich angesehen werden.

Somit hat die touristische Nutzung in Bergregionen in Österreich sehr starke Veränderungen einerseits physischer wie aber auch soziokultureller Natur mit sich gebracht. Der Wandel im Raum ist einerseits auf „land cover change“ oder „land use change“ zurückzuführen (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 55). Letzterer ist sehr stark mit der Touristifizierung des Alpenraumes verbunden und wurde in folgender, sehr allgemein gehaltener Abbildung 22, in Relation zum Umweltwandel und den sozioökonomischen Aktivitäten im Alpenraum dargestellt.

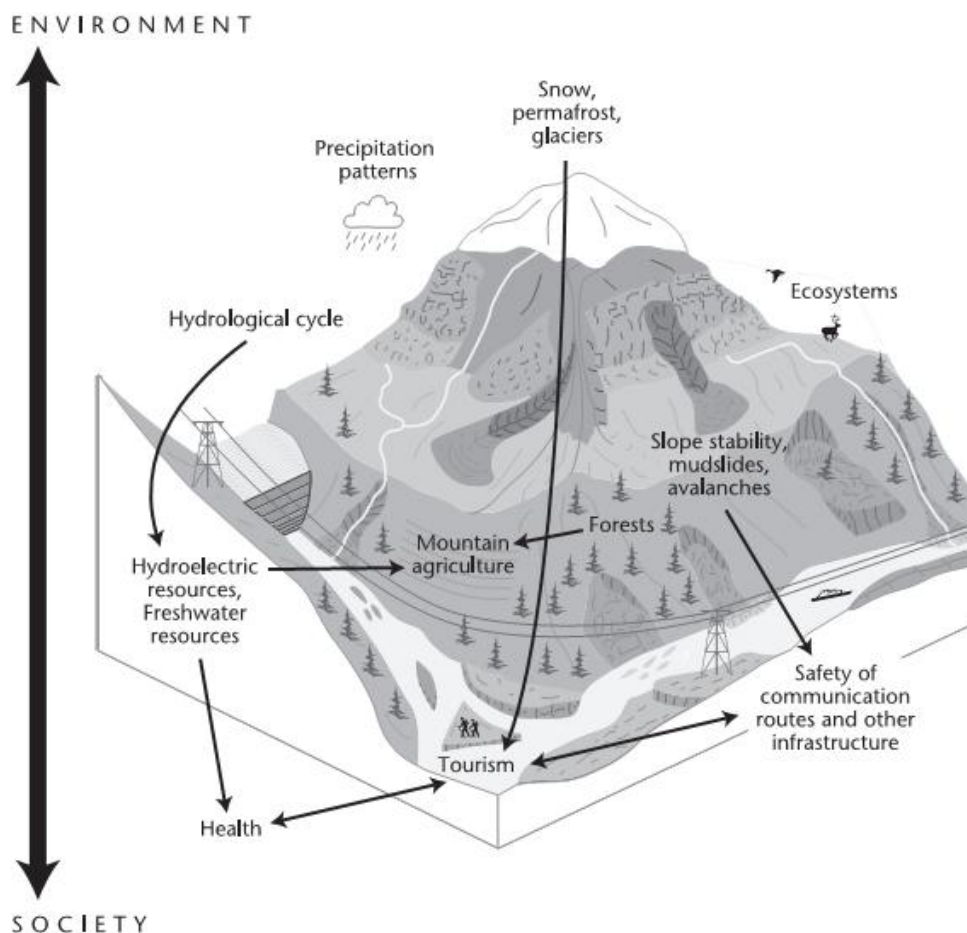


Abbildung 22. Vorgeschlagene Verknüpfungen zwischen sozioökonomischer Aktivität, Landschaft und globalem Umweltwandel im Gebirgsraum (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 55)

2.3.2 Kurzfristige Fluktuationen von potentiell gefährdeten Werten und Personen

Bei den im Folgenden erläuterten kurzfristigen Aspekten im Kulturreaum handelt es sich vor allem um temporäre Fluktuationen von mobilen Werten, wie Personen, Autos oder anderen nicht stationären Objekten. Die Schwankungen können quantifiziert und auf verschieden aufgelösten Zeitskalen in saisonale, wöchentliche und stündliche Variationen differenziert werden, vergleiche Abbildung 23.

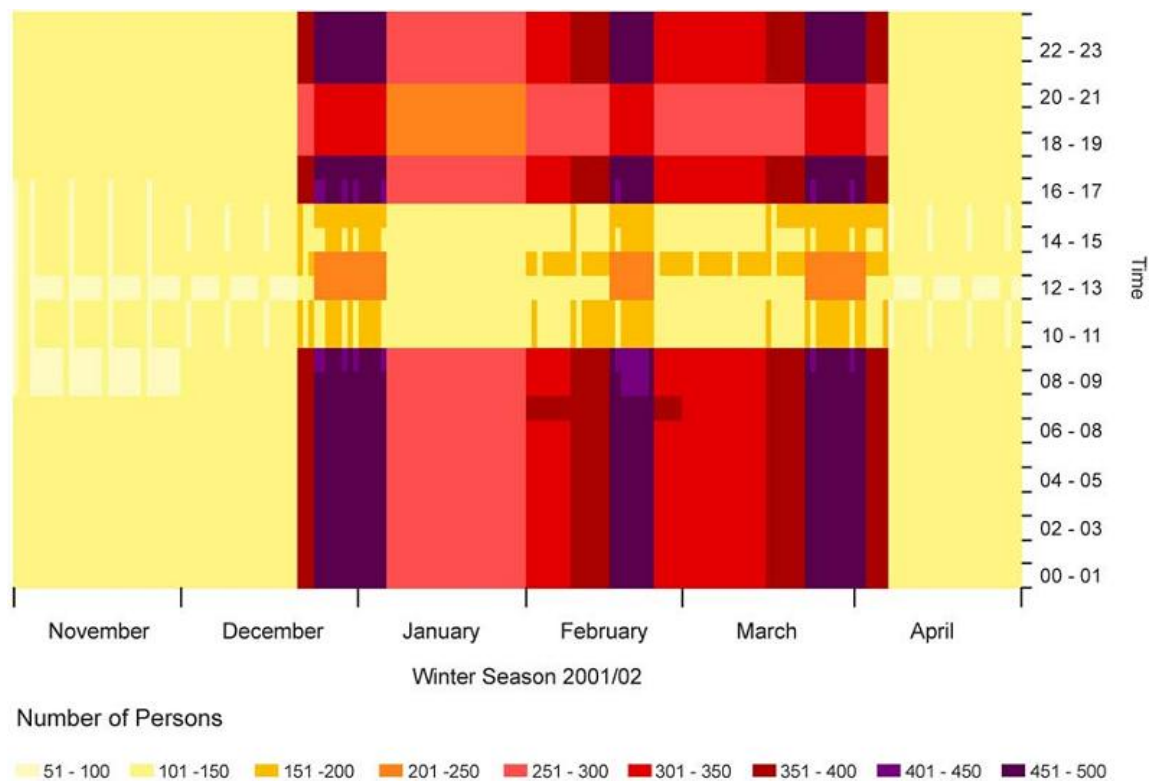


Abbildung 23. Saisonale, tägliche und stündliche Variationen der exponierten Personen in Galtür (Wintersaison 2001/2002) (Keiler et al., 2005, S. 55)

Die Maximalwerte in der Anwesenheit der Personen in gefährdeten Siedlungsbereichen finden sich während der typischen winterlichen Hochsaison in der Zeit um Weihnachten, Ende Februar und Ostern. „Diese Perioden stimmen häufig mit Zeitabschnitten erhöhter Lawinenaktivität überein, wie eine Analyse der entsprechenden Lawinenlageberichte gezeigt hat“ (Fuchs, 2008, S. 125). Den gesamten Zeitraum betrachtend ändert sich für das Untersuchungsgebiet die Anzahl der Personen um den Faktor 6. Weiters wird der wöchentliche Rhythmus der Tourismusbewegungen erkennbar, der von tageszeitlichen Schwankungen mit einem Faktor zwischen 1,4 (Nebensaison) bis 3,4 (Hauptsaison) überlagert wird (Fuchs, 2008).

2.4 Neue Herausforderungen für den Umgang mit Naturgefahren

Die vorangegangenen zwei Kapitel skizzierten ausführlich die vergangenen und zukünftig möglichen Veränderungen einerseits im Natur- und andererseits im Kulturräum. Im Folgenden sollen beide Bereiche gemeinsam und dessen Überschneidungen konkreter betrachtet werden, sowie die durch Global Change zu erwartenden Folgen erläutert werden. Daran anschließend werden Anpassungspotentiale diskutiert, sowie ein kurzer Überblick über Maßnahmen im Naturgefahrenschutz gegeben. Weiters wird erklärt, aus welchem Grunde in dieser Arbeit das Hauptaugenmerk auf raumordnerische Instrumente im Naturgefahrenschutz gelegt wird.

2.4.1 Gefahren- und Schadenpotential nehmen zu, das Risiko steigt

Vom Allgemeinen sich annähernd, ist grundsätzlich zu sagen, dass dort, wo natürliche Prozesse im Überschneidungsbereich mit Nutzungsansprüchen des Menschen stehen, es zur Gefahr kommt und sich zum Risiko entwickeln kann. Die beiden Begriffe Gefahr und Risiko liegen sehr eng beieinander, eine differenzierte Unterscheidung ist jedoch in diesem Zusammenhang von Bedeutung. Deutschsprachigen Nachschlagewerken zufolge wird „Gefahr“ mehr als „Nachstellung“ oder „Bedrohung“ definiert, während hingegen das Risiko die Wahrscheinlichkeit eines tatsächlichen Verlustes beziehungsweise einer Schädigung miteinschließt (Bacher, 2004, S. 68). Die folgende Gleichung (1, Risikoformel) nach Kaplan und Garrick drückt auch weiters aus, dass durch eine Vergrößerung der Sicherheitsmaßnahmen das Risiko minimiert werden kann.

$$\text{Risikoformel: } „\text{Risiko} = \text{Gefahr} / \text{Sicherungsmaßnahmen}“ \quad (1)$$

(Bacher, 2004, S. 69)

Keller-Lengen et al. (1998, S. 16) definiert den Risikobegriff als „Produkt von Wahrscheinlichkeit und Tragweite eines Schadensereignisses“, wobei er darauf hinweist, dass im Bereich der Naturkatastrophen dieses aufgrund der Zunahme der Tragweite der Ereignisse zugenommen hat und vermutlich weiter zunehmen wird. Es ist bei Naturgefahren somit, anders formuliert, zwischen „Gefahren- und Schadenpotential“ zu unterscheiden und Naturgefahren können, generalisiert betrachtet, als „Schnittstellenphänomene im Überschneidungsbereich von naturräumlichen Gegebenheiten auf der einen und Elementen des Kulturräums auf der anderen Seite“ gesehen werden (Stötter & Fuchs, 2006, S. 19). Folglich kommt es zu einer Risikozunahme, wenn sich zum einen Ausmaß und Eintretenswahrscheinlichkeit eines natürlichen gefährlichen Prozesses erhöhen oder zumindest als gleichbleibend einzuschätzen sind

und zum Anderen der Wert und die Präsenzwahrscheinlichkeit von potentiellen Schadenobjekten zunimmt (Stötter & Keiler, 2003).

Speziell für den Alpenraum ist aufgrund topographischer Gegebenheiten die Tatsache, dass für ökonomische Aktivitäten wie auch der für Siedlungszwecke zur Verfügung stehende Raum naturgemäß stark begrenzt ist (Fuchs, 2008) und somit aus diesem Raumdruck heraus oft höhere Risiken von vornherein in Kauf genommen werden, indem die möglichen Flächen bis an die rechtlichen Limits bzw. zum Teil darüber hinaus genutzt werden. Leichte Änderungen des Prozessverhaltens können deshalb schon sehr schnell zu einem erhöhten Gefährdungspotenzial für exponierte Werte und Personen führen, „insbesondere, wenn diese Prozesse in ihrer durchschnittlichen Schwankungsbreite einen bestimmten, auf die jeweiligen technologischen und wirtschaftlichen Bedingungen bezogenen Schwellenwert überschreiten“ (Fuchs, 2008, S. 117).

Diese Wichtigkeit des Schadenpotentials, findet in zeitgemäßem Naturgefahrenmanagement bereits in einer Erweiterung der prozessorientierten Sichtweise um die Bewertung des exponierten Schadenpotentials Eingang. Dabei wird folglich die Analysen des Naturraums und des Kulturrums/der Gesellschaft zum Konzept der Risikoanalyse kombiniert. „Risiko, mathematisch definiert als Funktion von Eintretenswahrscheinlichkeit eines Prozesses definierter Magnitude und dem korrespondierenden Schadensausmaß (Varnes 1984), ermöglicht somit eine Quantifizierung der Auswirkung von Naturgefahren. Das Schadensausmaß errechnet sich dabei aus dem Wert und der Verletzlichkeit eines betrachteten Objektes, sowie der Präsenzwahrscheinlichkeit im Falle von beweglichen Objekten“ (Keiler & Fuchs, 2008, S. 373), vergleiche dazu folgende Gleichung (2).

$$R_{i,j} = f(p_{Si}, A_{Oj}, v_{Oj, Si}, p_{Oj, Si}) \quad (2)$$

$R_{i,j}$ Risiko in Abhängigkeit von Szenario i und Objekt j

p_{Si} Eintretenswahrscheinlichkeit von Szenario i

A_{Oj} Wert von Objekt j

$v_{Oj, Si}$ Verletzlichkeit von Objekt j in Abhängigkeit von Szenario i

$p_{Oj, Si}$ Präsenzwahrscheinlichkeit von Objekt j gegenüber Szenario i

(Keiler & Fuchs, 2008, S. 373)

Somit ist unter anderem für die Quantifizierung des Risikos die Bestimmung der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Schadenereignisses zentral, was durch den Faktor Klimawandel erschwert wird. Jedoch zwingen uns steigendes Schadenpotential und die zum Teil

beobachtete zunehmende Zahl von Katastrophen, Ereignisse in Schutzkonzepte aufzunehmen, deren Wahrscheinlichkeit wir letztlich nicht kennen (Petraschek, 2008).

Die sich daraus ergebenden potentiellen Entwicklungen des Risikos sind in Tabelle 7 qualitativ in neun möglichen Tendenzen dargestellt, wobei praktisch nur vier von Relevanz sein werden, denn alle Kombinationen die mit einer Abnahme einerseits der exponierten Werte und/oder Anzahl der gefährdeten Personen sowie einer Abnahme der Magnitude oder Frequenz des natürlichen Prozesses zu tun haben, können als höchst unwahrscheinlich eingestuft werden. Realistisch betrachtet, ist somit mit einer Verschlechterung der momentanen Situation zu rechnen (Stötter et al., 2004).

Tabelle 7. Darstellung möglicher Risikoentwicklungen auf Basis von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturgefahrenprozessen und Wert und Präsenzwahrscheinlichkeit gefährdeter Objekte und Personen; Positive Möglichkeiten der Entwicklung des Risikos sind in Grüntönen dargestellt, negative in Rottönen. Unwahrscheinliche Entwicklungen sind schraffiert (Stötter et al., 2003, S. 227)

		Werte und Präsenzwahrscheinlichkeit von Menschen und/oder Objekten		
		Abnahme (+)	ohne Änderung (Ø)	Zunahme (-)
Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Gefahrenprozessen	Zunahme (-)	Ø	-	--
	ohne Änderung (Ø)	+	Ø	-
	Abnahme (+)	++	+	Ø

Obige Tabelle verdeutlicht somit, wie einerseits Intensität bzw. Magnitude und Frequenz eines Prozesses zunehmen, abnehmen, oder die derzeitige Größe beibehalten können. Dabei muss auf Grund neuester Erkenntnisse davon ausgegangen werden, dass alle Verlagerungsprozesse mit Wasser als Triebkraft eine Akzentuierung erfahren werden (IPCC, 2007a) und somit „eine Zunahme der Prozesse zumindest nicht ausgeschlossen werden kann“ (Fuchs, 2008, S. 118). Weiters unterliegt das von diesen physischen Prozessen betroffene Schadenpotential ebenfalls einer Variabilität, wo im letzten Jahrzehnt für den Großteil des Siedlungsgebietes in Bergregionen eine Erhöhung der Wertkonzentration zu verzeichnen war. Dabei speziell bedeutsam ist die Überlagerung von langfristigen Veränderungen im Prozess- sowie sozioökonomischen Bereich durch kurzfristige Fluktuationen, welche zu Risikospitzen führen kann (Fuchs & Keiler, 2008). Weiters ist mit einer Ausweitung der Auswirkungen des

Klimawandels auf Naturgefahrenprozesse von unmittelbar betroffenen Gebieten auf weitere Regionen zu rechnen (Fuchs, 2008), was speziell in Bezug auf Hochwasserentwicklungen für Ostösterreich von Bedeutung werden kann.

Somit sind zukünftig drei mögliche Entwicklungen des Risikos relevant:

- Unverändertes Risiko (Ø): Dies ist der Fall, wenn sich sowohl auf der Seite des Naturraums, als auch auf der Seite des Kulturrums keine gravierenden Änderungen der momentanen Situation ergeben (in Tabelle 7 gelb dargestellt).
- Zunahme des Risikos (-): Dies geschieht, wenn entweder Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Prozessen zunehmen, oder wenn Werte bei Objekten (oder die Präsenzwahrscheinlichkeit von Personen) ansteigen (in Tabelle 7 orange dargestellt).
- Deutliche Zunahme des Risikos (--): Dies tritt ein, wenn sowohl Anstiege auf der Prozessseite, als auch auf der Seite des Schadenpotentials eintreten (in Tabelle 7 rot dargestellt).

Zusammengefasst bedeutet dies, dass das Risiko zukünftig bestenfalls unverändert bleibt, realistisch aber mit einer Verschlechterung der Situation zu rechnen sein dürfte (Stötter et al., 2003).

Dieser Aspekt führt zur Frage, ob die bisherige Auseinandersetzung mit Naturgefahren mit ihrer bereits jahrzehntelangen Geschichte, immer noch adäquat ist. Denn bisherig wurden insbesondere von ingenieurwissenschaftlicher Seite Gefahrenbeurteilungen durchgeführt, um ex ante Auswirkungen gefährlicher Prozesse auf den Siedlungs- und Wirtschaftsraum zu bestimmen.

„Solange relevante Systemgrenzen stabil sind und sich somit die Rahmenbedingungen für Prozesse nicht ändern, können mit dieser Methodik zukünftige Schäden auf das Minimum reduziert werden.“ (Fuchs, 2008, S. 119)

Kommt es jedoch zu Veränderungen im Natur- oder Kulturräum, die einerseits das Gefährdungspotenzial vergrößern, sowie eine Erhöhung der exponierten Werte zur Folge haben und somit das Risiko ansteigen lassen, ergeben sich neue Herausforderungen, welche möglichst rasch erkannt und bearbeitet werden sollten. Slaymaker und Embleton-Hamann (2009) schreiben dazu folgendermaßen:

„The combination of extreme geophysical events with exceptional population growth and land use modifications underlines the urgency of better understanding of these interactions and working out the implications for adaptation to and mitigation of the effects of these drivers of change on landforms and landscapes.“ (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 38)

Dabei ist unter anderem auch wesentlich zu berücksichtigen, dass ein steigender Sicherheitsanspruch für bestehende Schutzmaßnahmen (Risiko durch Versagensfall oder Überlastung) mehr und mehr aufkommt, wo Fragen der Lebensdauer, des altersabhängigen Wirkungsgrades (Zustandsmonitoring) sowie des effizienten Unterhalts der Maßnahmen an zentraler Bedeutung gewinnen werden. Denn ein/e betroffene/r Bürger/in kann in der Regel nicht zwischen Gefahr und Risiko unterscheiden und ist daher kaum in der Lage, Risiken aufgrund vorgegebener Kriterien objektiv zu beurteilen. Auch zeichnet sich in der Gesellschaft eine abnehmende Bereitschaft, drohende Gefahren und die damit verbundenen Risiken zu akzeptieren, was zum Teil auf die zunehmenden Ansprüche an die eigene Sicherheit und jene des Eigentums zurückzuführen ist.

„Aversion gegen Katastrophen, also den Verlust des Lebens oder der Lebensgrundlage, ist folglich kein geeigneter Maßstab zur Beurteilung der Frage, was Schutz wert ist. Ebenso ist das Risiko für Menschenleben als Faktor von Kosten-Nutzen-Relationen aus ethischen Gründen abzulehnen.“ (Patek, 2007, S. 12)

Im Besonderen ist bezüglich Risiko zu beachten, dass die Prozesse sowie Prozessveränderungen im Natur- und Kulturraum einem nicht linearen Wandel unterliegen, der je nach Betrachtungsmaßstab von der zeitlichen Dimension Stunden bis zu Jahren/Jahrzehnten reichen kann und somit eine temporale Betrachtung bei der Beurteilung naturgefahreninduzierter Risiken von Nöten ist (vgl. Tabelle 8), was im Folgenden besonders für Gefahrenzonenpläne wesentlich wird (Stötter & Keiler, 2003).

Tabelle 8. Zeitdimensionen von Naturraum- und Kulturraumprozessen, die das Risiko beeinflussen (Stötter & Keiler, 2003, S. 219)

Zeitdimension	Naturraumprozesse	Kulturraumprozesse
≤ Stunden	Einzelereignisse hoher Augenblicksleistung/Intensität	Tagesrhythmus, kleinräumliche Verlagerung von Personen und Wertobjekten
Tage	Zeiteinheit der Großwetterlagen als Auslöser von Großereignissen	Erhöhung der Präsenzwahrscheinlichkeit von Werten und Personen an Wochenenden
Wochen	Einbeziehung der (hydrologischen) Vorgeschichte	„klassische“ Zeiteinheit im Tourismus: Haupt-, Zwischen-, Nebensaison
Monate, Jahreszeiten	Saisonalität der Klimasteuerung und Prozessdynamik (Prozessart und –intensität)	Winter-, Sommersaison
≥ Jahre, Jahrzehnte	Folgen des Klimawandels	Sozioökonomische Prozesse

In Bezug auf das in Folge des Klimawandels, wenn auch in großen zeitlichen Dimensionen, zu erwartende höhere Risiko gegenüber Naturgefahren ist weiters anzumerken, dass es gepaart mit einer stetigen Abnahme der Akzeptanzbereitschaft von Naturgefahrenereignissen durch die Bevölkerung, einem verringerten finanziellen Spielraum der öffentlichen Hand für aktive Schutzmaßnahmen sowie mehr und mehr beschränkten Raumreserven und folglich Konflikten mit Gefahrenzonen von Statten geht (Fuchs, 2008). Dies führt bereits zum im nächsten Abschnitt behandelten Thema: der Anpassungsfähigkeit Österreichs an durch Global Change hervorgerufene Änderungen im Natur- und Kulturreich.

2.4.2 Anpassungsmöglichkeiten an erhöhtes Risikopotential

Österreich als sehr alpin geprägtes Land ist seit jeher gewohnt sich an Umweltrisiken anpassen zu müssen. „The permanent implementation of new adaptation measures motivated by socio-economic and land use changes is beneficial for adapting to a climatic change” (BMLFUW, 2006, S 127).

Grundsätzlich können Anpassungsmaßnahmen unterschieden werden in solche, die direkt durch beobachtete Global Change Veränderungen motiviert werden und jene, die in Bezug auf existierende Maßnahmen zur Schadensminimierung von Umweltrisiken unternommen werden und natürlich durch Ineinbezug von Global Change Aspekten verbessert werden können. Bis jetzt sind jedoch erst genannte Anpassungsmaßnahmen in relativ geringen Umfang durchgeführt worden und beruhen auf private Initiativen bzw. jene von lokalen Administrationseinheiten. Die Extremereignisse der letzten Jahre haben jedoch die Notwendigkeit einer breiteren und koordinierteren Auseinandersetzung mit potentiellen Anpassungsmaßnahmen in der Öffentlichkeit verdeutlicht.

„Within the ongoing international EC-founded research project AMICA ‘Adaptation and Mitigation – an Integrated Climate Policy Approach’, an approach to combine long-term climate protection and short- and midterm adaptation measures at the local level shall be developed.” (BMLFUW, 2006, S. 127)

Die Fähigkeit der Anpassung an Veränderungen bzw. Stress eines Systems hängt von großem Maße von folgenden Faktoren ab:

- Der Tiefe des Verständnisses der Ökosystemprozesse und den möglichen Optionen für eine Instandhaltung der systeminternen Flüsse,
- dem Grad in dem dieses Wissen unter den vielen verantwortungstragenden Entscheidungsträgern verbreitet ist, sowie

- dem Niveau an finanziellen und gesellschaftlich zur Verfügung stehenden Ressourcen, die diesbezügliche Anpassung und Forschung für eine größere Optionenvielfalt ermöglichen.

Darüber hinaus ist das Anpassungspotential in weiter entwickelten Ländern, mit höherem Kapital, mehr fachspezifischem Wissen sowie wirtschaftlichen und sozialen Netzwerken, größer und erweckt mehr Aufmerksamkeit für Anpassungsanstrengungen. Weiters kann, wenn eine ökonomische Entwicklung sehr stark vom Natursystem abhängig ist, diese als starkes, vorantreibendes Mittel für Werbung und Implementierung von Adaptionsmaßnahmen bezüglich Global Change eingesetzt werden (BMLFUW, 2006). Dies trifft in Bezug auf Österreich zum Beispiel auf die Tourismus-, Land- und Wasserwirtschaft zu.

Die Notwendigkeit, die bisherigen Instrumente und Handlungsformen im Umgang mit Naturgefahren zu überdenken und anzupassen, führt zur Überlegung, mit welchen Instrumenten dies am Effizientesten und Nachhaltigsten erfolgen kann. Dabei gibt es bezüglich Maßnahmenplanung prinzipiell zwei mögliche Ansatzbereiche: aktive sowie passive Planungsinstrumente, vergleiche Tabelle 9.

Tabelle 9. Untergliederung der Maßnahmen im Umgang mit Naturgefahren (eigene Zusammenstellung)

Maßnahmen	Temporär	Permanent
Aktive	<i>Evakuierungen</i> <i>Straßensperren</i>	<i>Bauliche Erneuerungen (z. B. an Häusern)</i> <i>Ingenieurtechnische Maßnahmen (z. B. Lawinenverbauungen, Galerien, Geschiebeablagerungsbecken, Dämme)</i> <i>Schutzwaldpflanzung</i>
Passive	<i>Katastrophenfonds</i> <i>Krisen- bzw.</i> <i>Katastrophenmanagement</i>	<i>Raumplanerische Maßnahmen (z. B. Widmungen, Bebauungspläne; Österreich: Gefahrenzonenplan/ Schweiz: Gefahrenkarte)</i>

Die in der obigen Tabelle nach passiven und aktiven Eingreifen dargestellten Maßnahmen werden in der folgenden Untergliederung (vgl. Tabelle 10) nach deren ordnungsrechtlichen Instrumenten unterteilt.

Tabelle 10. Ordnungsrechtliche Instrumente im Naturgefahrenmanagement (Stötter & Fuchs, 2006, S. 107)

Instrumente	Beispiele
Organisatorische und planerische Schutzmaßnahmen	Evakuierung, Straßensperren, Gefahrenzonenplanung, Widmung
Technische und biologische Schutzmaßnahmen	Lawinen- und Steinschlagverbauungen, wasserbauliche Maßnahmen, Schutzwald
Staatliche Zwangsmaßnahmen im Risikotransfer	Katastrophenfonds, Pflichtversicherung

Zu den temporären passiven Maßnahmen werden nach der obigen Einteilung (vgl. Tabelle 9) der Katastrophenfond sowie das allgemeine Krisenmanagement gezählt, während dem gegenüber raumplanerische Maßnahmen permanent wirksam werden. Zu diesen zählen Flächenwidmungs- und Bebauungspläne sowie Gefahrenzonenpläne (in Österreich) und Gefahrenkarten (in der Schweiz), welche Tabelle 10 folgernd zu den organisatorischen und planerischen Schutzmaßnahmen zählen.

Im Netz dieser möglichen Anpassungsbereiche soll im folgenden Kapitel 3 *Schutz vor Naturgefahren durch raumordnerische Maßnahmen* primär auf die passiven Instrumente der Raumordnung bezüglich des Naturgefahrenmanagement eingegangen werden, da in diesen noch große Potentiale zu vermuten sind, was sich durch folgenden Gedankengang bestätigen lässt:

Stötter und Keiler (2003) vergleichen die beiden an der Risikozunahme beteiligten Sphären, Natur- und Kulturreaum, und rät, „dass die verändernden Prozesse in der Anthroposphäre das Risiko wesentlich stärker beeinflussen als die Naturraumprozesse“ (Stötter & Keiler, 2003, S. 224). Diese Aussage ist schwierig empirisch überprüfbar, mag jedoch in Anbetracht der großen Veränderungen in der Wirtschafts- und Handlungsweise der im Alpenraum siedelnden Bevölkerung angebracht sein und verdeutlicht, dass Handlungsmöglichkeiten allein in anthropogen beeinflussbaren Bereichen bestehen, um die Sicherung des alpinen Lebensraums in nachhaltiger Weise zu gewährleisten, sprich, das mit Naturgefahren verbundene Risiko zu minimieren. Weiters ist die logische Konsequenz daraus, dass Maßnahmen auf der Kulturreaumseite deshalb wesentlich wirksamer als auf der Seite der Naturprozesse sein können, was jedoch keinesfalls heißen soll, dass man in Zukunft auf Schutzmaßnahmen im klassischen Sinne verzichten soll. Es bedarf aber vielleicht einer Veränderung des Schwerpunkts von Prozess verhindernden zu Prozess steuernden Maßnahmen. Somit sind, um das Verhältnis Risiko – Sicherheit wirksam und nachhaltig zu verbessern, klare Maßnahmen im Bereich der

menschlichen Interessenssphäre von Nöten (Stötter et al., 1997, Stötter et al., 2003). Dies unter anderem deshalb, da sie direkt bei der Siedlungsgestaltung und Landnutzung ansetzen können, die in den vergangenen Jahrzehnten das Schadenpotential stark zunehmen hat lassen. Denn der Mythos, dass rein Naturraumveränderungen für eine Zunahme der Katastrophenereignisse bzw. Schadenssummen verantwortlich ist, kann deutlich widerlegt werden. Dem entgegengesetzt kann handfest durch gute Faktenlage nachgewiesen werden, dass das anthropogene räumliche Verhalten auf vielfältige Weise großen Einfluss auf ein erhöhtes Schadenpotential und somit eine qualitative und quantitative Zunahme von Katastrophen hat (wie in den vorangegangenen Erläuterungen dargestellt). Genau hier kann durch raumordnerische Planung gegengesteuert werden und sind neue Herausforderungen kompetent zu begegnen und optimistisch betrachtet zu meistern. Es wird erhofft durch passive Maßnahmen – im Gegensatz zu oft sehr teuren baulichen Maßnahmen – integriert in intensive Planungs- und Raumforschungsprozesse langfristige und nachhaltige Lösungsansätze zu finden um dadurch neue Denk- und Handelsweisen im Umgang mit Raum, Natur und Mensch zu erreichen.

3 Schutz vor Naturgefahren durch raumordnerische Maßnahmen

Die einzigartige topographische Struktur und die vielfältigen, kleinräumlichen Wirtschaftsaktivitäten unter klimatisch und räumlich erschwerten Produktions- und Siedlungsbedingungen führen zu einer spezifischen Bedeutung der politischen Steuerung der Raumnutzung und der öffentlichen Aufgabenerfüllung im alpinen Raum. Die Sicherung der Lebens- und Siedlungsbedingungen sowie der Schutz vor Naturgefahren in diesem Raum fordern bei politischen Entscheidungsverfahren die örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse ebenso wie auch überörtliche Gesichtspunkte der Raumordnung und Raumentwicklung mit einzubeziehen (Weck-Hannemann & Tappeiner, 2006).

„Forschungsarbeiten in diesem Bereich beziehen sich auf die Erhebung der gesellschaftlichen Wertschätzung natürlicher Ressourcen im alpinen Raum, auf die Beurteilung des mit Naturgefahren verbundenen Schadenspotentials und der effizienten und effektiven Bereitstellung von Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren.“ (Weck-Hannemann & Tappeiner, 2006, S. 183)

Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert, besteht bezüglich Letzt genannten ein weit gefächerter Kanon an Maßnahmen im Umgang mit Naturgefahren, wo technische Bauten, wie beispielsweise die Verbauung von relevanten Lawinen Anrissgebieten sowie Hochwasserschutz durch Dämme u. ä., zu den Teuersten zählen. Es kam nämlich vor allem in den letzten Jahren die Erkenntnis auf, dass konventionelle technische Maßnahmen im Naturgefahrenschutz nicht nur kostenintensiv in deren Anschaffung sind, sondern auch aufgrund der limitierten Lebensdauer im Laufe der Jahre immense Instandhaltungsaufwände zur Folge haben (Romang et al., 2004). Werden diese ignoriert, so nimmt die Effizienz der Maßnahmen ab, bzw. sie können unter gewissen Umständen sogar das Gefahrenpotential erhöhen und noch größere Schäden mit verursachen (Holub & Fuchs, 2009).

Weiters kann, gleichwohl erheblicher Investition von finanzieller Mittel in aktive Maßnahmen verbunden mit passiven Maßnahmen (wie der Erstellung von Gefahrenzonenplänen und anderen Planungsinstrumenten), dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass ein vollständiger Schutz der Gesellschaft vor Schäden durch natürliche Prozesse nicht möglich ist. Dies spiegelt sich im Alpenraum vor allem seit den 1990er-Jahren in sehr hohen volkswirtschaftlichen Schäden durch Lawinen (Winter 1998/99), Wildbachprozesse (1999, 2002, 2005) und Hochwasser (2002, 2005, 2006 [und 2009 – eigene Ergänzung]) wider (Fuchs, 2008), sowie forderte oftmals neben physischen Schäden, tiefe psychische Wunden oder sogar Menschenleben und lässt berechtigterweise Forderungen nach effizienteren Schutzmaßnahmen aufkommen.

In den letzten Jahren hat sich dazu in der modernen Katastrophenvorbeugung die Erkenntnis durchgesetzt, dass neben den sehr teuren technischen Eingriffen in den Naturraum, „auf lange Sicht zwei andere Zugänge erfolgversprechender sind, nämlich raumplanerische Maßnahmen zur Vermeidung der gefährdeten Gebiete und eine Handlungsstrategie nach dem Grundsatz ‚mit der Natur arbeiten und nicht gegen sie‘“ (Embleton-Hamann, 1997b, S. 198). Diese Trendwende im Denken und im Umgang mit Naturgefahren fand ihren ersten Niederschlag in der Anfertigung von Gefahrenzonenplänen für das Bundesland Tirol (Stötter & Fuchs, 2006).

Somit nimmt der Gegenstand Raumplanung im Folgenden eine entscheidende Rolle ein und soll kurz in Hinblick auf Naturgefahren charakterisiert werden: Nach Lendi (1995) geht es in der Raumordnung vorwiegend darum vorausschauende Lösungen für räumliche Konflikte zu finden, die sich aus der Begrenztheit des Raumes und den vielseitigen und vielschichtigen Ansprüchen an diesen ergeben. „Zwischen Raumordnung und Raumplanung differenzieren die Gesetze kaum, und beide Begriffe werden nahezu synonym verwendet“, es kann jedoch Raumplanung als etwas eingeschränkter gesehen werden (im Sinne von Planung als systematische Vorbereitung zielgerichteten Handelns) als jener Teil der Raumordnung, der die konzeptive Phase umfasst (Fink, 1986, S. 91). In der vorliegenden Arbeit werden die zwei Begriffe auch nach diesem Aspekt unterschiedlich verwendet.

Konkreter handelt es sich somit bei Raumplanung und -ordnung einerseits um den Schutz von physischen Raumelementen vor dem Zugriff des Menschen, sowie andererseits um die Koordination der anthropogenen Nutzungsansprüche, sodass diese mit möglichst geringer gegenseitiger Beeinträchtigung wahrgenommen werden können. Dafür wurden spezifische Instrumente implementiert, die die Raumnutzungen und -ansprüche entsprechend den Eignungen der jeweiligen Standorte bzw. Regionen zu verteilen versucht. Denn kommt es zu Naturgefahren, seien dies Lawinen, Massenbewegungen oder Hochwasserereignisse, schränken diese die jeweilige Eignung eines Standortes für Wohnen, Gewerbe oder Industrie erheblich ein und eine etwaige Nutzung dieser Bereiche zieht ein je nach Art und Intensität der Gefährdung unterschiedliches Risiko nach sich. Es handelt sich somit bei diesem planerischen Umgang mit Risiken um vorausschauende, präventive Sicherheitsplanung mit dem primären Ziel der Anpassung der menschlichen Nutzung an eine Gefahr, wodurch das Schadenpotential reduziert werden kann. Dies ist insbesondere innerhalb der örtlichen Raumplanung (Raumplanung auf Gemeindeebene) von Relevanz, wo vermehrt unterschiedliche Nutzungsinteressen und -einschränkungen aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Raumplanung kann mit ihren Instrumenten somit einerseits im Bereich der Schadensvorsorge eingreifen, sprich durch Einflussnahme auf die Landnutzung und somit Minimierung des Schadenpotentials. Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit über Vorschriften und Maßnahmen in problematischen

Einzugsgebieten Beiträge zur Sicherheitsplanung zu setzten. Hierzu wären beispielsweise die Vermeidung von Bodenversiegelung, eine den Erfordernissen des Wasserrückhalts angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftung oder Aufforstung zu nennen. Bei den beiden Letzt genannten sind neben der Raumplanung auch andere räumliche Planungsträger und Raumnutzer, wie Land- und Forstwirtschaft, involviert (Habersack & Moser, 2003).

Auf diese hier kurz angeschnittenen Aufgabenbereiche der Raumplanung bezüglich einer passiven sanften Schutzfunktion gegenüber Naturgefahren soll im kommenden Kapitel näher eingegangen werden. Um dies logisch strukturiert durchzuführen, wird ausgehend von den bereits implementierten institutionellen Strukturen und Risiko-Transfer-Mechanismen deren Stärken und Schwächen aufgezeigt und davon weitergehend neue Perspektiven diskutiert. Diesbezüglich bestehen in der Raumordnung weitreichende Potentiale, wo Global Change sowie dessen Auswirkungen, auch wenn zum Teil noch schwierig nachweisbar, einen weiteren Grund für intensive wissenschaftliche Auseinandersetzungen zur Verbesserung deren Effizienz liefern kann. Dabei soll die generelle Grundlage für nachhaltige raumplanerische Präventivmaßnahmen nicht vergessen werden, welche in folgender Überlegung wurzelt:

„Bei jedem Vorhaben, das Raumnutzung (z. B. für Siedlung, Industrie, Infrastruktur, Verkehrswege usw.) impliziert, sollte nicht nur das Nutzungspotential bekannt sein, welches das natürliche Umfeld gewährt, sondern auch das Naturgefahrenpotential im genutzten Umfeld und die daraus resultierenden Risiken. Ein sinnvolles und logisches Vorgehen gegenüber Naturgefahren beginnt mit einer umfassenden Gefahren- und Risikobeurteilung.“ (Kienholz et al., 2004, S. 1)

Auf diese Aspekte wurde im vorangegangenen Kapitel 2 *Global Change - eine Welt im Wandel* eingegangen, sowie deren Bezug zu Prozess- und Strukturveränderungen durch Global Change skizziert. Dies soll im Folgenden bei allen Diskussionen bezüglich Schutzmaßnahmen durch raumordnerische Instrumente mit berücksichtigt werden und somit eine integrative, den momentanen Verhältnissen angepasste, zukunftssträchtige Betrachtung ermöglichen.

3.1 Institutionen und deren Kompetenzen

„In den Alpen leben, heißt (...) mit Naturgefahren leben. Es ist folglich nicht verwunderlich, dass der Umgang mit Naturgefahren in den Alpen lange Tradition hat“ (Stötter & Fuchs, 2006, S. 19) und institutionell in Österreich stark verankert ist. Dass der Umgang mit Naturgefahren jedoch als staatliche Aufgabe mit gesonderten Institutionen und Verantwortungsbereichen gesehen wird, war nicht immer so, sondern weist im Gegensatz dazu eine lange historische Entwicklung auf, beginnend am Ende des Mittelalters, wo der Umgang mit und Schutz vor Gefahren als individuelle bzw. Gruppenaufgabe gesehen wurde. Bei diesem Blick in die Vergangenheit ist

auch erkennbar, dass „in vormoderner Zeit die weltliche mit der göttlichen Ordnung noch fest verbunden war“ (Weichselgartner, 2001, S. 110) und so wurden Naturkatastrophen aufgrund des mangelnden naturwissenschaftlich-rationalen Prozessverständnisses weitgehend als Folge des eigenen Handels im Sinne der Bestrafung durch eine höhere, nicht direkt beeinflussbare (göttliche) Instanz interpretiert (Stötter & Fuchs, 2006). Dabei kam es zu einer massiven Reduktion der Komplexität der Naturgefahren, was bereits „Weiterdenker“ wie Leonardo Da Vinci zur Kenntnis nehmen mussten. So hatte sich der Italiener in seinem Manuskript *Codex Leicester* bereits vor fünfhundert Jahren mit dem „Körper der Erde“ - insbesondere der Bewegung ihrer Gewässer - beschäftigt, wo er praktische Ratschläge für den Brückenbau, für die Kanalisation und den Schutz vor Überschwemmungen gab. Er hatte alleine zehn Jahre mit Entwürfen verbracht, um die Stadt Florenz vor den Fluten des Arno zu schützen und trotzdem wurden seine Pläne seinerzeit ignoriert (Weichselgartner, 2001). Mit der Emanzipation des Individuums und dem parallelen Fortschritt in den Naturwissenschaften hat sich jedoch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Sichtweise der Dinge stark geändert und es wurden mehr und mehr Projektierungen einfacher baulicher Maßnahmen zum Schutz gefährdeter Objekte durchgeführt. „Daneben war die Meidung gefährdeter Räume jedoch immer noch die verbreitete Alternative des Umgangs mit Naturgefahren“ (Stötter & Fuchs, 2006, S. 20), wie sie sich auch heute noch indirekt in raumordnerischen Instrumenten widerspiegelt. In der Folge kam es vor allem in den 1860er, 70er und 1880er Jahren zu erheblichen Extremereignissen, worauf im Jahre 1884 das k. u. k. Wildbachverbauungs-Gesetz erlassen wurde, durch das der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung ins Leben gerufen wurde. Dies war somit der Beginn der Übernahme des Umgangs mit Naturgefahren in staatliche Verantwortungsbereiche. Vor dem Hintergrund einer Individualisierung der Gesellschaft wurde daraufhin in den folgenden Jahrzehnten, bis heute anhaltend, die Naturgefahrenabwehr mehr und mehr als staatliche Aufgabe angesehen und von der Wildbach- und Lawinenverbauung und der Bundeswasserbauverwaltung wahrgenommen (Fink, 1986), auf welche im Folgenden näher eingegangen wird.

Die hier kurz angeführten historischen Erläuterungen sollen nur deutlich machen, wie lange bereits Naturgefahren in Österreich eine Rolle spielen und wie stark in den letzten 100 Jahren in den westlichen Zivilisationen der Umgang mit Naturgefahren durch den enormen Fortschritt im Bereich der technischen Schutzmaßnahmen geprägt wurde. Daneben wurden natürlich auch passive Strategien (durch Meidung gefährdeter Räume) angewendet, deren Konzipierungen und Verantwortung jedoch über die Jahre fast gänzlich in die öffentliche Hand übertragen wurden (Keller-Lengen et al., 1998). Dabei konnte speziell durch die technischen Vorkehrungen „die Wirkung von vielen natürlichen Prozessen soweit eingedämmt werden, dass die früher als natürlich empfundene Ereignisse von der Gesellschaft nicht mehr gleichartig wahrgenommen werden“ (Keller-Lengen et al., 1998, S. 11). Dies kann vor allem in Kombination mit dem sehr

geringen eigenen Verantwortungsbewusstsein vieler von Naturgefahren Betroffenen, zukünftig in Anbetracht auf Global Change, zu Problemen führen. Vorerst sei dieser Aspekt jedoch zur Seite gestellt und rein auf die momentan vorherrschenden institutionellen Rahmenbedingungen eingegangen.

Im historischen Abriss bereits erwähnt, sind zwei Dienststellen innerhalb des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft für die Betreuung der Fließgewässer und somit indirekt den Umgang mit Naturgefahren zuständig. Diese institutionelle Aufteilung in zwei Dienststellen erklärt sich durch die Charakteristik des Österreichischen Flussnetzes mit einer Gesamtlänge von annähernd 100.000 km und höhenspezifisch unterschiedlichen Abflussverhalten und Gefahrenpotential der Flüsse. Denn Hochwasserereignisse treten im Mittel- und Unterlauf der Flüsse auf, sprich in den Flüssen der Niederungen, während hingegen die Gebirgsbäche (Wildbäche) im Oberlauf durch große Sedimenttransporte und -ablagerungen auf den Talböden zur Naturgefahr werden können. Somit setzte sich im allgemeinen Sprachgebrauch die Einteilung in „Flüsse“ und „Wildbäche“ durch, wobei erstere von der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) und letztere von der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) betreut werden und auch über unterschiedliche Finanzierungen verfügen (Embleton-Hamann, 1997b) sowie zum Teil getrennte Rechtsgrundlagen besitzen (Fink, 1986, BMLFUW, 2006), vergleiche Abbildung 24. Dazu ist zu erläutern, dass die Schutzwasserwirtschaft ein Teilbereich der Wasserwirtschaft darstellt, der sich mit der Regelung und Gestaltung des oberirdischen Abflusses beschäftigt, um den Schutz des Menschen mit seinem Lebens-, Siedlungs- und Wirtschaftsraum und den Schutz von Kulturgütern sowie die Erhaltung und den Schutz der Gewässer mit den Hochwasserabflussgebieten und den durch die Gewässer unmittelbar beeinflussten Räumen sicherzustellen. Die Schutzwasserwirtschaft ist somit als Grundlage der BWV zu sehen, welche für die Vollziehung des Wasserbautenförderungsgesetzes (WBFG) verantwortlich ist (Fink, 1986, BMLFUW, 1994).

Die verwendete Abkürzung *RIWA-T* steht für *Richtlinie für die Bundeswasserbauverwaltung – technischer Bereich*; *HQ_{30/100}* bedeutet *Anschlagslinie eines Hochwassers mit 30/100-jähriger Eintretenswahrscheinlichkeit* und *Bundesministerium LFUW* kürzt *Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW)* ab.

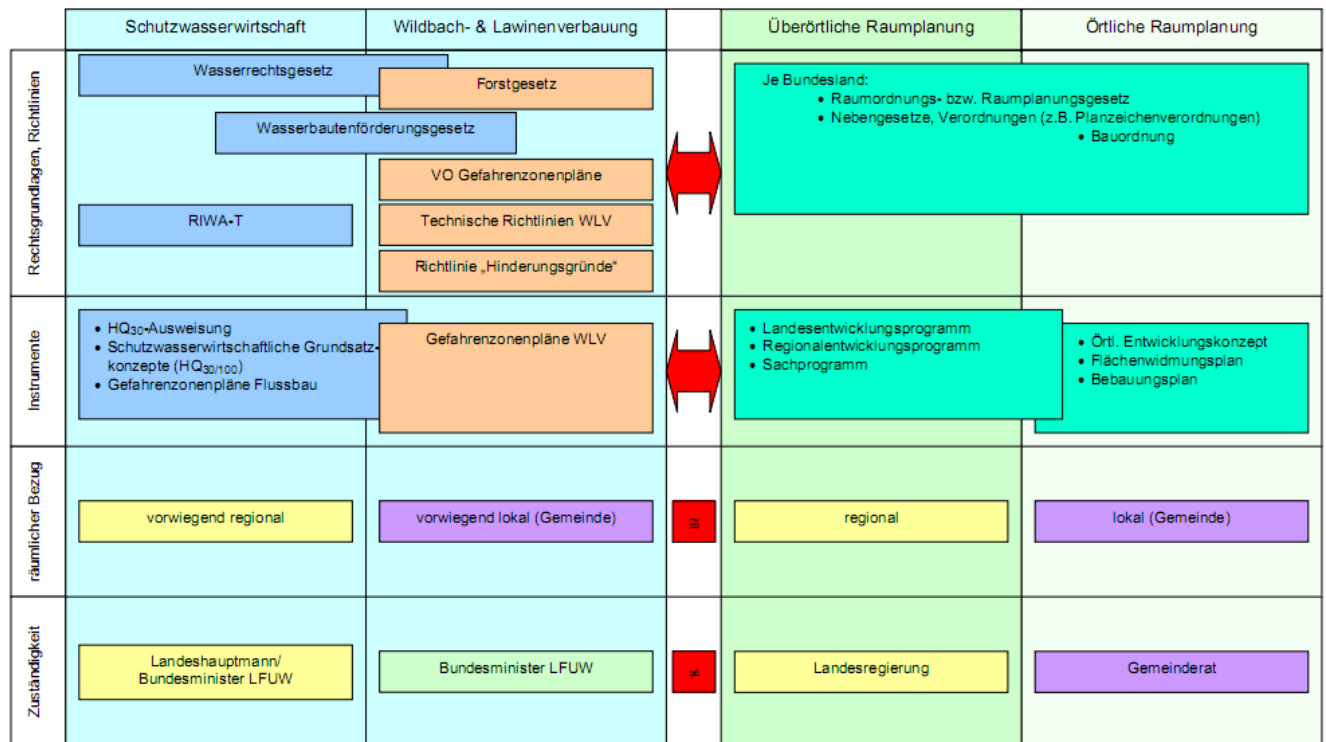


Abbildung 24. Schema zu den Rechtsgrundlagen des Schutzwasserwirtschaft, Wildbach- und Lawinenverbauung und Raumordnung (ÖIR & RC, 2004, S. 36)

Diese hier obig angeführte Grafik soll einen tiefergehenden Überblick über Rechtsgrundlagen, Instrumente sowie Zuständigkeiten und deren räumlichen Bezug untergliedert in überörtliche und örtliche Raumordnung geben. Auf die gängigsten Instrumente im Umgang mit Naturgefahren, allen voran die Gefahrenzonenpläne der BWV und WLW sowie dem Flächenwidmungsplan, soll im nachfolgenden Unterkapitel 3.2 *Instrumente der Raumplanung* näher eingegangen werden. Wesentlich für das Verständnis der Zusammenhänge und Zuständigkeitsbereiche ist jedoch hier im Speziellen die letzte Spalte der Grafik hervorzuheben, wo deutlich wird, dass für Landes- und Regionalentwicklungsprogramm sowie Sachprogramm die Landesregierung zuständig ist und der Gemeinderat für die örtlichen Entwicklungskonzepte, Flächenwidmungs- und Bebauungspläne Verantwortung trägt. Für Gefahrenzonenpläne der WLW hingegen, ist der Bund zuständig, gleichfalls für schutzwasserwirtschaftliche Belangen (hier in Kooperation mit dem Landeshauptmann) (ÖIR & RC, 2004).

Beziehungen zwischen den Fachdienststellen der SWW, WLW und RO

Die bisherigen Ausführungen zu den Dienststellen der SWW, WLW und RO lassen bereits erahnen, wie sehr eine enge Zusammenarbeit der jeweilig Beteiligten für einen effizienten Umgang mit Naturgefahren erforderlich ist. Gemäß der österreichischen Bundesverfassung unterliegen diese Fachbereiche aber unterschiedlichen Kompetenzen. So sind sowohl Bundes-

wie auch Landesrechtsmaterien berührt und die daraus resultierende Problematik liegt auf der Hand:

„Die im Umgang mit Naturgefahren erforderlichen Maßnahmen können unterschiedliche Zuständigkeiten begründen, denn Naturgefahren halten sich bekannterweise nicht an kompetenzrechtliche Grenzen. Problematisch können auch die unterschiedlichen Zuständigkeiten bei Präventions- und Notfallmaßnahmen sein.“ (Khakzadeh, 2007, S. 3)

Dies deshalb da einerseits die Übergänge zwischen Prävention und Notfallmanagement fließend sind und des Weiteren benötigt man gerade in akuten Gefahrensituationen in der Regel jenes Wissen, das in der Planungsphase erworben wurde. Hieraus wird die große Notwendigkeit eines gut funktionierenden Informationsfluss zwischen den Behörden für ein effizientes Naturgefahrenmanagement sichtbar (Khakzadeh, 2007). Im Speziellen ist eine verstärkte Kooperation insbesondere zwischen Raumordnung, Schutzwasserwirtschaft und Wildbach- und Lawinerverbauung von großer Bedeutung (ÖROK, 2005), weshalb im Folgenden kurz auf die zwei Ebenen von Beziehungen eingegangen werden soll.

Einerseits bestehen vielfältige formale Beziehungen in Form von Rechtsgrundlagen und Verordnungen und andererseits auch eine Vielzahl von informellen Beziehungen bezüglich unterschiedlicher inhaltlicher Bereiche. Die formalen Beziehungen der oben genannten Fachdienststellen ergeben sich primär daraus, dass in den Raumordnungsgesetzen der Länder (auf überörtlicher und örtlicher Ebene) die Ineinbezugnahme von Bestimmungen über Gefährdungsbereiche der WLW und SWW erfolgen muss. Diese stellen sich somit eher einseitig dar, was im Vergleich zur informellen Ebene nicht der Fall ist. So fordert beispielsweise allein die Tatsache, dass die Ein- und Auswirkungen im Bereich eines Flusslaufes (v. a. im Unterlaufbereich) in ihrer Summe in einem größeren räumlichen Zusammenhang zu betrachten sind und Kooperationen zwischen SWW und Raumordnung unumgänglich machen. Denn zurzeit gibt die Raumplanung Rahmenbedingungen für Flächenverfügbarkeit vor und die Wasserwirtschaft stellt Gefahrenzonenpläne zur Verfügung. Dies ist auch bei einer einzugsgebiets-/flussabschnittsweisen Betrachtung der Fall und es kann somit zu einer Benachteiligung von Gemeinden mit sparsamem Flächenverbrauch und aus Sicht des Naturgefahrenschutzes günstiger Flächenwidmung und damit viel potenziellem Retentionsraum kommen. Dem entgegengesetzt verschaffen sich Gemeinden mit „exzessivem“ Flächenverbrauch bzw. entsprechenden Widmungen für großflächigere, wirtschaftliche Entwicklungsräume, ökonomische Vorteile, während sie keine Flussräume für Retention und Ökologie zur Verfügung stellen. In diesem Bereich wäre somit ein übergeordneter Ausgleich der Siedlungsentwicklungsmöglichkeiten zwischen den Gemeinden hinsichtlich der Siedlungs- und Flussräumen wesentlich (BMLFUW, 2004) und kooperatives Planen erstrebenswert.

Hochwasserschutz ist somit ein Paradebeispiel für über Institutionen und deren Instrumente hinausreichendes abgestimmtes Handeln. Neben dieser besteht auch zwischen WLW und örtlicher Raumordnung intensive Zusammenarbeit, da sich örtliche Raumordnungsinstrumente (Örtliches Entwicklungskonzept, Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan) sowie die Gefahrenzonenpläne der WLW auf Flächen innerhalb einer Gemeinde beziehen und somit Kooperation nahelegen.

„Des weiteren haben vielfach auch Projekte und Planungen sowohl der WLW (z.B. Schutzmaßnahmen im Bereich der Wildbach und Lawinenverbauung) als auch der örtlichen Raumordnung (z.B. Baulandausweisungen, Bauvorhaben, etc.) aufgrund räumlich beengter Verhältnisse im alpinen Bereich einen wesentlich höheren lokalen Abstimmungsbedarf.“ (ÖIR & RC, 2004, S. 58)

Folgende Abbildung soll vereinfacht die Beziehungen zwischen den Fachdienststellen grafisch veranschaulichen:

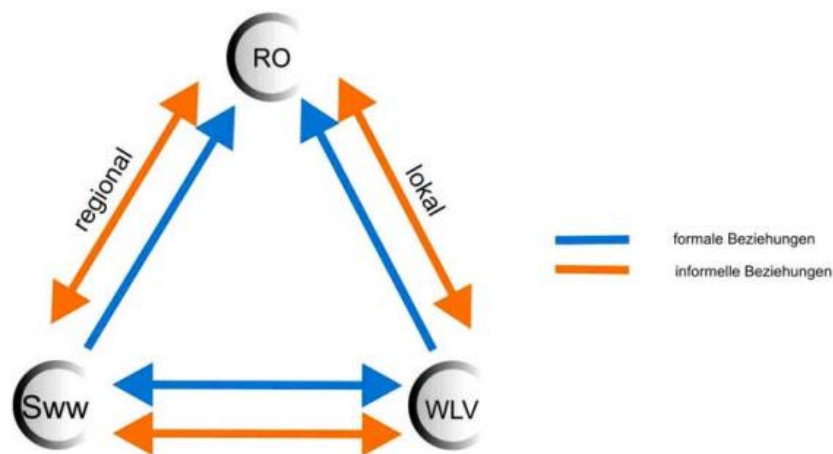


Abbildung 25. Informale und formale Beziehungen zwischen den Fachdienststellen der RO, SWW und WLW (ÖIR & RC, 2004, S. 58)

3.2 Instrumente der Raumplanung

Im folgenden Abschnitt soll kurz auf jene Instrumente der Raumordnung eingegangen werden, die in Bezug auf Naturgefahren von primärer Relevanz sind. Anfänglich werden die Schutzwasserwirtschaftliche Planungsinstrumente – beinhaltend das *Gewässerbetreuungskonzept*, die *Generellen Projekten* sowie *Gefahrenzonenpläne nach den Richtlinien der Bundeswasserbauverwaltung (BWV)* – vorgestellt. Daran anschließend wird auf die *Gefahrenzonenpläne des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV)* und die *überörtlichen und örtlichen Instrumente* der Raumordnung, mit besonderem Augenmerk auf den *Flächenwidmungsplan*, eingegangen.

3.2.1 Schutzwasserwirtschaftliche Planungsinstrumente

In den Richtlinien für die Bundeswasserbauverwaltung (RIWA) wurde 1994 innerhalb des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (BMLF) für drei Planungsinstrumente deren Inhalte und Aufbau festgelegt und im Wasserwirtschaftskataster des BMLF veröffentlicht. Als weitere Rechtsgrundlagen auf Bundesebene liegt ihnen das Wasserrechtsgesetz und – bautenförderungsgesetz zugrunde. Der BWV obliegt neben der Gesetzesvollziehung somit auch die Finanzierungs- und Förderungsverwaltung und die daraus resultierenden bzw. in unmittelbarem Zusammenhang stehenden Aufgaben (wie Vorbereitung, Abwicklung, Management, Kontrolle, Abrechnung und Kollaudierung) (Fink, 1986, BMLFUW, 1994).

Auf die konkreten Instrumente der Schutzwasserwirtschaft (SSW) soll im Folgenden näher eingegangen werden:

- Das *Gewässerbetreuungskonzept* besteht aus drei Teilen, beginnend mit einem Abschnitt über die Bestandsaufnahme bezüglich Hydrologie, Flussmorphologie, Geschiebehaushalt, Vegetation, Fauna und Wassergüte des gesamten Flussgebietes. Dabei wird auch „die Hochwassergefährdung der Siedlungen, die bereits bestehenden Einrichtungen des Hochwasserschutzes und die Nutzung des Gewässers und seines Umlandes“ berücksichtigt (Embleton-Hamann, 1997b, S. 201). Der zweite Teil hat schutzwasserwirtschaftliche und ökologische Ziele zum Gegenstand und im letzten Abschnitt des Konzeptes wird für das jeweilig betrachtete Flussgebiet ein „Gewässerspezifisches Leitbild“ erstellt, worin die ökologischen und schutzwasserwirtschaftlichen Ziele koordiniert werden, sowie einem Leitbild entsprechend Handlungsschwerpunkte gesetzt und Maßnahmen nach ihrer Priorität gereiht werden (Embleton-Hamann, 1997b).

- In der Folge werden in den *Generellen Projekten* die im Gewässerbetreuungskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen in baureife Projekte umgesetzt, sofern die notwendige Grundlage, sprich Maßnahmenplanung, besteht. Wenn nicht, kann diese im Rahmen des Generellen Projektes erhoben werden, was auch erklärt, warum zum Teil in solchen neben der technischen Maßnahmenplanung oft reichhaltige Information zur Gewässersituation enthalten ist (Embleton-Hamann, 1997b). Diese Generellen Projekte werden vor allem für Gewässer, an welchen umfangreiche bzw. wasserwirtschaftlich bedeutsame Maßnahmen erforderlich sind, erstellt. Sie enthalten somit die konkreten Maßnahmen zum Hochwasserschutz sowie zur Sicherung oder Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer und des Gewässerzustandes (Fink, 1986, BMLFUW, 1994).

- Wie auch vom forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung gibt es auch *Gefahrenzonenpläne* der Schutzwasserwirtschaft, hier jedoch nach den Richtlinien der BWV. Letztere beziehen sich auf den Flussbau und gehen von einem 100-jährigen Hochwasserereignis aus. Dabei werden unter „roten Zonen“ all jene Bereiche ausgeschlossen, die für eine ständige Benutzung für Siedlungs- und Verkehrszwecke nicht geeignet sind. Die daran anschließenden „gelben Zonen“ zeichnen Bereiche aus, in denen es zu Beschädigungen von Bauobjekten und Verkehrsanlagen bzw. zur Behinderung des Verkehrs kommen kann (Fink, 1986). Obwohl diese Planungsgrundlage wesentlich ist, wird sie nicht im selben zahlenmäßigen Umfang wie die diesen entsprechenden Gefahrenzonenpläne der WLV erstellt (auf jene im 3.2.1 *Gefahrenzonenpläne des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung* näher eingegangen wird). Grund dafür ist die Unverbindlichkeit der BWV Gefahrenzonenpläne im Vergleich zu den Flächenwidmungsplänen der Gemeinden (WLV) mit deren rechtlich bindenden Charakter (Embleton-Hamann, 1997b) und der Vorlage, auf die Gefahrenzonenpläne der WLV Rücksicht zu nehmen (ÖIR & RC, 2004). Es sind von BWV Seite für den Umgang mit Naturgefahren somit primär die HQ30- und HQ100- Bereiche (Flächen, die bei 30 bzw. 100-jährigem Hochwasser überflutet werden) und der daraus abzuleitende differenzierte Gefährdungsgrad für die Beurteilung von planerischen Maßnahmen von Bedeutung (Fink, 1986, BMLFUW, 1994, ÖIR & RC, 2004).

Um zu diesem planungsrechtlichen, zum Teil theoretischen Instrumenten auch eine Einschätzung zum Umfang der in der Bundeswasserbauverwaltung überwiegenden technischen, praktischen Maßnahmen zu bekommen, sei im Folgenden eine Aufstellung zur Anzahl der Baumaßnahmen und den jeweiligen Kosten auf Bundesländerebene gegeben, vergleiche Tabelle 11.

Tabelle 11. Baumaßnahmen der BWV 2008 (BMLFUW et al., 2009, S. 35)

Baumaßnahmen – Bundeswasserbauverwaltung 2008		
Bundesland	Anzahl der Baumaßnahmen	Kosten in Mio. EUR
Niederösterreich	21	32.091.000
Burgenland	10	3.468.500
Oberösterreich	13	10.019.000
Salzburg	3	10.130.000
Steiermark	9	9.624.000
Kärnten	6	6.476.000
Tirol	8	5.583.200
Vorarlberg	7	10.533.800
Gesamt	77	87.925.500

Die Gegenüberstellung der Kosten der einzelnen Bundesländer zeigt bereits, wo die BWV ihre Schwerpunkte hat und bestätigt die Aufteilung des Flussnetzes in die „Flüsse“ der Niederungen, wo Ostösterreich für Hochwasserschutz große Ausgaben für bauliche Maßnahmen zugesprochen bekommen hat, und „Wildbäche“ als Aufgabenbereich der WLVB, wo dementsprechend die BWV geringere Kosten zu investieren hatte (siehe Tirol und Kärnten beispielsweise).

Im Folgenden soll zusammenfassend auch eine Leistungsübersicht der Bundeswasserbauverwaltung (Tabelle 12) für das vergangene Jahr 2008 gegeben werden, um einen tieferen Einblick und Übersicht zu den finanziellen Kosten der einzelnen Maßnahmen zu bekommen. Dabei ist die beachtlich hohe Stückzahl wie auch Kostensumme für die Instandhaltung getätigter Maßnahmen von beinahe 34 Millionen Euro (33.821.113 €) im Verhältnis zur Gesamtkostensumme für Gefahrenzonenpläne der BWV von etwas über 3 Millionen Euro (3.236.000 €) hervorzuheben.

Tabelle 12. Leistungsübersicht Bundeswasserbauverwaltung (BMLFUW, 2008, S. 50)

Leistungsübersicht der Bundeswasserbauverwaltung		
Bundesflüsse + Interessentengewässer	Einheit	Österreich
Instandhaltungen und Kleinmaßnahmen 2008		
Anzahl 2008	Stk.	398
Kostensumme 2008	EUR	33.821.113
Bundesanteil	EUR	15.296.085
Baumaßnahmen 2008		
Anzahl der genehmigten Baumaßnahmen	Stk.	77
Kostensumme der genehmigten Baumaßnahmen	EUR	87.925.500
Bundesanteil	EUR	49.750.112
Hochwasserschäden 2008		
Anzahl der genehmigten Hochwasserschadensbehebungen	Stk.	4
Kostensumme der genehmigten Hochwasserschadensbehebungen	EUR	285.000
Bundesanteil	EUR	2.501.900
Projektierungen u. Planungen einschließlich Abflussuntersuchungen		
Anzahl der genehmigten Projektierungen u. Planungen	Stk.	62
Kostensumme der genehmigten Projektierungen u. Planungen	EUR	5.971.604
Bundesanteil	EUR	3.170.274
Gefahrenzonenpläne 2008		
Anzahl der genehmigten Gefahrenzonenpläne	Stk.	54
Kostensumme der genehmigten Gefahrenzonenpläne	EUR	3.236.000
Bundesanteil	EUR	1.570.700
Gesamtsumme Bundesflüsse + Interessentengewässer	EUR	137.436.717
Bundesanteil Bundesflüsse + Interessentengewässer	EUR	72.289.070
Durchschnittliche Bundesförderung/-finanzierung	%	52,6
<i>Quelle: Flussbaukartei</i>		

3.2.2 Gefahrenzonenpläne des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung

Betrachtet man die Tätigkeitsbereiche des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), so umfassen diese vier Aufgabenbereiche: Errichtung von technischen Schutzbauten, Hochlagenaufforstung, Schutzwaldbewirtschaftung und Gefahrenzonenkartierung für die Raumplanung sowie die Forschung (Embleton-Hamann, 1997b). Das Instrument des Gefahrenzonenplanes ist dem Forstgesetz von 1975 unterstellt (Republik Österreich, 1975), mit Änderungen zuletzt durch BGBl. Nr. 78/2003, und im Wesentlichen im Abschnitt II zur forstlichen Raumplanung (Gefahrenzonenpläne § 11) und

Abschnitt VII (Schutz vor Wildbächen und Lawinen – §§ 98 - 103) geregelt. Weiters hat es die Richtlinien der Verordnung über Gefahrenzonenpläne, die technische Richtlinien der WLV sowie die Richtlinie über die Handhabung von Hinderungsgründen für den Einsatz von Förderungsmitteln des Bundes für die WLV mit einzubeziehen (ÖIR & RC, 2004). Diese Pläne sollen im Folgenden näher betrachtet werden, denn sie sind in den vergangenen Jahren von passiver Schutzseite zu einem der wesentlichsten Planungspfeiler im Umgang mit Naturgefahren in der Raumordnung geworden.

Die Grundmotivation zur Implementierung dieses Planungsinstrumentes war vor allem das Problem der ungehemmten Siedlungsausweitung, forciert durch die Entdeckung des Alpenraumes für den Tourismus (Embleton-Hamann, 1997a). Entstanden ist die Gefahrenzonenplanung folglich Anfang der 1970er Jahre in Pilotprojekten der WLV und fand dann 5 Jahre darauf Eingang in das Fortgesetz (Republik Österreich, 1975). Konkret wird in den Gefahrenzonenplänen der WLV für ein Gemeindegebiet die Gefährdung durch ein Bemessungsereignis mit einer geschätzten Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 150 Jahren kartografisch visualisiert. Die Gefährdung wird in drei Stufen dargestellt: ohne Gefährdung, begrenzte Gefährdung (gelbe Zone) und hohe Gefährdung (rote Zone). Für die jeweilige Zonenabgrenzung liegen Kriterien vor, welche sich daran orientieren, ob mit zumutbaren baulichen Maßnahmen die Gefährdung so weit reduziert werden kann, dass die Errichtung von Siedlungen sowie angepasste andere Nutzungen möglich erscheinen (gelbe Zone) oder nicht (rote Zone) (Bauer, 2005, Republik Österreich, 1976). Konkret wurden vom Forsttechnischen Dienst für WLV ein Kriterienkatalog ausgearbeitet mit Messgrößen, die in der Natur eindeutig ablesbar sind (siehe Tabelle 13 für Hochwasser- und Murereignisse und Tabelle 14 für Lawinereignisse). Somit kann eine Zuordnung des jeweiligen Gefährdungsgrades auf der zu beurteilenden Fläche zu den jeweiligen Gefahrenzonen erfolgen (Bauer, 2005).

Tabelle 13. Kriterien zur Abgrenzung der Gefahrenzonen für Hochwasser- und Murereignisse an Wildbächen (Holub, 2006, S. 10)

Kriterien	Zonen	Bemessungsereignis	Häufiges Ereignis
Stehendes Wasser	WR	Wassertiefe $\geq 1,5$ m	Anschlaglinie $HQ_{10} > 0,5$ m, $HQ_1 > 0,2$ m
	WG	Wassertiefe $< 1,5$ m	Anschlaglinie $HQ_{10} < 0,5$ m, $HQ_1 < 0,2$ m
Fließendes Wasser	WR	Höhe der Energielinie $\geq 1,5$ m	HQ_{10} : Höhe der Energielinie $\geq 0,25$ m
	WG	Höhe der Energielinie $< 1,5$ m	HQ_{10} : Höhe der Energielinie $< 0,25$ m
Erosionsrinnen	WR	Tiefe $\geq 1,5$ m	Erosionsrinnen möglich
	WG	Tiefe $< 1,5$ m	Abfluss ohne Erosionsrinnen, siehe Punkt 2
Geschiebeablagerungen	WR	Ablagerungshöhe $\geq 0,7$ m	Geschiebeablagerung möglich
	WG	Ablagerungshöhe $< 0,7$ m	keine Geschiebeablagerung, siehe Punkt 2
Nachböschung infolge von Tiefen-/Seitenerosion	WR	Oberkante der Nachböschungsbereiche	-
	WG	Sicherheitsstreifen	-
Mur- und Erdströme	WR	Rand der ausgeprägten Murablagerungen	-
	WG	Rand der ausgeprägten Murablagerungen	-
Rückschreitende Erosion	WR	mögliches Ausmaß	keine Beurteilung
	WG	Kriterien in Punkt 3 und 5 beachten	keine Beurteilung

WR= Wildbach rot; WG=Wildbach gelb

Tabelle 14. Kriterien zur Abgrenzung der Gefahrenzonen für Lawinereignisse (Holub, 2006, S. 13)

Kriterien	Zonen	Ereignis
Druck	LR	Druck > 10 kN/m ²
	LG	$1 < \text{Druck} < 10$ kN/m ²
Mächtigkeit der Ablagerung	LR	Mächtigkeit $> 1,5$ m
	LG	$0,2 < \text{Mächtigkeit} < 1,5$ m

LR=Lawine rot; LG=Lawine gelb;

N: Krafteinheit Newton ($1 \text{ kN} = 1.000 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$)

Darüber hinaus stützt sich die Abgrenzung von Gefahrenzonen der WLV auf die Analyse von historischen Ereignissen, persönlichen Erfahrungen (wie beispielsweise Gebietskenntnis) und der Festlegung möglicher Schadereignisse. Dabei stellen verbesserten Grundlagendaten (wie die in den letzten Jahren mehr und mehr angewandten Gelände-, Niederschlags- und Abflussmodelle) sowie computergestützte Berechnungsverfahren (Simulationen) wichtige weitere Entscheidungshilfen zur Abgrenzung von Gefahrenzonen dar (Moser & Janu, 2008, Moser & Jäger, 2009).

Der Gefahrenzonenplan der WLW behandelt dabei, wie der Name der Institution bereits andeutet, hauptsächlich Lawinen und Wildbäche. Somit muss für eine Betreuung eines Baches durch die WLW dieser ausdrücklich als Wildbach ausgewiesen werden, worunter man im Sinne des österreichischen Forstgesetzes von 1975 ein dauernd oder zeitweise fließendes Gewässer, charakterisiert durch rasch eintretende und nur kurz dauernde Anschwellungen und Entnahme von Feststoffen aus seinem Einzugsgebiet oder Bachbett und dies in gefahrdrohendem Ausmaß (mit folglich Mitführen bzw. Ablagern innerhalb oder außerhalb seines Bettes bzw. Zuführen in ein anderes Gewässer), versteht (Republik Österreich, 1975). Weiteres Kennzeichen eines Wildbaches, vor allem im Extremfall, ist die Bildung von Muren, welche als Charakteristika des gefährlichsten Wildbachtyps gelten. Dabei ist der Feststoffanteil auf den gesamten Durchflussquerschnitt verteilt und ein „Wasser-Schlamm-Schottergemenge entsteht, das nicht mehr den Gesetzen der Hydraulik unterliegt“ (Embleton-Hamann, 1997b, S. 206). Darüber hinaus weisen Gefahrenzonenpläne der WLW Flächen aus, die für Schutzmaßnahmen vorgesehen sind (blaue Vorbehaltsbereiche) sowie Flächen, die möglicherweise von anderen Naturgefahren (z.B. Massenbewegungen) bedroht sind (braune Hinweisbereiche). Auch werden natürliche oder künstliche Gegebenheiten, die schützend wirken und der Pflege bedürfen um die derzeitige Schutzfunktion aufrecht zu erhalten, gekennzeichnet (violette Hinweisbereiche) (Bauer, 2005, Fink, 1986, Holub, 2006), wobei diese nur optional zu kennzeichnen sind (Stötter & Fuchs, 2006).

Ein wie soeben beschriebener Gefahrenzonenplan der WLW ist an sich keine unmittelbar verbindliche Norm, er kann also keine unmittelbaren rechtlichen Wirkungen auf den Einzelnen entfalten. Nach Auffassung des Verwaltungsgerichtshofes (VwGH) ist er ein „qualifiziertes Gutachten mit Prognosecharakter.“ Trotz dieser grundsätzlichen rechtlichen Unverbindlichkeit hat der Gefahrenzonenplan faktische Wirkung auf den einzelnen Rechtsgebieten. So ist zum Beispiel nach den Raumordnungsgesetzen der Gefahrenzonenplan bei der Erstellung der Flächenwidmungspläne zu berücksichtigen (Kanonier, 2006, Stötter & Fuchs, 2006). Aus diesem Grunde muss er auch in einer entsprechenden technisch, inhaltlichen Form erstellt werden, sodass er auch als Grundlage für Planungen im Gebiet der Raumordnung geeignet ist (ÖIR & RC, 2004).

Zu den Möglichkeiten einer Bevölkerungsbeteiligung beim Erstellungsprozess des Gefahrenzonenplanes schreibt (Bauer, 2005, S. 154) folgendermaßen: „Aufgrund weit reichender Bedeutung und möglicher Konsequenzen eines Gefahrenzonenplanes wurde vom Gesetzgeber eine für ein Gutachten eher unübliche, weitreichende Einbindung von informierten Bürger/innen und Anrainern/innen im Erstellungs- und Genehmigungsverfahren vorgesehen.“ Er verweist hier auf das Anrainerinterview sowie die Möglichkeit zur Stellungnahme bei der gesetzlich vorgeschriebenen „öffentlichen Auflegung“ von allen, die ein „berechtigtes Interesse“

nachweisen können. Stötter und Fuchs (2006, S. 181) schreiben dem widersprechend jedoch, dass im Gegensatz zur Erlassung der Flächenwidmungs- und Bebauungspläne „bei der Festlegung von Gefahrenzonenplänen keinerlei partizipatives Gestaltungselement“ besteht. Dies wird folgendermaßen argumentiert:

„Zwar werden auch bei der Erlassung von Gefahrenzonenplänen die Gemeinden in die Entscheidungsfindung eingebunden, dies ist jedoch rechtlich nicht verbürgt. Mitwirkungsrechte der Grundeigentümer und anderer von den negativen Rechtsfolgen solcher Gefahrenzonenpläne betroffenen Personen bestehen überhaupt nicht. In diesem Bereich existiert nicht einmal ansatzweise ein wirksamer Rechtsschutz bzw. ist dieser so kompliziert ausgestaltet, dass er praktisch wirkungslos ist.“ (Stötter & Fuchs, 2006, S. 181)

Diese erschwerte bzw. gänzlich fehlende Mitgestaltungsmöglichkeit der Bevölkerung an der Gefahrenzonenplanerstellung, ist eventuell mit ein Grund für die oft geringe Akzeptanz bzw. zum Teil sogar Ignoranz dieser Planungsgrundlage.

Folgende Tabelle 15 *Gefahrenzonenplanung der WLV 2008* soll darüberhinaus einen aktuellen Überblick über den momentanen Implementierungsstand von Gefahrenzonenplänen der WLV in Österreich vom vergangenen Jahr geben. Diese zeigt weiters auf, dass in Oberösterreich, Kärnten sowie Vorarlberg bereits in allen Gemeinden, in denen ein Gefahrenzonenplan erstellt werden muss, ein entsprechender genehmigt wurde, sich jedoch trotzdem laufend welche in Überarbeitung befinden und Aktualisierungen vorgenommen werden.

Tabelle 15. Gefahrenzonenplanung der WLV 2008 (BMLFUW et al., 2009, S. 21)

die.wildbach – Gefahrenzonenplanung (GZP) 2008			
Bundesland	Gemeinden mit zu erstellenden GZP	Gemeinden mit genehmigten GZP	GZP in Ausarbeitung
Wien, Niederösterreich, Burgenland	409	229	81
Oberösterreich	269	269	18
Salzburg	116	114	10
Steiermark	345	280	20
Kärnten	124	124	11
Tirol	274	230	60
Vorarlberg	82	82	7
Österreich	1.619	1.328	207

Zum Stand der Gefahrenzonenpläne ist auch zu erwähnen, dass seit 2004 Bestrebungen bestehen, bundesweit die Digitalisierung der Gefahrenzonenpläne zu vereinheitlichen, sowie die digitalen

Schnittstellen zwischen den Dienststellen der WLW und jenen der Raumordnung abzustimmen (ÖIR & RC, 2004).

Abschließend soll auch zur Wildbach- und Lawinenverbauung eine Leistungsübersicht des vergangenen Jahres angeführt werden (vergleiche Tabelle 16), die über die Gefahrenzonenpläne hinaus, die Tätigkeitsbereiche bzw. Investitionssummen für die jeweiligen Maßnahmen aufführt.

Tabelle 16. Leistungsübersicht der Wildbach- und Lawinenverbauung 2008 (BMLFUW, 2008, S. 52)

Leistungsübersicht der Wildbach- und Lawinenverbauung 2008		
	Einheit	Österreich
Allgemeines: Gesamtfläche der Sektion	km ²	83.875
davon Einzugsgebiet von Wildbächen und Lawinen	%	69
Wildbach-, Lawineneinzugsgebiete und Risikogebiete (Rutschung, Steinschlag):		
Anzahl der Wildbacheinzugsgebiete	Stk.	12.979
Anzahl der Lawineneinzugsgebiete	Stk.	6.018
Flächenanteil Risikogebiete	%	–
Wie viele Einzugsgebiete bedrohen Siedlungen (Gebäude, Infrastruktur)?	Stk.	13.053*
Einzugsgebiete/Risikogebiete mit Schutzmaßnahmen: Wildbäche	Stk.	5.793
Lawinen	Stk.	870
Risikogebiete	Stk.	853
Schadensereignisse 2008 , verursacht durch Wildbäche, Lawinen und Erosion	EUR	8.670.900
Beratung/Sachverständigkeit: Zeitaufwand für Beratung	Std.	11.730
Zeitaufwand für Sachverständigentätigkeit	Std.	34.850
Anzahl der Gutachten/Revision	Stk.	13.199
Gefahrenzonenplanung:		
Gesamtzahl der Gemeinden	Stk.	2.204
Anzahl der Gemeinden mit zu erstellenden Gefahrenzonenplänen	Stk.	1.619
Anzahl der Gemeinden mit ministeriell genehmigten Gefahrenzonenplänen	Stk.	1.328
In Ausarbeitung	Stk.	207
Maßnahmenplanung: Anzahl der genehmigten Projekte inkl. Sofortmaßnahmen	Stk.	368
Kostensumme der genehmigten Projekte inkl. Sofortmaßnahmen	EUR	119.898.778
Anzahl der genehmigten Sofortmaßnahmen	Stk.	170
Kostensumme der genehmigten Sofortmaßnahmen	EUR	10.658.100
Maßnahmensetzung: Anzahl der Arbeitsfelder	Stk.	1.000
davon im Bereichsjahr abgeschlossen	Stk.	482
Wildbachschutzmaßnahmen: Erd- und Dammbauarbeiten	m ³	896.718
Beton-/Stahlbetonbauarbeiten	m ³	106.644
Grobsteinschichtungen	m ³	283.112
Holzbauwerke	m ³	19.399
Lawinenschutzmaßnahmen: Stützverbauung/Verwehungsverbauung	lfm	16.123
Dambbauten	m ³	145.700
Lawinenbrecher	Stk.	1
Galerien und Tunnel	lfm	450
Erosionsschutzmaßnahmen: Steinschlagverbauung – Netze, Wände	lfm	5.684,50
Steinschlaggalerien und Tunnel	lfm	0
Auffangdämme	m ³	34.910
Felsanker und Vernetzungen	m ³	7.430
Entwässerungen	lfm	31.512
Flutmulden	lfm	3.320
Biologische Maßnahmen: Ingenieurbiologische Maßnahmen	m ³	140.600
Aufforstungen/Sanierung von Aufforstungen	ha	380,71
Betreuung der Einzugsgebiete: Anzahl der betreuten Einzugsgebiete	Stk.	1.092
Finanzieller Aufwand	EUR	6.247.692
Förderung: Gesamtsumme der für Maßnahmensetzungen aufgewendeten Mittel	EUR	135.342.026
Finanzierung (durchschnittl. Aufteilung Bund/Land/Gemeinde-Interessenten)	%	59 (Bund)
Zukauf von Leistungen:		
Bauleistungen, Materialien, Geräte, Transporte	EUR	86.034.365
* ohne Kärnten / n. e. = nicht erfasst		
Quelle: Wildbach- und Lawinenverbauung		

3.2.3 Instrumente der überörtlichen und örtlichen Raumplanung

Auf der überörtlichen Planungsebene und in der örtlichen Raumplanung bilden die Raumordnungsgrundsätze und -ziele die allgemeinen Vorgaben für den Umgang mit Naturgefahren (Fink, 1986). Diese sprechen sich in allen Bundesländern im Allgemein für den „Schutz gesunder Lebensgrundlagen“ oder den „Schutz der Umwelt“ aus, wobei diesbezüglich die Gefahrenabwehr nur einen Teilaspekt dieser Ziele darstellt. Zum Beispiel bestimmt § 2 Abs. 2 VlbG RplG als ein Ziel der Raumplanung die nachhaltige Sicherung der räumlichen Existenzgrundlage, besonders für Wohnen und Arbeiten. Als anderes Beispiel kann § 2 Abs. 1 Z 1 Oö ROG genannt werden, wo die Raumordnung insbesondere den Schutz der Umwelt vor schädlichen Einwirkungen als Ziel hat. Es kann somit schlussgefolgert werden, dass auch wenn das Schutzobjekt unterschiedlich ist (räumliche Existenzgrundlage der Menschen, Bevölkerung, Einrichtungen, Umwelt), insgesamt das Anliegen, (natürliche) Gefahren möglichst abzuwenden, von den Gesetzgebern als Grundsatz festgelegt wird (Kanonier & David, 2004).

Obwohl diese Raumordnungsgrundsätze und -ziele somit nur als Orientierungsrahmen zu sehen sind, sollte ihre Bedeutung nicht unterschätzt werden, da in einigen Ländern gesetzliche Ziele nicht durch überörtliche Raumpläne konkretisiert werden. Sie können somit als einzige inhaltliche Vorgaben für Widmungsfestlegungen in der Praxis große Relevanz bekommen (ÖIR & RC, 2004). Die folgende Tabelle (17) gibt einen systematischen Überblick der rechtlichen Bestimmungen bezüglich Naturgefahren im Raumplanungsrecht der einzelnen Bundesländer, sodass ein Vergleich der Bundesländerregelungen erleichtert wird.

„Inwiefern bei allfälligen Zielkonflikten, die in Regionen mit knappem Dauersiedlungsraum unumgänglich sind, dem Schutz vor Naturgefahren gegenüber anderen Zielen Priorität zukommt, ist aus den Zielkatalogen nicht eindeutig abzulesen und aufgrund der konkreten Gegebenheiten jeweils für den Einzelfall zu beurteilen“ (ÖIR & RC, 2004, S. 21)

Tabelle 17: Grundsätze und Ziele im Raumordnungsrecht im Zusammenhang mit Naturgefahren (Kanonier & David, 2004, S. 12)

Bundesland	Gesetzesstelle	Bestimmungen
Burgenland	§ 1 Abs. 2 Z 5 Bgld RplG	Die Bevölkerung ist vor Gefährdung durch Naturgewalten und Unglücksfälle außergewöhnlichen Umfanges sowie vor Umweltschäden, -gefährdungen und -belastungen durch richtige Standortwahl dauergenutzter Einrichtungen insbesondere unter Berücksichtigung der Siedlungsstruktur bestmöglich zu schützen.
Kärnten	§ 1 Abs. 2 Z 4 Ktn ROG	Die Bevölkerung ist vor Gefährdungen durch Naturgewalten und Unglücksfälle außergewöhnlichen Umfanges sowie vor vermeidbaren Umweltbelastungen durch eine entsprechende Standortplanung bei dauergenutzten Einrichtungen zu schützen.
Niederösterreich	§ 1 Abs. 2 Z 1 lit. i NÖ ROG	Berücksichtigung vorhersehbarer Naturgewalten bei der Standortwahl für Raumordnungsmaßnahmen.
Oberösterreich	§ 2 Oö ROG	Allgemeine Zielbestimmungen
Salzburg	§ 2 Abs. 1 Z 4 Slbg ROG	Die Bevölkerung ist vor Gefährdung durch Naturgewalten und Unglücksfälle außergewöhnlichen Umfanges sowie vor Umweltschäden, -gefährdungen und -belastungen durch richtige Standortwahl dauergenutzter Einrichtungen insbesondere unter Berücksichtigung der Siedlungsstruktur bestmöglich zu schützen.
Steiermark	§ 3 Abs. 2 Stmk ROG	Entwicklung der Siedlungsstruktur unter Vermeidung von Gefährdung durch Naturgefahren und Umweltschäden durch entsprechende Standortwahl. Berücksichtigung der ökologischen und wirtschaftlichen Tragfähigkeit bei der Entwicklung der Siedlungsstruktur.
Tirol	§ 1 Abs. 2 lit. d TROG § 27 Abs. 2 lit. a TROG	Sicherung des Lebensraumes, insbesondere der Siedlungsgebiete und der wichtigen Verkehrswege, vor Naturgefahren (überörtliche Raumplanung). Ausgewogene Anordnung und Gliederung des Baulandes im Hinblick auf die Erfordernisse ... der Sicherung vor Naturgefahren (örtliche Raumplanung).
Vorarlberg	§ 2 VlbG RplG	Allgemeine Zielbestimmungen
Wien	§ 1 Abs. 2 WBO	Allgemeine Zielbestimmungen

Ganz grundsätzlich können Nutzungsbeschränkungen oder -verbote für Liegenschaften, die in Gefährdungsbereichen liegen, auf allen Planungsebenen festgelegt werden.

„Die Gesetzgeber der Bundesländer sehen diesbezüglich in den Raumordnungsgesetzen unterschiedliche Regelungen vor, wobei aus den Planungsgrundsätzen und -zielen allein in der Regel keine unmittelbaren Nutzungsverbote ableitbar sind. Auch die Regelungen für die überörtliche Raumplanung enthalten kaum gesetzliche Bestimmungen, aus denen

sich eindeutig Nutzungsverbote und -beschränkungen ergeben.“ (Kanonier & David, 2004, S. 8)

Somit grenzen oft erst die Widmungsverbote und -beschränkungen für Bauland in der Flächenwidmungsplanung das Planungsermessen der (kommunalen) Planungsträger/innen ein (Fink, 1986) und im Zusammenhang mit Nutzungsbeschränkungen infolge von Naturgefahren zeigt sich dabei ein beachtliches Spektrum in der Dichte der gesetzlichen Beschränkungen, variierend nach Bundesland. So ist in Bundesländern mit hoher gesetzlicher Regelungsdichte bezüglich Naturgefahren der planerische Spielraum vor allem der Gemeinden gering, während in Ländern mit weniger eindeutigen Vorgaben ein beachtlicher Ermessensspielraum vorliegen kann. Darüber hinaus kommt es des Öfteren zu Ausnahmebestimmungen, deren Anwendung teilweise ebenfalls Ermessensentscheidungen sind, weshalb erst die tatsächliche Anwendungspraxis (vor allem die Auslegungen durch die kommunale Planungs- und Baubehörde) zeigt, inwieweit den Grundsätzen und Zielen der Raumordnungsgesetze sowie eventuellen Nutzungsbeschränkungen und -verbote in der Realität Beachtung geschenkt wird (Kanonier & David, 2004). Dennoch soll im Folgenden kurz auf die konkreten Raumordnungsinstrumente auf überörtlicher und örtlicher Ebene im Zusammenhang mit Naturgefahren eingegangen werden.

Naturgefahren und überörtliche Raumplanung

Der Systematik der Raumordnungsgesetze folgend, richten sich, wie erläutert, die gesetzlichen Grundsätze und Ziele an die überörtliche und örtliche Raumplanung und geben dadurch die öffentlichen Interessen für Planungsmaßnahmen insbesondere auf den überörtlichen Planungsebenen vor. Als vergleichsweise deutliches Ziel im Zusammenhang mit Naturgefahren kann auf § 1 Abs. 2 TROG verwiesen werden, der als Ziel der überörtlichen Raumordnung unter anderem die Sicherung des Lebensraumes, der Siedlungsgebiete und wichtigen Verkehrswege, vor Naturgefahren vorschreibt. Tatsächlich jedoch ist die Steuerungswirkung überörtlicher Planungsmaßnahmen bezüglich Naturgefahren relativ gering, Maßnahmen gegen Naturgefahren werden von Planungsinstrumenten der überörtlichen Raumplanung kaum explizit in den Raumordnungsgesetzen angeführt. Darüber hinaus ist diesbezüglich zu beachten, „dass keinesfalls für alle Regionen in Österreich verbindliche überörtliche Raumpläne erstellt sind und somit für viele Bereiche keine überörtlichen Raumplanungsaussagen – auch nicht zu Naturgefahren – vorliegen“ (Kanonier & David, 2004, S. 13).

Ganz allgemein bestehen jedoch die Optionen der Nutzung der folgenden Instrumente, die der überörtlichen Planung zugeschrieben werden:

- *Landesentwicklungsprogramm* (z. T. auch Landesraumordnungsprogramm genannt),

- Regionalentwicklungsprogramm und
- Sachprogramm.

In der Praxis der Länder werden diese Möglichkeiten auf unterschiedliche Weise wahrgenommen. In Tabelle 18 wird ein Überblick dazu gegeben.

Tabelle 18. Überörtliche Planungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Naturgefahren (Kanonier & David, 2004, S. 17)

Bundesland	Gesetzesstelle	Bestimmungen	Regelungen in überörtlichen Raumordnungsprogrammen
Burgenland	§ 2a und § 7 Bgld RplG	Keine besonderen Bestimmungen	Allgemeine Ziele im Landesentwicklungsprogramm
Kärnten	§ 3 Abs. 2 Ktn ROG	Ausweisung von Gefährdungsbereichen (Gefahrenzonen) in regionalen Entwicklungsprogrammen	Keine speziellen und parzellenscharfen Aussagen
Niederösterreich	§ 10 NÖ ROG	Ausweisung von Gefährdungsbereichen (Gefahrenzonen) in regionalen Entwicklungsprogrammen	Kenntlichmachung von Überflutungsgebieten in aktuellen Regionalprogrammen Regionale Grünzonen und Siedlungsgrenzen auch aufgrund von Gefährdungsbereichen
Oberösterreich	§ 11 Abs. 3 Z 3 Oö ROG	Vorrangflächen für Nutzungsansprüche im Bauland und Grünland in regionalen Raumordnungsprogrammen	Spezielle Ziele im Landesraumordnungsprogramm Wasserwirtschaftliche Vorrangflächen in neuen regionalen Raumordnungsprogrammen
Salzburg	§ 6 Abs. 1 Slbg ROG	Keine speziellen Regelungen im ROG	Allgemeine Ziele und Maßnahmen im Landesentwicklungsprogramm, Diskussionen über ein Sachprogramm
Steiermark	§ 10 Abs. 4 lit. a Stmk ROG	Gefahrenzonen und durch Hochwasser gefährdete Bereiche sind in Regionalplänen ersichtlich zu machen	Regionale Grünzonen in aktuellen regionalen Entwicklungsprogrammen, Diskussionen über ein Sachprogramm
Tirol	§ 7 Abs. 1 lit. a und lit. e TROG	In Raumordnungsprogrammen können Gebiete oder Grundflächen für bestimmte Zwecke freigehalten oder Baulandgrenzen festgelegt werden	Allgemeine Nutzungseinschränkungen durch Raumordnungsprogramme betreffend landwirtschaftliche Vorrangflächen und Entwicklungsprogramme betreffend überörtliche Grünzonen
Vorarlberg	§ 6 VlbG RplG	Keine besonderen Bestimmungen	Allgemeine Nutzungseinschränkungen durch Rheintal- und Walgaugrünzone
Wien	--	--	--

Naturgefahren und örtliche Raumplanung

Die örtliche Planungsebene ist im raumplanerischen Umgang mit Naturgefahren von relativ großer Bedeutung. Dabei kommt allen voran dem Flächenwidmungsplan, wie aber auch dem hierarchisch vorgelagerten örtlichen Entwicklungskonzept Relevanz zu. Darüber hinaus kann der nachgeordnete Bebauungsplan Aussagen bezüglich Gefährdungsbereichen enthalten (Fink, 1986). Aus diesem Grund soll im Folgenden auf alle drei Instrumente näher eingegangen werden:

- Zum *Örtlichen Entwicklungskonzept* sei vorweggeschickt, dass dafür vier verschiedene Bezeichnungen gängig sind („Örtliches Entwicklungskonzept“ in Burgenland, Kärnten, Oberösterreich und Steiermark; „Räumliches Entwicklungskonzept“ in Salzburg und Vorarlberg; „Örtliches Raumordnungsprogramm“ in Niederösterreich und „Örtliches Raumordnungskonzept“ in Tirol; Wien verwendet mit dem Stadtentwicklungsplan oder den „Strategieplänen“ Instrumente, die keine rechtliche Verankerung in der Wiener Bauordnung haben). Dieses wird in nahezu allen Ländern auf Gemeindeebene dem Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan als strategisches Planungsinstrument vorangestellt. Es soll einen Orientierungs- und Handlungsrahmen mit einem längerfristigen Zeithorizont für die Gemeindeplanung geben (Fink, 1986). Dabei gehen die gesetzlichen Bestimmungen für örtliche Entwicklungskonzepte durchwegs nicht auf den Umgang mit Naturgefahren ein und somit sind die Gemeinden oft nicht gesetzlich verpflichtet, entsprechende Ziele oder planerische Maßnahmen zu treffen. Die Möglichkeiten bestehen jedoch, vor allem im Bereich des Siedlungskonzeptes (Anordnung von Bauland) bzw. Freiraumkonzeptes (Grünzonen, Siedlungsgrenzen) Aussagen zu Gefährdungsbereichen zu machen. Theoretisch betrachtet soll es zumindest als strategisches Instrument, das den Flächenwidmungsplan langfristig inhaltlich bindet, jene Bereiche enthalten, die nicht für Baulandwidmungen aufgrund von Naturgefahren geeignet sind (Kanonier & David, 2004).

- Der Flächenwidmungsplan kann als das zentrale, klassische Instrument der örtlichen Raumordnung bezeichnet werden. Er gliedert das Gemeindegebiet nach räumlich-funktionalen Erfordernissen und legt verbindliche Widmungs- bzw. Nutzungsarten fest (Fink, 1986).

„Auch wenn die Landesgesetzgeber[/innen] in den Raumordnungsgesetzen bezüglich der grundsätzlichen Aufgabe des Flächenwidmungsplanes unterschiedliche Bestimmungen vorsehen, ist die wesentliche Regelungsabsicht in den Raumordnungsgesetzen weitgehend ähnlich“ (Kanonier & David, 2004, S. 20).

Das Instrument soll primär zur planmäßigen und vorausschauenden ganzheitlichen Gestaltung eines bestimmten Gebietes zur Verfügung stehen und ist im Zusammenhang mit einem vorbeugenden Gefahrenschutz das wichtigste Raumordnungsinstrument. Somit ist seine zentrale Aufgabe in der geordneten Siedlungsentwicklung der Gemeinde, zonal nach verschiedenen

Nutzungen gegliedert, angesiedelt (Fink, 1986). Im Konkreten bezüglich Naturgefahren hat der Flächenwidmungsplan die Funktion, die Bebauung von gefährdeten Bereichen zu verhindern und die Siedlungstätigkeit auf nicht gefährdete Standorte zu lenken. Er kann somit durch Nutzungsbeschränkungen dazu beitragen, dass in gefährdeten Gebieten nicht bzw. nur eingeschränkt gebaut werden darf. Bei diesem präventiven Gefahrenschutz stellt sich natürlich bald die Frage, anhand welcher Kriterien konkrete Flächen als gefährdet einzustufen sind oder nicht (Kanonier & David, 2004). Dies kommt in Überlegungen zu Global Change auch zu tragen und wird im Kapitel 3.3 Raumplanerischer Umgang mit Naturgefahren in Bezug auf Global Change näher aufgegriffen werden. Generell gilt jedoch, dass Gefahrenzonen (und Hinweisbereiche) nach dem Forstgesetz sowie Überschwemmungsgebiete und Hochwasserabflussgebiete nach dem Wasserrechtsgesetz als Kenntlichmachungen im Flächenwidmungsplan vorgesehen werden sollten, wie dies in der Praxis konkret gehandhabt wird, variiert wiederum von Bundesland zu Bundesland (Kanonier & David, 2004). Tabelle 19 Ersichtlich- bzw. Kenntlichmachungen von Gefährdungsbereichen in raumordnerischen Gesetzesbestimmungen gibt dazu einen Überblick, woraus auch erkennbar ist, dass für Wien besondere Bestimmungen hinsichtlich Ersichtlichmachungen im Flächenwidmungsplan bzw. Bebauungsplan fehlen.

Tabelle 19. Ersichtlich- bzw. Kenntlichmachungen von Gefährdungsbereichen in raumordnerischen Gesetzesbestimmungen (Kanonier & David, 2004, S. 23)

Bundesland	Gesetzesstelle	Bestimmungen
Burgenland	§ 13 Abs. 3 lit. b Bgld RplG	Schutzgebiete nach dem Wasserrechtsgesetz
Kärnten	§ 12 Abs. 1 Z 2 Ktn GplG § 12 Abs. 2 Ktn GplG	Gefahrenzonen nach dem Forstgesetz 1975, Hochwasserabflussgebiete Gefahrenzonen nach den Richtlinien der Bundeswasserbauverwaltung
Niederösterreich	§ 15 Abs. 2 Z 2 NÖ ROG	Überflutungsgebiete sowie Gefahrenzonen
Oberösterreich	§ 18 Abs. 7 Oö ROG	Wasserrechtliche Schutz- und Schongebiete*
Salzburg	§ 16 Abs. 2 Slbg ROG	Hochwasserabflussgebiete nach WRG Gefahrenzonen der forstlichen Raumplanung
Steiermark	§ 22 Abs. 7 Z. 3 und 4 Stmk ROG	Gefahrenzonen, Vorbehalts- und Hinweisbereiche nach den Gefahrenzonenplänen sowie Flächen, die durch Hochwasser, hohen Grundwasserstand, Vermurung, Steinschlag, Erdbeben oder Lawinen u. dgl. gefährdet sind
Tirol	§ 35 Abs. 2 TiROG	Gebiete und Grundflächen, die durch Lawinen, Hochwasser, Wildbäche, Steinschlag, Erdbeben und andere Naturgefahren gefährdet sind
Vorarlberg	§ 12 Abs. 5 VlbG RplG	für die Raumplanung bedeutsame Gebiete
Wien	--	--

* In der Praxis werden umfangreiche Gefährdungsbereiche ersichtlich gemacht (Planzeichenverordnung).

In den jeweiligen Flächenwidmungsplänen sollten im Allgemeinen immer alle Gefährdungsbereiche, die im Einzugsbereich von Hochwasser, Lawinen oder Erdbewegungen liegen, gekennzeichnet werden, sowie darüber hinaus Informationen über Retentionsbereiche oder für Sicherungsmaßnahmen bedeutende Flächen in den örtlichen Raumplänen dargestellt werden (Fink, 1986). Weiters sollte abhängig vom Gefährdungsgrad eine Abstufung der Gefahr erfolgen, jedenfalls in rote und gelbe Gefahrenzonen bzw. HQ30- und HQ100-Bereiche (Kanonier & David, 2004).

- Der *Bebauungsplan* ist in Niederösterreich und Wien in der Bauordnung, in Kärnten im Gemeindeplanungsgesetz und in den restlichen Bundesländern Österreichs durch die Raumordnungsgesetze geregelt (Kanonier & David, 2004). Darin werden die Einzelheiten der Bebauung für die im Flächenwidmungsplan als Bauland ausgewiesenen Flächen festgelegt (Fink, 1986). Die Bebauungspläne, dem örtlichen Entwicklungskonzept und Flächenwidmungsplan hierarchisch nachgeordnet, dürfen diesen grundsätzlich nicht widersprechen und haben die Aufgabe, die zweckmäßige und geordnete Bebauung durch die Festlegung baulicher Gestaltungskriterien zu bewirken und regeln somit die städtebauliche Ordnung. Bezüglich Naturgefahren kommt dem Bebauungsplan zunächst eine untergeordnete Rolle zu, da dieser primär für das Bauland gilt. Jedoch ist innerhalb dieses Gebietes, insbesondere in Gefährdungsbereichen, die Steuerungsmöglichkeit nicht zu unterschätzen. Denn die Erteilung einer Baubewilligung ist zumeist an das Vorliegen eines Bebauungsplanes geknüpft und im Zuge dessen Erstellung können die Gemeinden einerseits neben der Mitbestimmung bezüglich des Erstellungszeitpunktes auch inhaltliche Einschränkungen treffen. Somit sind bei (bestehenden) Baulandwidmungen in Gefährdungsbereichen die Möglichkeiten des Bebauungsplanes einzusetzen, um mittels Nutzungsbeschränkungen allfällige Gefährdungsbereiche zu berücksichtigen. „Insbesondere durch die Festlegung von Bauflucht-, oder Baugrenzlinien bzw. Freihaltebereiche kann im kleinräumigen Umgang mit Gefährdungsbereichen eine sinnvolle Ergänzung zum Flächenwidmungsplan erfolgen“ (Kanonier & David, 2004, S. 39).

3.3 Raumplanerischer Umgang mit Naturgefahren in Bezug auf Global Change

Eines der wesentlichsten Ziele der Raumplanung ist der Schutz der Bevölkerung bzw. von Einrichtungen vor Naturgefahren (ÖIR & RC, 2004). Will man dieses Ziel ernst nehmen, müsste man bei der heutigen Aktualität der Thematik um Global Change, diese stark mit einbeziehen. Dies geschah bisher jedoch nur zum Teil, bei weitem nicht in einem den Veränderungen entsprechendem und somit erforderlichen Ausmaß, was etwas ernüchternd erscheinen mag, wo doch belegbar ist (vergleiche Kapitel 2 *Global Change – eine Welt im Wandel*), dass künftig sehr

wohl mit veränderten Prozessverhalten im Naturraum sowie sich geänderten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen umzugehen sein wird. Dennoch muss gesagt werden, dass zum Teil Autoren/innen bereits die Aktualität dieses Themas für die Raumordnung erkannt haben und Forschung dazu betreiben. Darüber hinaus sind in einigen wissenschaftlichen Artikeln bzw. Studien (z. B. Agrawala, 2007, Bloetzer et al., 1998, Bründl, 2008, Holub & Fuchs, 2009, Kanonier & David, 2004, Kromp-Kolb, 2003, Petraschek, 2004 oder Weck-Hannemann & Tappeiner, 2006) weitreichende allgemeine Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge für den künftigen Umgang mit Naturgefahren zu finden, die im Folgenden skizziert werden sollen, da sie Ausgangspunkte für die Zukunft des Naturgefahrenmanagement in Bezug auf Global Change darstellen.

Zuvor sei jedoch darauf hingewiesen, dass die österreichische Situation mit der kompetenzrechtlichen Zuweisung der allgemeinen Raumordnung in die Gesetzgebungskompetenz der Länder (auf Grund der Generalklausel des Bundes-Verfassungsgesetzes von 1929, Art. 15, Abs. 1) zur Folge hat, dass neun unterschiedliche gesetzliche Grundlagen für die Raumordnung im Allgemeinen, und für den Umgang mit Naturgewalten in der räumlichen Planung im Besonderen, bestehen (Fink, 1986). Dadurch wird die Adaption an Global Change nicht direkt erleichtert, sondern stellt sich vielmehr als äußerst komplexe Herausforderung dar. Dennoch haben einzelne Bundesländer bereits in der jüngsten Vergangenheit durch neue Novellen insbesondere die Regelungen für Gefährdungsbereiche geändert und damit vor allem auf die Hochwasserereignisse von 1997 und 2002 reagiert. Dazu sind beispielhaft Kärnten, Niederösterreich und die Steiermark mit ihrem zukunftssträchtigen Verhalten anzuführen. Letzt genanntes Bundesland hat mit seinen neu gefassten Raumordnungsgrundsätzen (gemäß § 3 Abs. 2 Stmk ROG) unter anderem als abzuwägende Ziele vorgesehen, dass die Siedlungsstrukturentwicklung unter Vermeidung von Gefährdung durch Naturgefahren und Umweltschäden durch entsprechende Standortwahl erfolgen soll. Weiters wird geschrieben, dass dabei zu beachten ist, dass dies unter Berücksichtigung der ökologischen und vor allem wirtschaftlichen Tragfähigkeit geschehen soll, da insbesondere durch Naturgewalten erhebliche wirtschaftliche Werte gefährdet werden können. Dieser sehr positiven Entwicklung der Gesetzesgrundlage in Bezug auf Naturgefahren steht die Tatsache gegenüber, dass in den Raumordnungsgesetzen von Oberösterreich und Vorarlberg sowie der Wiener Bauordnung (WBO) immer noch spezifische Ziele im Zusammenhang mit dem Schutz vor Naturgefahren fehlen (Kanonier & David, 2004) und eine konkretere Diskussion um Anpassungsmaßnahmen bezüglich Global Change momentan kaum möglich bzw. beinahe unangebracht erscheint, bevor nicht andere Fortschritte in der Gesetzeslage getätigt werden. Dennoch können allgemeine Empfehlungen der Raumordnung zum Umgang mit Naturgefahren, die bei spezifischem Weiterdenken auch für Prozessveränderungen des Globalen Wandels

relevant werden, gegeben werden. Auf diese soll im Kommenden, nachdem aktuelle Fragen zum Naturgefahrenschutz diskutiert wurden, unterteilt nach überörtlicher und örtlicher Untersuchungsebene, ausführlicher eingegangen werden.

3.3.1 Neu zu diskutierende Fragen im Naturgefahrenmanagement

Ist eine Anpassung des Bemessungsereignisses mit entsprechenden Werten notwendig?

Wie in Kapitel 2 zu Global Change erläutert, muss zum Teil mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität gewisser Prozesse im Naturraum als Folge der globalen Erwärmung gerechnet werden, woraus sich die Frage ergibt, ob die momentan Bemessungsereignisse noch aktuell sind. Da jedoch Bestimmungen der Wahrscheinlichkeit seltener Hochwasser mit großen Unsicherheiten behaftet sind und allgemein Aussagen bezüglich Extremereignissen kaum noch signifikant möglich sind, kommen vermehrt Vorbehalte gegenüber der Darstellung der Größenordnung von Ereignissen allein auf Basis der Jährlichkeit auf. „Ein Misstrauen gegenüber Wahrscheinlichkeitsangaben ist daher durchaus angebracht und entsprechend unsicher ist das errechnete Risiko“ (Petraschek, 2004, S. 152). Somit wird auch zum Teil die wissenschaftliche Basis einer konkreteren Diskussion über eine Korrektur von Bemessungsereignissen nach oben entzogen. Jedoch ist auf Kulturraumseite zu beachten, dass im Bezug auf das Schadenpotential große Veränderungen geschehen sind und geschehen, sowie sehr gut nachweisbar sind und dennoch oft nicht in Schutzmaßnahmen mit eingerechnet werden. Denn es wird meist nur das momentan bestehende Risiko ermittelt, Hochwasserschutzanlagen sollten jedoch beispielsweise über 50 bis 100 Jahre wirken und in diesem Zeitraum ändert sich das wirtschaftliche Umfeld sicher mehrfach. Somit ist heute offensichtlich ein höherer Schutzgrad und somit höheres Ermessungsereignis als seinerzeit notwendig, denn Bemessungen sollten nicht auf das aktuelle Schadenpotential zugeschnitten sein, sondern müssen eine Entwicklung vorwegnehmen (Petraschek, 2004). Bei dieser Bewertung von Risiken spielen einige Aspekte eine wesentliche Rolle, wie zum Beispiel die Verhältnismäßigkeit der Schutzmaßnahmen, die Freiwilligkeit, mit der ein Risiko eingegangen wird, sowie auch die Risikoaversion, welche unterschiedliche Haltungen der Gesellschaft oder des Einzelnen gegenüber verschiedenartigen Risiken beschreibt. Somit benötigt die Definition von Schutzzielen gesellschaftspolitische Entscheidungen basierend auf demokratischen Prozessen (Götz & Raetzo, 2006). Petraschek (2004) ist diese komplexe Herausforderung in einem ersten Schritt anhand einer Schutzzielmatrix angegangen, die je nach Intensität der Nutzung ein gewünschtes Sicherheitsniveau festlegt und dadurch implizit den Risikoansatz einschließt, vergleiche Abbildung 26. Dabei wird unter HQ_{1-100} die Anschlaglinie eines Hochwassers mit 1-100-jähriger Eintretenswahrscheinlichkeit verstanden. Weiters steht *EHQ* für extreme Hochwasserereignisse und *PFM* für „Probable Maximum Flood“, sprich das voraussichtlich vermutete maximale Hochwasserereignis.

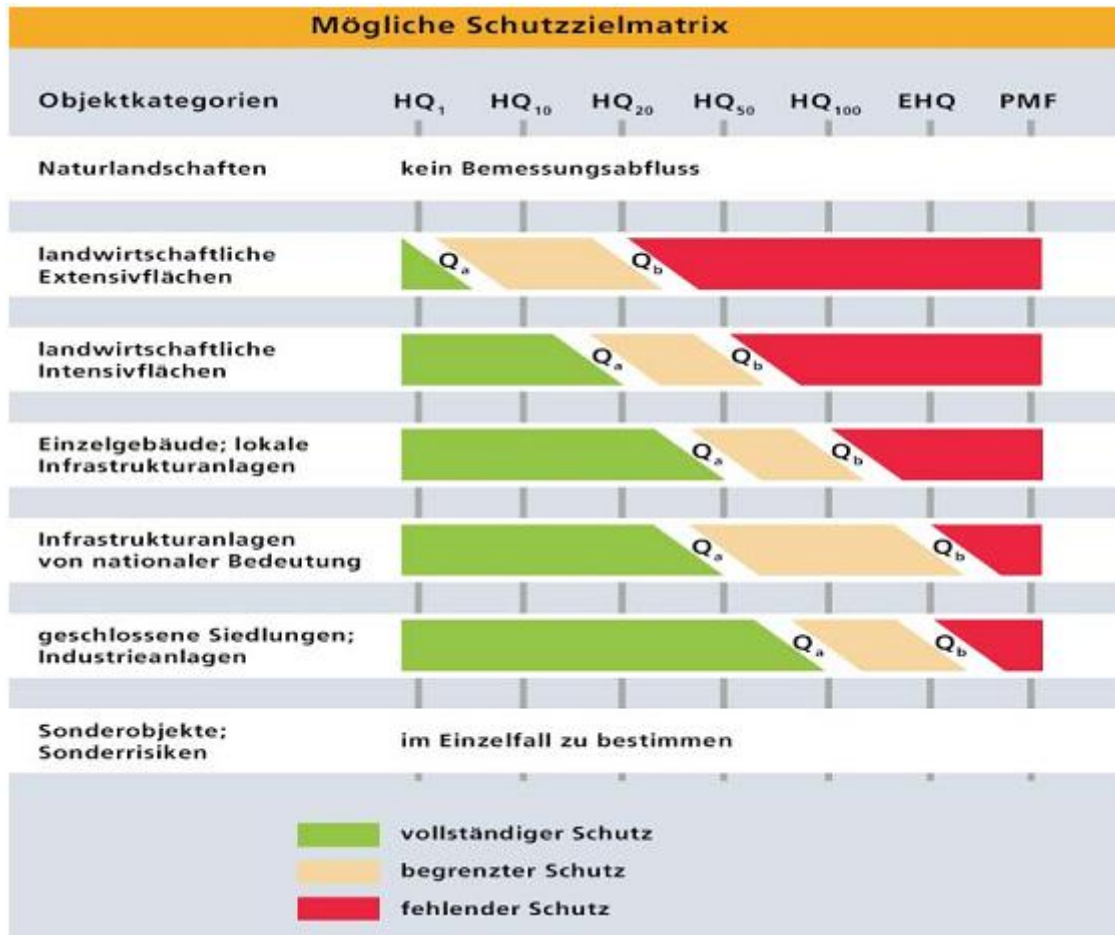


Abbildung 26. Schutzzielmatrix für den Hochwasserschutz (Petrascsek, 2004, S. IX/ 155)

Durch das Definieren von gesellschaftlich, ökonomisch und ökologisch vertretbaren Schutzzielen, das heißt konkret, dem Festlegen von Grenzen für die Sicherheitsanstrengungen beim Schutz von Personen und Sachwerten, soll eine neue Risikokultur für den Umgang mit Sicherheitsfragen sowie ein ganzheitliches Verständnis der Gesellschaft bewirkt werden. Weiters ließen sich dadurch verschiedene Naturgefahren und technische Risiken vergleichen (Götz & Raetzo, 2006, S. 28).

Welche möglichen neuen Strategien in der Raumordnung im Umgang mit Naturgefahren sind im Zusammenhang mit Global Change zu überlegen?

Es sollten im künftigen Umgang mit Naturgefahren Anpassungsstrategien entwickelt werden, die zwar die mögliche Entwicklung der nächsten Jahrzehnte berücksichtigen (wie sie im Kapitel 2 beschrieben wurden), aber auch den bestehenden Unsicherheiten Rechnung tragen. So sollten Festlegungen die Möglichkeit enthalten, dass sie einerseits langfristig ohne nachteilige Wirkung und gleichzeitig bei Bedarf anpassbar sind. Dass heißt, wenn zum Beispiel neue Erkenntnisse der Klimaforschung konkretere Aussagen zur Entwicklung von Naturgefahren tätigen kann. Es sollte

somit eine „flexible and no regret“-Strategie gewählt werden. Ein „Lastfall Klimaänderung“ sollte stets berücksichtigt werden.

„Anhand von Fallbeispielen aus der Praxis wurde dazu nachgewiesen, dass eine Berücksichtigung der Auswirkungen der Klimaänderung bei technischen Hochwasserschutzmaßnahmen verschiedentlich zu relativ moderaten Kostensteigerungen geführt hätte, wenn dieser Lastfall bereits bei der Planung berücksichtigt und beim Bau zumindest entsprechende Vorkehrungen für eine spätere Anpassung getroffen worden wären. Nachträgliche Anpassungen ohne vorausgehende zumindest planerische Vorkehrungen sind hingegen meist mit sehr hohen Kosten verbunden.“ (Weber, 2008, S. 102)

Dies führt bereits zur nächsten Frage bezüglich der Effizienz des derzeitigen Naturgefahrenschutzes. Weitere strategische Überlegungen werden im Kapitel 4 *Diskussion – weitere Aspekte im Naturgefahrenschutz* vorgestellt und diskutiert.

Reichen die momentanen finanziellen Bedingungen für einen künftigen effizienten Naturgefahrenschutz?

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Schutz bis zu einem gewissen Grade durch technische und planerische Aufwände möglich ist. Dafür sind primär neben Wissen und der technischen Umsetzbarkeit die finanziellen Möglichkeiten von entscheidender Rolle. In Tabelle 13 und 14 wurde jeweils eine Leistungsübersicht der BWV und WLV des Jahres 2008 gegeben. Dabei wurden bereits die hohen Kostenausgaben von Seiten des Bundes, wie auch der Länder und anderer Beteiligter sichtbar und dies, ohne Berücksichtigung von möglichen extra Anpassungskosten, die durch veränderte gesellschaftliche bzw. umweltbedingte Maßnahmen aufkommen werden.

„Against the background of more and more limited public financial resources, this means that an overall increase of the effectiveness of the defense works is not really plausible.“ (Stötter et al., 2002, S. 120)

Versucht man die fünf potentiellen Möglichkeiten einer Risikoentwicklung, wie sie in Tabelle 7 (Darstellung möglicher Risikoentwicklungen auf Basis von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturgefahrenprozessen und Wert und Präsenzwahrscheinlichkeit gefährdeter Objekte und Personen) angeführt sind, in Kombination mit der möglichen Entwicklung der Effektivität von Schutzmaßnahmen zu bringen, ergeben sich die in Tabelle 20 dargestellten Möglichkeiten.

Tabelle 20. Mögliche künftige Risikoentwicklung infolge komplexer Global Change Prozesse entsprechend den Kategorien in Tabelle 7 (Darstellung möglicher Risikoentwicklungen auf Basis von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturgefahrenprozessen und Wert und Präsenzwahrscheinlichkeit gefährdeter Objekte und Personen) sowie der künftigen Effizienz von Schutzmaßnahmen (eigene Darstellung anhand englischer Grundlage von Stötter et al., 2002, S. 120)

		Effektivität von Schutzmaßnahmen		
		Zunahme (+)	Ohne Änderung (Ø)	Abnahme (-)
Global Change Risiko Szenario	Starke Zunahme	-	--	--
	Zunahme	Ø	-	--
	Ohne Änderung	+	Ø	-
	Abnahme	++	+	Ø
	Starke Abnahme	+++	++	+

Gerade auf Grund der Beschränktheit von finanziellen Mitteln, die im Kontext der jüngst erlebten Wirtschaftskrise gewiss eher zu- als abgenommen hat, wie der darüber hinaus finanziell nicht in ausreichendem Ausmaß geschehender Betrachtungen des Phänomens Global Change, muss konstatiert werden, dass eine positive zukünftige Entwicklung der Risikosituation im Alpenraum sehr unwahrscheinlich ist (Stötter et al., 2002). Sprich, die Effektivität der Maßnahmen wird durch Abnützung, wenn nicht im ausreichenden Ausmaß Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden, bzw. Risikokarten den bestehenden Bedingungen angepasst werden, besten Falls konstant bleiben bzw. sogar abnehmen, in Tabelle 18 in Rottönen dargestellt. Alle künftigen positiven Entwicklungen, in Tabelle 18 in Grüntönen dargestellt, werden somit in Zukunft, sofern nicht tiefgreifendes Handeln sowie Bereitstellung von finanziellen Mitteln in ausreichendem Maße erfolgt, nicht erreichbar sein. Daraus ergibt sich natürlich auch die Frage, wie viel Kosten ist man bereit für Schutz auszugeben, bzw. wo sind Grenzen gesetzt, was zur Diskussion um das Sicherheitsniveau führt.

Wie viel Sicherheit ist genug Sicherheit?

Zu den soeben beschriebenen Unsicherheiten in der Entwicklung des Klimas sowie in der technischen Gefahrenbeurteilung ist auch zu erwähnen, dass diese immer ein bewusst akzeptiertes und ein unbekanntes Restrisiko mit sich bringen. Wie dies unter anderem die extremen Naturereignisse in der jüngeren Vergangenheit gezeigt haben, ist vor allem das Erkennen und konsequente Analysieren aller Naturgefahren und der damit verbundenen raschen und langsamen Prozesse eine wichtige Voraussetzung zur Erfüllung der Nachhaltigkeitskriterien.

„Eine absolute Sicherheit vor Naturgefahren ist jedoch nie zu erreichen! Der Umgang mit dem stets verbleibenden Risiko ist deshalb von zentraler Bedeutung und gibt dem Risikodialog einen hohen Stellenwert.“ (Götz & Raetz, 2006, S. 29)

Dabei ist jedoch auch wesentlich zu berücksichtigen, dass die Definition und Umsetzung von Anpassungsstrategien Zeiträume von bis zu 30 Jahren fordern und somit eine vorausschauende

Politik und sofortiges Handeln dringend geboten sind, „wenn rechtzeitig Maßnahmen zum Schutz der Gesellschaft abgeleitet bzw. bereitgestellt werden sollen“ (Seiler, 2006, S. 20). Dennoch wird, auch bei perfektem Analysieren, zeitgerechtem Planen und Handeln eine vollkommene Sicherheit, gerade auch mit Ineinbezugnahme der Unsicherheitsfaktoren, die durch Global Change zusätzlich mit einberechnet werden müssen, nicht erreichbar werden und die Bewusstmachung dessen für die Bevölkerung immer wesentlicher werden. Dies verlangt schlussendlich die Akzeptanz eines Restrisikos. Dabei ist ein solches, von dem man glaubt, es wird nie eintreten, leichter anzunehmen, jedoch ein selbst erlebtes Risiko viel schwerer zu akzeptieren. Dies führt somit zurück zur anfänglich diskutierten Frage des Bemessungsniveaus, woraus man schlussfolgern kann, dass doch ein höheres, vergleichbar mit Ansätzen des 19. Jahrhunderts, wo beispielsweise mit dem größten beobachtete Hochwasser plus einem Zuschlag gerechnet wurde, anzustreben wäre (Petraschek, 2008).

3.3.2 Empfehlungen für die überörtliche und örtliche Raumplanung

Da Naturgefahren meist administrative Grenzen überschreiten, sprich einzelne Gemeinden vielfach (nur) von den Auswirkungen von Naturgefahren betroffen sind, während die Ursachenbekämpfung in anderen Gemeindegebieten erfolgen muss, können in gewissen Bereichen nur überörtliche Planungsmaßnahmen Erfolg versprechend sein. Dies trifft allen voran auf den Umgang mit Hochwasser zu.

„Vor diesem Hintergrund ist die überörtliche Raumplanung verstärkt gefordert, entsprechende Festlegungen in überörtlichen Raumplänen aufzunehmen, denen neben einer Informations- auch eine Bindungswirkung für die kommunale Raumplanung zukommen soll.“ (Kanonier & David, 2004, S. 15, 16)

Folglich stellt sich die Forderung, die Ausweisung von Gefahrenzonen sowie der HQ-30- bzw. HQ-100-Berichte bereits in allen überörtlichen Raumordnungsprogrammen zu integrieren und auf alle Fälle alle Gefährdungsbereiche sowie Retentionsräume in überörtlichen Raumplänen ersichtlich zu machen (ÖIR & RC, 2004). Diese generelle Forderung kann künftig, sollten sich Prozessverhalten intensivieren, für alle Beteiligten vorteilhaft sein und mit einen Beitrag leisten, noch größere Schäden zu vermeiden.

Weiters ist aus Sicht der Raumordnung eine einheitliche Definition und Interpretation der Schutzziele und Schutzgüter erstrebenswert, wobei hierbei eine dynamische Betrachtung (Entwicklungsorientierung) erreicht werden sollte. Sprich, es sollten schutzbauliche und raumplanerische Maßnahmen gleichermaßen auf einen zeitlichen Entwicklungshorizont von 10 Jahren ausgerichtet werden. In diesem Zusammenhang stellt innerhalb der überörtlichen Raumordnung auch das Fehlen von Präventionsplanung ein besonderes Defizit aufgrund geringer

Planungsintensität und Bindungswirkung auf überörtlicher Ebene dar. Dabei stellt vor allem die mittel- bis langfristige Sicherung der Freihaltung gefährdeter Flächen eine fachliche Herausforderung dar, die in der regionalen Planung bisher nicht oder nur unzureichend verankert ist (ÖIR & RC, 2004).

Beim Betrachten der örtlichen Raumordnungsinstrumente können folgende Empfehlungen herausgearbeitet werden: So ist, wie zuvor in den Ausführung zur örtlichen Raumordnungspraxis (vgl. Kapitel 3.2.3 *Instrumente der überörtlichen und örtlichen Raumplanung*) erläutert, zum Teil der Ermessensspielraum der Planungs- und Aufsichtsbehörden bezüglich Widmungsbeschränkungen bzw. Neuausweisung von Bauland sehr groß. Dieser sollte durch eindeutigere (rechtliche) Vorgaben reduziert werden, wobei an die gutachterlichen Pläne der Fachabteilungen anzuknüpfen ist.

„Widmungsverbote sollten jedenfalls für rote Gefahrenzonen und HQ-30-Bereiche gelten. Die gesetzlichen Bestimmungen für Widmungsbeschränkungen in gelben Gefahrenzonen und HQ-100-Bereichen sollten Kriterien(kataloge) enthalten, die in der Realität auch tatsächlich eine Einschränkung der Baulandwidmungen in diesen Bereichen bewirken und lediglich bei geeigneten Sicherstellungsmaßnahmen Baulandwidmungen zulassen.“ (Kanonier & David, 2004, S. 28)

Dieser Forderung kann in Alpinregionen kaum gänzlich nachgekommen werden, sodass neben bestehenden Bauten in einigen Bundesländern in gefährdeten Bereichen Widmungen bzw. Bauführungen unter gewissen Voraussetzungen weiter zulässig sind. „Das grundsätzliche Baulandwidmungsverbot in gefährdeten Bereichen gilt somit bei Anwendung der entsprechenden Ausnahmebestimmungen nur eingeschränkt“ (Kanonier & David, 2004, S. 29). Wie damit künftig umgegangen werden soll, und vor allem kann, ist eine herausfordernde Frage über die sich vermehrt Raumordnungsexperten/innen in diesem Bereich, genannt seien stellvertretend, Stefan Greiving (Greiving et al., 2006) und Arthur Kanonier (Kanonier, 2006), Gedanken machen. Unisono hat sich jedoch dazu die Meinung entwickelt, dass Ausnahmebestimmungen, die Baulandwidmungen in Gefährdungsbereichen ermöglichen, möglichst reduziert werden und vor allem nach präzisen und restriktiven Vorgaben der Raumordnungsgesetze erfolgen sollten. Darüber hinaus sollte das Einbeziehen von Fachabteilungen bei der Beurteilung von Ausnahmen nicht nur selbstverständlich sondern auch zwingende Voraussetzung für deren Festlegung sein (Kanonier & David, 2004).

Innerhalb diesem Zusammenhang kommt man weiters direkt auf die Frage bezüglich Planänderungen und Rückwidmungen aufgrund geänderter Gefahrenzonenpläne zu sprechen, die bei Prozessänderungen im Naturraum unumgänglich werden werden. „Inwieweit die Gemeinden verpflichtet sind, ihre Flächenwidmungspläne in Folge (neuer) Naturgefährdungen zu

überarbeiten, ist in den Raumordnungsgesetzen unterschiedlich geregelt. Einige Raumordnungsgesetze enthalten allgemein die Verpflichtung zur Änderung bei wesentlichen Veränderungen der Verhältnisse und Grundlagen. Ändern sich formelle Planungsvoraussetzungen bleibt der Gemeinde in der Regel kein Ermessensspielraum hinsichtlich der Planänderung“ und eine Abänderung des Flächenwidmungsplans ist unumgänglich (Kanonier & David, 2004, S. 33). Diese Anpassung der Pläne an das momentan herrschende Gefahrenpotential wird unter den neuen Bedingungen und Einflüssen von Global Change immer zentraler werden, um das Risiko weiterhin zu minimieren.

„From the point of view of spatial planning dealing with such changes is of particular difficulty since the required stability of the law restricts short-term modifications in land use planning regulations to a minimum. In particular building bans and rezoning of already permitted land development activities remain an unsolved task since once enacted and approved by the regulatory authority additional prescriptions or prohibitions could hardly be accomplished.“ (Holub & Fuchs, 2009, S. 527)

Dieser momentan ungelöste, oft sehr konfliktreiche Problembereich muss weiterhin in Zukunft innerhalb eines ganzheitlichen Naturgefahrenmanagement intensiv bearbeitet werden. Bezüglich der konkreten Rückwidmung von Bauland in Gefährdungsbereiche, bestehen (mit Ausnahme vom NÖ ROG) keine bestimmten Regelungen, sondern es gelten die allgemeinen Änderungsbestimmungen für Flächenwidmungspläne. Kanonier und David (2004, S. 34) schreiben dazu: „In der Praxis wird in der Regel in allen Ländern bei einer Überarbeitung der Flächenwidmungspläne seitens der Aufsichtsbehörde auf entsprechende Plankorrekturen in Gefährdungsbereichen gedrängt, wobei die Bereitschaft der Gemeinden diesbezüglich unterschiedlich ist.“ Rückwidmungen sind somit oft sehr schwierig durchführbar und es scheint daher künftig als besondere Aufgabe hier in den Raumplanungsgesetzen Vorkehrungen zu treffen und mit einer geeigneten Abstimmung mit Förderungsinstrumenten (z.B. Wohnbau- und Gewerbeförderung) klare Anreize für die betroffenen Grundstückseigentümer zu setzen.

„Die Ausarbeitung einer Präventions- und Risikoreduktionsstrategie sollte daher in Zukunft als Standardelement der Örtlichen Entwicklungskonzepte eine Voraussetzung für die aufsichtsbehördliche Genehmigung der Flächenwidmungspläne darstellen“ (ÖIR & RC, 2004, S. 59).

Allgemein kann somit schlussgefolgert werden, dass Raumordnungsgesetze künftig Maßnahmen enthalten sollten, welche die Gemeinden zu einer raschen und umfassenden Reduzierung von unbebautem Bauland in Gefährdungsbereichen veranlasst. Dies insbesondere mit Verpflichtungen zur Rückwidmung von unbebautem Bauland außerhalb geschlossenen Siedlungsgebiets. Dabei sollen jene Gebiete als Aufschließungszone festgelegt, bzw. mit einer Bausperre belegt werden, bis eine korrekte Sicherstellung erlangt ist (Kanonier & David, 2004).

Zusammenfassende Betrachtung:

Die Empfehlungen bezüglich raumordnerischen Bestimmungen wurden im Endbericht der Studie PROFAN (*Präventive RaumOrdnung gegen Folgeschäden aus Naturkatastrophen*, 2004) folgendermaßen nach höchster Priorität hinsichtlich deren Bedeutung bzw. deren Dringlichkeit in der Umsetzung aufgelistet (leicht gekürzt):

- I Präzisierung der Schutzziele in den Raumordnungsgesetzen der Bundesländer;
- II Intensivierte Erstellung, Fertigstellung und Aktualisierung der von SWW auszuweisenden Überflutungsräume sowie der von WLW zu erarbeitenden Gefahrenzonenpläne;
- III Rechtsverbindliche Verankerung der von SWW ausgewiesenen Überflutungsräume und der von der WLW erarbeiteten Gefahrenzonenpläne in den einzelnen Raumordnungsgesetzen mit klaren Handlungsanweisungen;
- IV Anschlaglinien von Hochwässern mit 100-jährlicher Wahrscheinlichkeit sollen im Wasserbuch und in Regionalen Raumordnungsprogrammen ersichtlich gemacht und als Hochwasserabflussgebiet festgelegt werden. Ausweisung der für den Hochwasserabfluss oder -rückhalt wesentlichen Flächen im Wasserbuch und in regionalen Raumordnungsprogrammen, jeweils mit Bindungswirkung für die örtliche Raumplanung;
- V Um die für den Hochwasserabfluss oder -rückhalt wesentlichen Flächen freizuhalten, sollen Widmungsverbote und Nutzungsgebote festgelegt werden können, bzw. eine entsprechende Verankerung in den Raumordnungsgesetzen vorgenommen werden (ÖIR & RC, 2004).

Hierbei sollte gedanklich eventuell als Punkt VI die Ineinbezugnahme von den neuesten Erkenntnissen bezüglich Veränderungen im Natur- und Kulturräum aufgenommen werden, um optimal am aktuellen Wissenstand orientiert Naturgefahrenschutz betreiben zu können und einen theoretisch konzeptionellen Rahmen um die praktischen, handlungsleitenden Empfehlungen zu legen.

3.3.3 Das moderne Risikokonzept

In diesem Kapitel wird auf einen relativ modernen und als zukunftssträchtig einzustufenden Ansatz im Umgang mit Naturgefahren eingegangen, dem integralen Risikomanagement, was als systematisches Managementkonzept zum Umgang mit Risiken umschrieben werden kann. Dieses verlässt die eingespielten Denkmuster der vergangenen Jahre und Jahrzehnte, indem es alle verfügbaren und sinnvollen Maßnahmen miteinander zu kombinieren versucht (Bründl, 2008) und sich somit weit über die Strategie der reinen Gefahrenabwehr fortentwickelt hat. Das primär

verfolgte Ziel besteht somit darin, das Ausmaß der Naturgefahren zu begrenzen und die Verletzlichkeit unserer Gesellschaft mit einer optimalen Kombination verschiedener Schutzmaßnahmen zu reduzieren. Dabei ist wesentlich, dass dies kontinuierlich vor, während und nach Naturereignissen erfolgt (BUWAL, 2007, Bründl, 2008). Die folgende grafische Darstellung, Abbildung 27, soll dazu einen tiefergehenden Einblick geben.

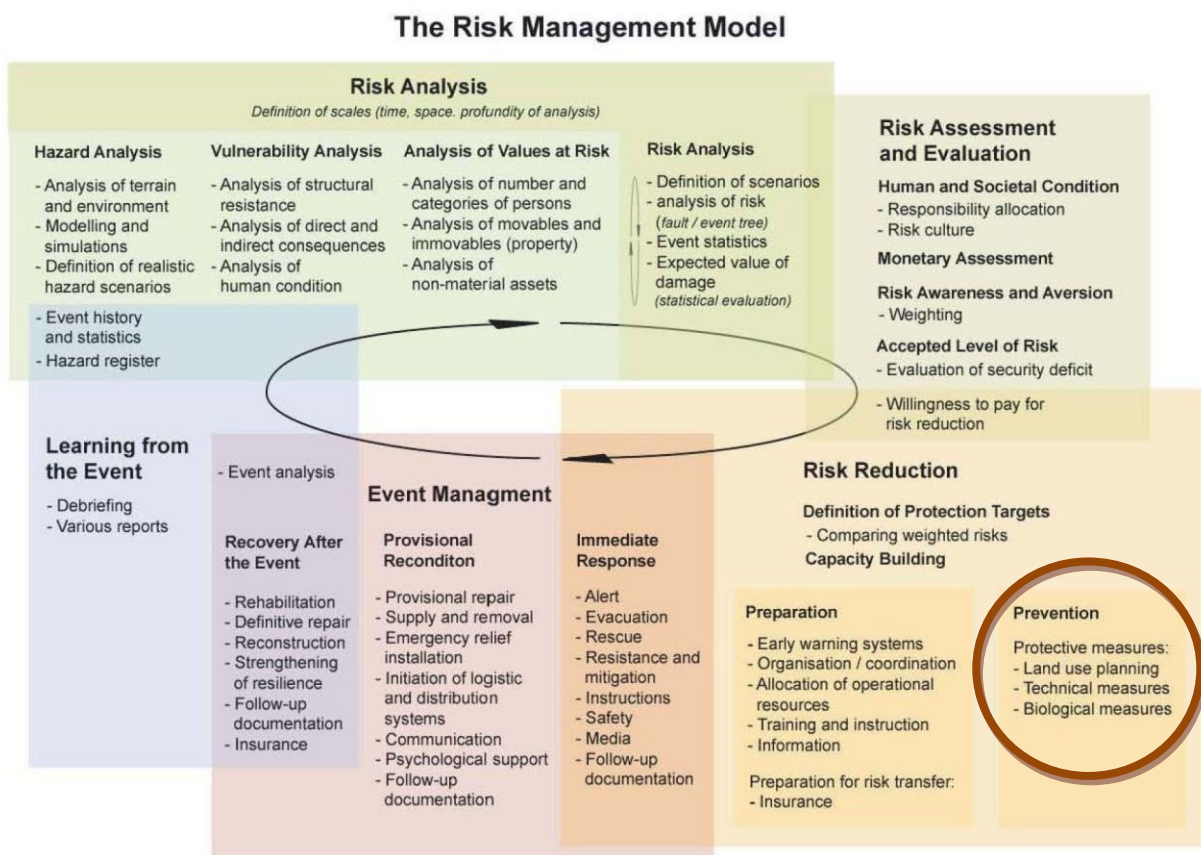


Abbildung 27. Risikomanagement-Modell (NAHRIS, 2009 mit eigener Hervorhebung der Präventionsmaßnahmen)

In der obigen Abbildung wird deutlich, dass zeitgemäßes Naturgefahrenmanagement auf die Erfassung und Bewertung des Risikos zentral aufbauen sollte, was die Elemente des Natur- und vor allem auch des Kulturrums sowie die Akzeptanz und Aversion bezüglich Risiko in der Gesellschaft mit umfasst. Denn im Sinne einer holistischen Gesamtbetrachtung dürfen potenziell

gefährliche Prozesse nicht länger isoliert betrachtet werden. Dem entgegengesetzt bedarf es vielmehr der expliziten Einbeziehung des exponierten Schadenpotenzials und gesellschaftlichen Charakteristika, wie es in diesem Risikomanagement-Modell erfolgt. Somit kann dann über die Risikoreduktion (Risk Reduction), die die Vorbereitungs- und Präventionsmaßnahmen miteinschließt zum Event Management übergegangen werden, wobei sich dabei bereits wieder Schnittstellen zum Lernen von Erfahrungen und weiter folgend Analysieren ergeben. Ein sehr zentraler Eckpfeiler des Risikokreislaufkonzeptes besteht in der vorausschauenden Perspektive, die es erlaubt, ex ante potenzielle Auswirkungen natürlicher Prozesse abzuschätzen und adäquate Maßnahmen einzuleiten (Stötter & Fuchs, 2006). Darüber hinaus kann als Stärke des Risikokonzeptes deren umfassende Quantifizierung der Gefährdung genannt werden. Es kann ausgehend von der Gefahrenbeurteilung das exponierte Schadenpotenzial sowie die Verletzlichkeit analysiert werden und somit eine komplette Risikoanalyse erfolgen. Daran anschließend folgt die Bewertung des Risikos, welche eine Prüfung bezüglich des Überschreitens von Grenzwerten (sowie deren Höhe) erlaubt, dem entsprechend dann Maßnahmen gesetzt werden müssen. Darüber hinaus helfen dann die konkreten Risikomanagementstrategien die Zielsetzungen, den Handlungsbedarf (sowie dessen Prioritätensetzung) sowie die konkreten Maßnahmen zur Risikoreduktion zu steuern und umzusetzen (Hübl et al., 2009).

In diesem hier beschriebenen Modell kommt der Raumordnung eine zentrale Rolle durch die Planung und Einschränkung der Landnutzung zu, sodass diese auf Gefahrenstellen Rücksicht nimmt, wie es in den Kapiteln zuvor auch ausführlich erläutert wurde. Zusammenfassend kann somit konstatiert werden: „Die Raumplanung stellt eine wichtige Maßnahme für den Umgang mit Naturgefahren dar, auf dem alle weiteren Maßnahmen aufbauen“ (Bründl, 2008, S. 2). Hierbei soll somit verdeutlicht werden, in welchem direkten und bedeutsamen Kontext die Raumordnung in Bezug auf Naturgefahrenmanagement zu sehen ist und auch die Wichtigkeit von professioneller Kommunikation und Kooperation zwischen allen Beteiligten aufgezeigt werden.

In Abbildung 28 sei zu diesem weitgreifenden Risikomanagement-Modell eine weitere Form der Darstellung, mehr fokussiert auf das Event Management, vergleichend angeführt, wo wiederum die Position von raumplanerischen Maßnahmen in der vorbeugenden Phase, jedoch gleichfalls wie im vorherigen Modell direkt eingebunden in das holistische Verfahren des integralen Naturgefahrenmanagements, ersichtlich wird. Hierbei sei noch gesagt, dass diese Modelle wirklich als zyklische, dynamische zu sehen sind und allen voran durch ihre „pro-aktive“, vorausschauende Perspektive bzw. dessen ständigen Vorbereiten und beim Eintreten Reagieren auf Ereignisse zu sehen sind, wodurch ein Wiederkehren von Ereignissen mit gleichem katastrophalen Ausmaß versucht wird zu verhindern (Stötter & Fuchs, 2006).

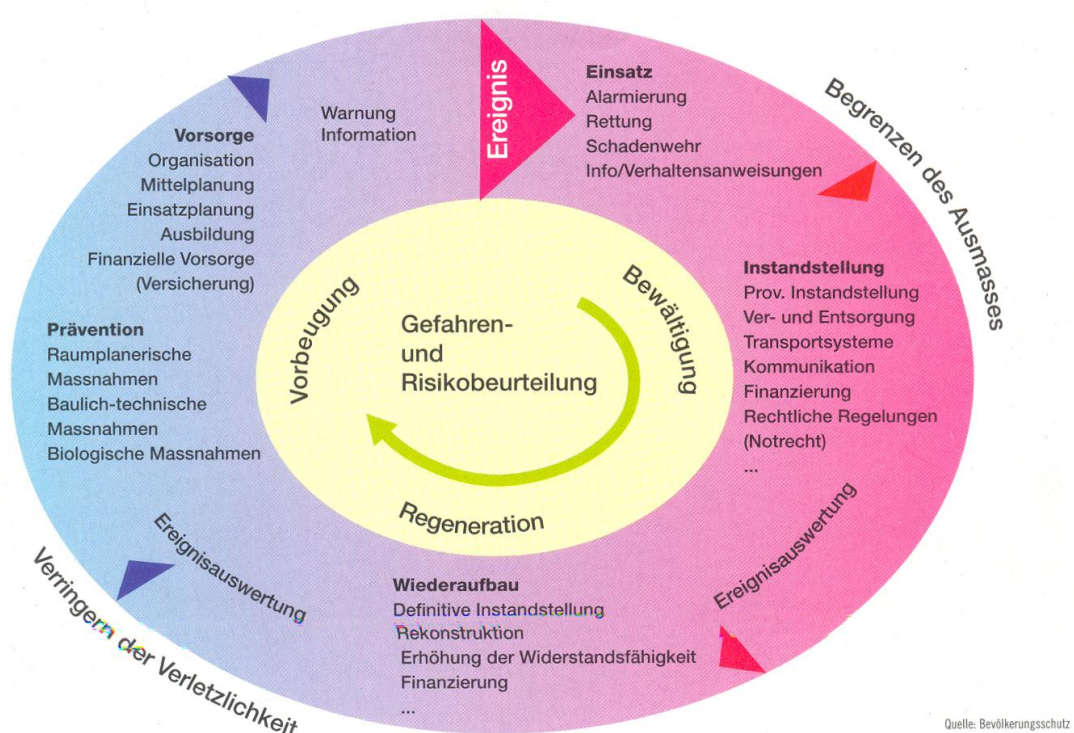


Abbildung 28. Kreislauf des integralen Risikomanagements (BUWAL, 2007, S. 12)

Als Initialereignis dieses Risikokreislaufmodells ist die Katastrophe, das konkrete Ereignis, zu sehen. Dem folgt direkt der Einsatz von Rettungskräften, sowie primäre Hilfeleistungen und Instandstellungsmaßnahmen werden eingeleitet. Dies führt folglich nach einer ersten Ereignisauswertung zum Wiederaufbau, wo bereits zum Teil Präventivmaßnahmen in Hinblick auf zukünftige Ereignisse eingegliedert werden können. Es erfolgt hier bereits der Übergang von der Phase der Bewältigung zur Vorsorge, die in weiterer Folge die Vorbereitung für künftige Katastrophen beinhaltet (Rudolf-Miklau, 2009). Somit schließt sich der Kreislauf und es können über die Erfahrungen, die durch ein Ereignis sowie in der Wiederaufbauungs- und Regenerationsphase gemacht wurde, die Prävention und Vorsorgemaßnahmen für zukünftige Ereignisse optimiert werden. Dadurch können die verschiedenen Prozeduren im Rahmen eines umfassenden integrativen Risikomanagements sozusagen auf ein höheres Niveau angehoben werden und es wird somit aus dem Risiko-Management-Zyklus eine ansteigende Spirale. Wesentlich bei all diesen Tätigkeiten ist eine gute Koordination zwischen den verschiedenen Akteurinnen, Betroffenen und weiteren Interessierten. Folglich sind in jeder Phase Kommunikation und Information Schlüsselfaktoren für ein gelingendes Zusammenarbeiten (Kienholz et al., 2004).

Diese Art des Umgangs mit Naturgefahren, bei dem verschiedene Maßnahmen abgestimmt aufeinander erfolgen, sich somit gegenseitig ergänzen und einen qualitativen Mehrwert erbringen, hat sich in den letzten Jahren immer mehr als erfolgreich erwiesen. Probleme bestehen

jedoch vor allem beim Festlegen der Maßnahmen in den verschiedenen Phasen und deren Verhältnismäßigkeit. „Welcher Aufwand ist für welchen Gewinn an Sicherheit gerechtfertigt?“ (Petraschek, 2004, S. 150). Diese Fragen sind sehr diffizil und oft nicht rational behandelbar, einer würdevollen Diskussion sollte man sich dennoch stellen und mögliche Wege in Konfliktsituationen gemeinsam kooperativ suchen. „Die Entwicklung einer neuen Risikokultur in Österreich integriert allerdings auch das Wissen, dass dem Schutz vor Naturgefahren technische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind“ (Patek, 2007, S. 25). Diese Aspekte wurden bereits zum Teil im ersten Abschnitt (3.3.1 *Neu zu diskutierende Fragen im Naturgefahrenschutz*) dieses Kapitels diskutiert.

Es schließt sich somit hier der Kreis wiederum und wird bestätigt, wie aktuell, vernetzt und herausfordernd die aufgeworfenen Fragen weiterhin sind und welche Dringlichkeit besteht, diese intensiv in einer Kommunikation mit allen am Naturgefahrenmanagement Beteiligten zu behandeln. So erwähnen Stötter und Keiler (2003) auch, um das Verhältnis Risiko – Sicherheit wirksam und nachhaltig zu verbessern, dass klare Maßnahmen im Bereich der menschlichen Interessenssphäre von Nöten sind. Neben der obig angeschnittenen Risikokommunikation sowie dem hier erläuterten ganzheitlichen Naturgefahren-Management wird weiters die Wichtigkeit der Einführung eines Risikomonitorings als Entscheidungsgrundlage für temporäre Maßnahmen hervorgehoben (Stötter & Keiler, 2003). Denn gerade letzterer Aspekt sollte in speziellen Fällen beachtet werden, „where climate related risks are rapidly evolving, as is the case for permafrost and glacial risks“ (Agrawala, 2007, S. 70). Dies ist unter Anderem aufgrund des gesteigerten Sicherheitsbedürfnisses sowie der im Wesentlichen durch die Medien angeregten Sensibilisierung der Wahrnehmung von Naturgefahren in der Bevölkerung von Bedeutung und sollte direkt zu einem raschen und zielgerichteten Handeln führen. Dabei sei Ursachen- und Folgenforschung im Bereich Naturgefahren ebenso aktuell wie notwendig, „es gilt aber auch aufbauend auf den vorhandenen Umgangsweisen angepasste nachhaltige Strategien zu entwickeln, die zukünftigen Anforderungen gerecht werden“ (Stötter & Keiler, 2003, S. 225). Zu diesem und weiteren darüber hinausreichenden Aspekten soll im folgenden Kapitel eine mehrperspektivische Diskussion geführt werden.

4 Diskussion – weitere Aspekte im Naturgefahrenmanagement

In diesem Kapitel soll eine allgemeine Diskussion zum Umgang mit Naturgefahren und deren neuen Herausforderungen vor allem in Bezug auf die Raumordnung, wenn auch mit Blick auf andere Möglichkeiten von Schutzmaßnahmen, geführt werden. Dabei sind speziell weiterführende Aspekte, wie eine spezifische Notfallplanung oder die Schaffung eines mehr „resilienten“ Lebensraumes (Gesellschaft), die in den bisherigen Betrachtungsebenen noch nicht direkt erwähnt wurden, von zentralem Interesse und sollen von unterschiedlichen Blickwinkeln diskutiert werden.

Wie in den vergangenen Erläuterungen dieser Arbeit deutlich gemacht wurde, tritt Lebensgefahr für Mensch und Tier sowie Zerstörung der Lebensgrundlagen vor allem bei extremen Ereignissen, in Österreich oftmals vor allem Hochwasserereignissen, auf. Wie diese in Zukunft sich verhalten werden, bezüglich Eintretenswahrscheinlichkeit und -intensität ist noch nicht konkreter abschätzbar. Da somit insbesondere für diese Extremereignisse kein vollständiger Schutz möglich ist, sollen durch eine spezifische *Notfallplanung* die verbleibenden Risiken minimiert werden. Dabei sind der Schutz von Menschenleben und die Verhinderung von sehr großen Zerstörungen primär in Betracht zu ziehen. Für diese Art der Planung, wird eine Bemessungsgrundlage gewählt, die deutlich über den normalerweise angenommenem Bemessungsereignis liegt. Es wird somit nach dem Prinzip geplant, „dass für die gleiche Fläche zwei verschiedene Schutzniveaus erforderlich sind, ein niederes zur Schadenminderung und ein hohes zum Schutz der Lebensgrundlagen“ (Petraschek, 2004, S. 155). Dieser Umgang mit Risiko wird bereits im Straßenverkehr vollzogen, denn mit sicheren Straßen und Autos wird versucht Unfälle nach Möglichkeit zu vermeiden, passiert jedoch trotzdem etwas, wurde zum Schutz des Lebens Airbag, Sicherheitsgurt und Knautschzone in die Fahrzeuge eingebaut. Dies sind somit rein präventive zusätzliche Maßnahmen, mit denen im Falle eines Umfalles nur das Ziel der Rettung des Lebens verfolgt wird, der dabei möglicherweise entstehende Sachschaden am Fahrzeug ist dann vernachlässigbar. Diesem Denken entsprechend muss ein umfassendes Konzept vor allem im Hochwasserschutz entwickelt werden, denn dass für Personen ein höheres Schutzniveau als ein 100 jährliches Ereignis als gerechtfertigt betrachtet werden kann, ergibt sich z.B. aus den Anforderungen der Erdbebensicherheit. Ein jedoch durchgehender Ausbau auf deutlich höheren Ermessungsereignissen als die bisherig angenommenen ist aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen kaum möglich. Es ist in vielen Fällen sogar ein Beharren auf dem bisherigen Standard eines HQ100 immer schwieriger zu rechtfertigen. Man kann somit nur mit differenzierten Schutzzielen den unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden, sodass beispielsweise für Orte mit besonders hohem Schadenpotential eine generelle Anhebung des Schutzniveaus gerechtfertigt sein könnte, in den meisten Fällen jedoch ein zweistufiges

Schutzkonzept die beiden Ziele „Wirtschaftlichkeit“ und „Sicherheit“ vereinen sollte. Dieses umfasst somit das bisherige Streben nach einer so weit als möglich Verminderung von Überschwemmungen (und anderen Naturrisiken) entsprechend einer Schutzzielmatrix und darüberhinaus jedoch auch eine Notfallplanung für Extremereignisse zur Verbesserung des Personenschutzes und zur Verhinderung von Zerstörungen und extremen Sachschäden (Petraschek, 2004). Hierbei wäre auch der Ansatz einer Differenzierung zwischen lang- und kurzzeitiger Nutzung von spezifischen Gebäuden auf lokaler Ebene möglich zu integrieren (Holub & Hübl, 2008).

Entgegen diesem Modell der „Verbesserung“ der bisherigen Schutzmaßnahmen durch eine zusätzliche Notfallplanung, gibt es auch Rufe nach einem weit strikteren Vorgehen, vor allem in Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung über eine längere Zeit hinweg. So schreibt Choch (1995) folgendermaßen:

„In the long run, however, the best solution may be to abandon the use of certain hazardous areas as population centers, and to adapt them for communal use. An example is to permit only parks and athletic fields to be built on river floodplains (...).“ (Choch, 1995, S. 9, 10)

Durch ein solches Vorgehen kann natürlich das verfolgte Ziel – effizient und nachhaltig auf lange Frist Schutz zu gewährleisten – erreicht werden. Es spiegelt somit die Strategie wider, die menschliche Nutzung so weit als möglich an die Gefahr anzupassen und nicht nur umgekehrt. Dies wird vor allem immer wesentlicher werden, da einerseits eine begrenzte Beeinflussbarkeit extremer Ereignisse besteht, die Landesressourcen limitiert sind sowie darüber hinaus auch die Verfügbarkeit von Mittel für Sicherheitsmaßnahmen Grenzen aufweisen (Egli, 1996). Ein solch passiv, präventiv geplanter Schutz, kann jedoch aber auch nur dann Erfolg verzeichnen, wenn es möglich wird, solch geplante Maßnahmen aktiv wirkend implementieren zu können, was in den meisten Fällen, vor allem im Alpenraum mit seinen engen Tälern und Mangel an Dauersiedlungsraum mehr oder weniger unmöglich ist.

Darüber hinaus zeigt eine in Wien im Jahr 2003 erstellte Studie (StartClim „Start Project: First analyses of extreme weather events and their impacts on Austria“) bezüglich in der Vergangenheit angewandten Schutzmaßnahmen folgendes auf:

„(...) past efforts have often been restricted to technical protective measures. Integrated adaptive strategies comprising a package of technical, spatial planning, organizational, economic, and climate- and education policy measures are rare exceptions.“ (Kromp-Kolb, 2003, S. 13)

Stötter et al. (2004, S. 102) rät zu diesen Defiziten im Umgang mit alpinen Naturgefahren, dass in allen Alpenländern dazu Mängel bestehen und Verbesserungsmöglichkeiten zu finden sind. Primär fordern Stötter et al. (2004) somit vermehrt an folgenden Aspekten, dessen Überwinden zu einem verbesserten und nachhaltigen wirksamen Umgang mit Naturgefahren beitragen sollte, zu arbeiten:

- *Monodisziplinarität*, denn in fast allen Alpenländern wird der offizielle Umgang mit Naturgefahren durch staatliche Einrichtungen dadurch charakterisiert, dass die jeweiligen diesbezüglichen Aufgaben einer spezifischen Berufsgruppe zugewiesen werden und nicht wie es oft die Umstände erfordern würden interdisziplinär behandelt werden.
- *Nationale Begrenztheit*, dazu erläutert Stötter, dass natürliche Prozessgeschehen und die daraus resultierenden Folgen in allen Alpenländern vergleichbar sind und trotzdem jeder Staat einen eigenen Weg im Umgang mit ihnen geht. Unterschiedliche Ansätze zur Erfassung der Prozesse wären somit durchaus erklärbar, jedoch die verschiedene Bewertung der Wirkung zur Abgrenzung von Verbots- und Gebotszonen sind dies nicht mehr (Stötter et al., 2004). Dazu betont auch die Alpenkonvention in ihrem Bericht *Naturgefahren und Alpenkonvention* das Kernanliegen grenzüberschreitende, vergleichbare Sicherheitsstandards zum Schutz vor Naturgefahren im Alpenraum einzuführen. Weiters wird im Bericht konstatiert, dass die Alpenländer unabhängig von der Risikosituation und dem Sicherheitsniveau noch mehr vom gegenseitigen Erfahrungsaustausch bei ihrer Präventionsarbeit zum Schutz vor Naturgefahren profitieren können, wobei die Prüfung und gemeinsame Weiterentwicklung von nachhaltigen Schutzkonzepten zentral ist (ARE & UVEK, 2003).
- *Reaktives Verhalten*, das sich aus der Entstehungsgeschichte im Umgang mit Naturgefahren erklären lässt, ist auch heute noch präsent. Dies wirkt vor dem Hintergrund prinzipiell knapper werdender öffentlicher Mittel bei einem gleichzeitigen Trend zu einer intensiveren Prozessdynamik und damit verbunden größeren Schäden nicht verwunderlich (Stötter et al., 2004, S. 102).
- *Fehlender Risikobezug*, denn gerne werden im Zusammenhang mit dem Umgang mit alpinen Naturgefahren von offizieller Seite Begriffe wie Risikoanalyse, Risikobewertung usw. verwendet. Tatsächlich haben jedoch nach wie vor fast alle Aktivitäten rein mit dem Gefahrenpotential zu tun und die sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Aspekte des Schadenpotentials werden in der Regel außer Acht gelassen (Stötter et al., 2004, S. 102).

Zum Punkt *reaktives Verhalten* kann in Zukunft vor allem Global Change ein weiteres gutes Argument für vorwärtsgerichtetes Planen liefern. Denn: „Natural hazards management traditionally relies on retrospective information which will no longer be appropriate if climate change alters hazard profiles and distribution” (Agrawala, 2007, S. 15). Dies deshalb, da sich alle drei Parameter, die ursprünglich dem retrospektivem Denken zugrunde liegen (nämlich Frequenz, Intensität und räumliche Ausbreitung) verändern können, sodass „(...) the past – which forms the basis of current natural hazards management practices – might no longer be a good basis for managing hazards under climate change” (Agrawala, 2007, S. 81). Deshalb besteht ein dringender Bedarf nach mehr vorwärts gerichteten Ansätzen, die auch die voraussichtlich zu erwartenden Veränderungen durch Global Change mit einbeziehen.

„One strategy might be to raise the precautionary standard for hazards management, as including more intense and extreme events into the planning process will enhance resilience to climate change.” (Agrawala, 2007, S. 15)

Diese neuen Standards sollten mehr und mehr angedacht werden, denn wie Ammann und Stoeckli (2002) ausdrücken, wird Climate Change und seine Auswirkungen auf Naturgefahrenprozesse erst in der Zukunft im entsprechenden Ausmaß einschätzbar werden, da bisherige Trendabschätzungen immer auf retrospektiver Forschung basierten. Dies liefert mit eine Erklärung für die schwierige ökonomische Berechenbarkeit von den aus Global Change resultierenden Auswirkungen: „Climate Change involves a diversity of impacts whose economic implications are far from clear“ (Ammann & Stoeckli, 2002, S. 70).

Eine weitere Alternative, in Richtung einer vorwärts gerichteten Planung denkend, wäre auch Gefahrenkarten öfters zu aktualisieren, was als Grundlage gerade für die Raumplanung von zentralem Charakter wäre, wodurch sich nämlich die Möglichkeit ergäbe, sich kontinuierlich entwickelnde Gefahrenpotentiale (wie im Speziellen v.a. für Permafrost und Gletscher bezogene Gefahren) mit einzubeziehen (Agrawala, 2007). In Österreich ist das regelmäßige Updaten jedoch bisher nur sehr uneinheitlich erfolgt. So wurden gewisse Risikokarten, die im Jahre 2000 oder 2001 bewilligt wurden, bereits upgedated, während hingegen für andere, welche zum Teil viel früher entwickelt wurden (1985-1998) noch kein Update erfolgte (BMLFUW, 2005). Die richtige Balance zwischen Wirtschaftlichkeit und Sicherheit zu finden, wurde bereits zuvor kurz angeschnitten und stellt auch hier wieder einen zentralen Kern zum erfolgreichen Naturgefahrenmanagement dar. „Frequent updating of hazard maps, however, needs to be carefully balanced against the significant costs that this might entail.“ Öfter kommen nämlich hohe Transaktionskosten und rechtliche Herausforderungen dazu, „if significant changes are made to hazard maps on a frequent basis, particularly if such changes are made purely on the

basis of model-based projections” (Agrawala, 2007, S. 15). Dies führt weiters zu folgender sehr zentralen Schlussfolgerung:

„A mid-way solution, however, might be to use hazard maps that incorporate scenarios of future impacts as advisory, and not regulatory, tools. For example, such maps could be beneficial in raising awareness and by making climate change information available to decision makers. Based on such information decision-makers may also display greater caution in implementing long-term and irreversible investment projects in areas that might be at high risk in the future.” (Agrawala, 2007, S. 82)

Diese Empfehlungen – beginnend bei vorwärtsgerichtetem Verhalten und Forderungen zum Überwinden von nationalen Grenzen, mehr Interdisziplinarität bzw. häufigerem Updaten von Grundlagenmaterial sowie Erhöhung der öffentlichen Aufmerksamkeit und Bieten von Anreizen für längerfristige Investitionen durch vermehrt Informationen über Climate Change – sind in dem hoch komplexen Geflecht von Global Change, deren Umgangsformen, Strategien und bereits bekannten Auswirkungen, oft nicht so leicht umsetzbar. Dies ist auf vielfältige Aspekte zurückzuführen. Einer davon liegt in den jeweiligen Forschungsbereichen, die oft noch eine sehr junge innerdisziplinäre Forschungsgeschichte aufweisen (Kromp-Kolb, 2003). In der folgenden Grafik wird dies verdeutlicht, wo einerseits die Vernetzung von physischen Bereichen, wie Emissions- und Klimaforschung, mit wirtschaftswissenschaftlicher Impactforschung aufgezeigt wird und auch darüber hinaus anhand einer Farbabstufung von grün (geringer Forschungsbedarf) bis rot (hoher Forschungsbedarf) der jeweilige Forschungsstand der einzelnen am wissenschaftlichen Prozess beteiligten Fachdisziplinen dargelegt wird.

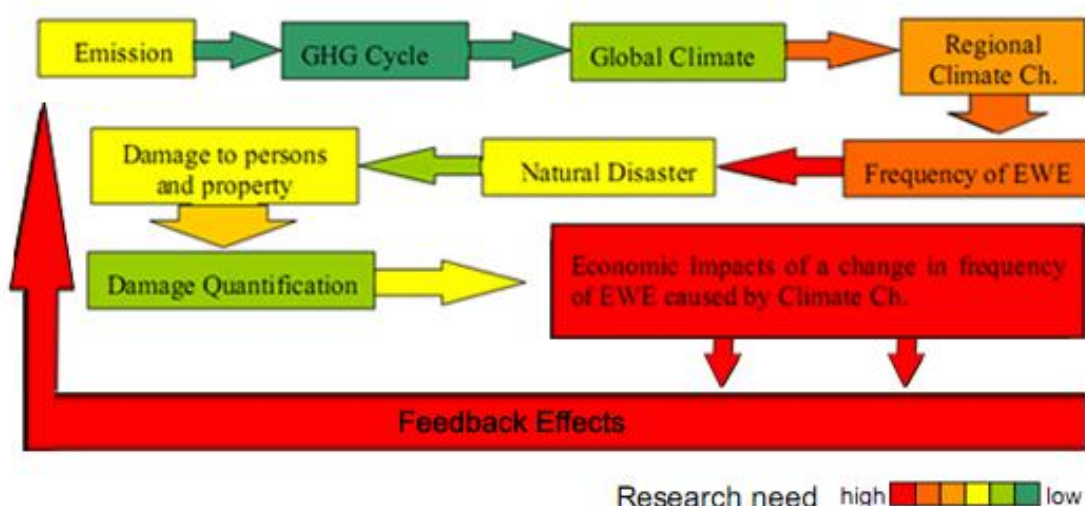


Abbildung 29. Zusammenhänge von Ursache- und Folgewirkung um Global Change, Naturgefahren und Ökonomischen Auswirkungen: beginnend bei Treibhausgasemissionen (GHG) über Global Change und extreme Wetterereignisse (EWE) zu Naturkatastrophen, Schadenquantifizierung sowie Ökonomischen Auswirkungen von Änderungen in der Frequenz von extremen Wetterereignissen hervorgerufen durch Climate Change, sowie dessen Rückkoppelungseffekte auf Emissionen und den weiter genannten Aspekten (Kromp-Kolb, 2003, S. 48, eigene Ergänzung der Feedback Effects)

Um die am Ende der Folgekette stehende ökonomische Evaluierung von Auswirkungen von extremen Wetterereignissen ganzheitlich durch zu führen, was momentan als größter Forschungsbedarf eingestuft wurde, benötigt man einerseits die diesem zugrundeliegenden Daten sowie das Verständnis der gesamten Folgekette. Es ist somit eine Verbesserung des Verstehens aller Interaktionen zwischen *greenhouse gas emissions*, *climate change*, *extreme weather events* und *damage levels* zu suchen (Kromp-Kolb, 2003). Dafür wird, da es sich nicht nur um Folgen in eine Richtung handelt, die Ineinbezugnahme von Rückkoppelungseffekten sehr wesentlich werden. Neben diesem Bereich des tieferen Verständnisses der Zusammenhänge ist es auch erforderlich, „to establish more durable mechanisms for climate hazard monitoring that extend beyond short-term funding cycles, and to ensure that such activities extend beyond research and generate information and tools that can then be used to better incorporate climate risks in hazard maps and natural hazard management policies” (Agrawala, 2007, S. 16).

Diese hier aufgezeigten Beispiele, wie wohl für die Raumordnung am Wesentlichsten die bessere Ineinbezugnahme von Klimarisiken in Gefahrenkarten und das Naturgefahrenmanagement als Ganzes, sind entscheidende Wegweiser für einen zukünftigen, verantwortungsvollen Umgang mit Naturrisiken im Alpenraum. Auch wenn weiterhin Kritik besteht, dass die Unsicherheiten bezüglich Naturgefahren und Klimawandel noch relativ groß sind, müssen nun mögliche Anpassungsstrategien überlegt werden und dies einerseits auf internationaler, wie nationaler und regionaler Ebene zumindest in der obig beschriebenen Form einer Notfallplanung umgesetzt werden um noch größere ökonomische und soziale Verluste zu vermeiden. Dies führt bereits zum nächsten Kapitel, wo ein Ausblick bezüglich Naturgefahrenmanagement in der Raumordnung gegeben werden soll.

5 Raumordnung & Naturgefahren – Quo Vadis?

Wie diese Arbeit sehr deutlich zu Beginn aufgezeigt hat, befinden sich Natur- und Kulturräum sowie deren Elemente im Wandel. Es sind Begriffe wie Umwelt- und Klimawandel, sozioökonomischer Strukturwandel, Wertewandel oder technischer Wandel gefallen. Wandel bzw. Veränderung in den einzelnen Sphären, mit denen der Mensch mehr oder weniger tagtäglich konfrontiert ist, wurde zum Alltag und wird es in naher Zukunft bleiben. Es muss sich somit im Denken die Grundhaltung für ein Leben *mit* dem Wandel sowie auch dem Risiko entwickeln und die Bereitschaft für neue Lösungsmöglichkeiten aufgebracht werden. Denn gerade in Bezug auf letzteres, dem Risiko, muss Österreich als sehr alpin geprägtes Land mit einer Vielzahl an Risiken umgehen lernen, die in naher Zukunft großem Wandel unterliegen können. Dabei ist auch zentral zu erkennen, dass es niemals – trotz ingenieurtechnischen und planerischen Maßnahmen – eine absolute Sicherheit geben kann, es aber in der Hand unserer Gesellschaft – sprich den politischen Akteure sowie allen anderen Beteiligten – liegt, bestehende Risiken für die Menschheit und für allgemeine Sachwerte mit einem holistischen, integralen Risikomanagement auf ein erträgliches Maß zu reduzieren und dabei Aspekte des Global Change jetzt bereits mit einzubeziehen. Um dies zu erreichen sind wir alle gefordert, uns aktiv an den diversen Prozessen zu beteiligen, das heißt aus einer passiven, verdrängenden Haltung in eine aktive, den modernen Erkenntnissen gegenüber aufgeschlossenen und trotzdem kritisch prüfenden Grundhaltung zu schlüpfen. Gemeinsam in Kommunikation und Kooperation miteinander sollte es möglich sein, die auf uns durch die Naturgefahren zukommenden Herausforderungen zu lösen. Dabei ist es wesentlich, die in der Vergangenheit mehr und mehr vom Individuum auf die behördlichen Instanzen übertragene Verantwortung trotzdem bis zu einem gewissen Maße selbst wahrzunehmen. Auch wäre es wünschenswert rechtliche Möglichkeiten auszuweiten und der Raumordnung vor allem in der Umsetzung ihrer Pläne mehr Implementierungskraft zu geben, da darin große Potentiale liegen. Bloetzer et al. (1998) schreiben dazu in Bezug auf die Schweiz (was für Österreich im gleichen Ausmaß Gültigkeit bekommen kann), dass vor allem der Raumplanung, sofern die Hochwassergefahr in Zukunft zunehmen wird, eine markant größere Bedeutung zukommen wird. Denn eine wirksame Nutzungsplanung vermindert das Schadenpotential und somit ist eine gezielte Verstärkung der raumplanerischen Kompetenzen zweckmäßig (Blöchliger & Neidhöfer, 1998).

„However, the long-term benefits of spatial planning often conflict with short term local economic interests as it reduces land-use opportunities.” (Agrawala, 2007, S. 71)

Und diese Einschränkung von Freiheit durch raumplanerische Instrumente bezüglich Bauvorhaben oder anderen Möglichkeiten wird auch weiterhin Konflikte und Diskussionen (vor

allem auf lokaler Ebene) mit sich bringen. Ohne sehr konkret verankerte rechtliche Richtlinien wird dieser Prozess ansonsten höchst wahrscheinlich immer langwierig und konfliktreich bleiben, sowie darüber hinaus zum Teil nur suboptimale Lösungen erzielen.

Die EU hat diesbezüglich bereits mit der Einführung der EU-Hochwasserrichtlinie (EU-HWRL) im Jahr 2007 (Europäische Kommission, 2007) reagiert, dessen Umsetzung in österreichisches Recht zwei Jahre nach Inkrafttreten (konkret bis spätestens 26. November 2009) zu erfolgen hat.

„Ziel dieser Richtlinie ist es, einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken zur Verringerung der hochwasserbedingten nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten in der Gemeinschaft zu schaffen.“ (Europäische Kommission, 2007, L 288/29, Artikel 1)

Da Hochwasser- und Risikokarten laut EU-HWRL primär Ergebnis von Modellrechnungen und Simulationen darstellen, dienen sie somit hauptsächlich als Berichts- und Übersichtskarten und können „nur“ als Leitlinien für eine mittlere Maßstabsebene herangezogen werden. Auf Detailebene sind es weiterhin die Gefahrenzonenpläne mit ihrer parzellenscharfen Auskunft, die als Planungsgrundlage dienen werden müssen. Auf diese hat jedoch die EU-HWRL entscheidende Einwirkung, da in jenen Plänen in denen der Leitprozesse „Hochwasser“ zugeordnet wurde, die Wiederkehrwahrscheinlichkeit eines Ereignisses nicht mehr mit 150 Jahren anzunehmen ist, sondern auf ein 100-jähriges Bemessungsereignis herabgesetzt werden muss. Ansonsten wird jedoch das Instrument des Gefahrenzonenplanes weitgehend erhalten bleiben und durch die EU-HWRL nicht maßgeblich verändert werden, wobei anzumerken ist, dass in der EU-HWRL die verstärkte Öffentlichkeitsbeteiligung festgelegt wurde und dies auf die Gefahrenzonenplanung positive Effekte bezüglich Bürger/innenbeteiligung mit sich bringen wird (Pleschko et al., 2009).

Darüber hinaus kann diese EU-Rahmenrichtlinie durch die klare Zielsetzung der „Einbindung der Öffentlichkeit in den gesamten Umsetzungs- und Planungsprozess“ (Pleschko et al., 2009, S. 77) auch verstärkende Wirkung hin zu einem zukunftsweisenden, offenen „Risk Governance“ im Naturgefahrenmanagement mit sich bringen. Dies ist äußerst positiv zu sehen, denn „die ‚klassischen‘ Instrumente der Eingriffsverwaltung stoßen im Naturgefahrenmanagement dort an ihre Grenzen, wo Bürger aktiv die Einbindung in Entscheidungsprozesse verlangen“ (Rudolf-Miklau, 2009, S. 30). Hier wird das alternative Konzept für staatliches Handeln – „Risk Governance“ – dringend notwendig und eröffnet die Möglichkeit eine Vielzahl von Akteuren in einen Entscheidungsprozess (bezogen auf ein bestimmtes Risiko) dort involviert zu können, wo in hohem Maße Koordination und Kompromissfindung erforderlich sind (Rudolf-Miklau, 2009). Betroffene werden somit zu Beteiligten und der „Dialog über Risiken ermöglicht es Betroffenen [bzw. Beteiligten], nicht nur über Gefahrenmomente zu reflektieren, sondern auch Schutzbedarf

und -maßnahmen abzuwägen und verbleibende (Rest-)Risiken zu akzeptieren“ (Hübl et al., 2009, S. 73). Weiters kann „Risk Governance“ auch einen Ausgleich von Risiken bewirken, welcher dringend erforderlich ist, „da häufig nicht die gleichen Akteure von den Risiken durch Naturgefahren betroffen sind, die an den Chancen von Schutzmaßnahmen teilhaben“ (Rudolf-Miklau, 2009, S. 30). Renn (2005) konstatiert dazu folgendermaßen:

„The concept of risk governance comprises a broad picture of risk: not only does it include what has been termed ‘risk management’ or ‘risk analysis’, it also looks at how risk-related decision-making unfolds when a range of actors is involved, requiring co-ordination and possibly reconciliation between a profusion of roles, perspectives, goals and activities.” (Renn, 2005, S. 11)

Nach Renn (2005) kommt es somit primär zu zwei großen Innovationen im Umgang mit Risiko: Einerseits die Ineinbezugnahme des sozialen, gesellschaftlichen Kontextes und andererseits die neue Kategorisierung von risiko-relatiertem Wissen. Im Weiteren führt dies zum zentralen Rahmenmodell dieser Umgangsform mit Risiko: dem International Risk Governance Councils (IRGCs) Framework, welches in Abbildung 30 modellhaft dargestellt ist. Es kann in folgende drei Hauptphasen unterteilt werden: „Pre-Assessment“, „Risk Appraisal“ und „Risk Management“. Eine weitere Phase ergibt sich aus der „Risk Evaluation“ und „Risk Characterisation“. Über all diesen Komponenten ist vernetzt und begleitend in allen Phasen die „Risk Communication“ als zentralster Kern zu sehen. Daraus ergibt sich eine Art Risiko zu analysieren und bewerten, sowie diesbezügliche Entscheidungen zu treffen, die in enger Zusammenarbeit zwischen relevanten Stakeholders und der Öffentlichkeit geschieht. Deren Ziele sind Akzeptanz, praktische Schwellenwerte für tolerante Risiken und Sicherheit in der Implementierung der gewählten Maßnahmen aufzubauen (Renn, 2006). Das IRGC Framework bietet hierzu einen kohärenten und formalisierten Rahmen auch wenn „the clear sequence of phases and steps offered by this process is primarily a logical and functional one and will not always correspond to reality“ (Renn, 2005, S. 12). Somit zeigt sich hier, dass es sich um ein theoretisches Modell mit seinen Stärken, jedoch aber auch anwendungspraktischen Grenzen handelt. So zum Beispiel ist die Partizipation aller Betroffenen (als zentraler Kern dieses Konzeptes) in gewissen Situationen, in denen rasch und zielgerichtet Entscheidungen gefordert sind (wie beispielsweise im Krisen- und Katastrophenfall), nicht sinnvoll bzw. schwer umsetzbar (Rudolf-Miklau, 2009).

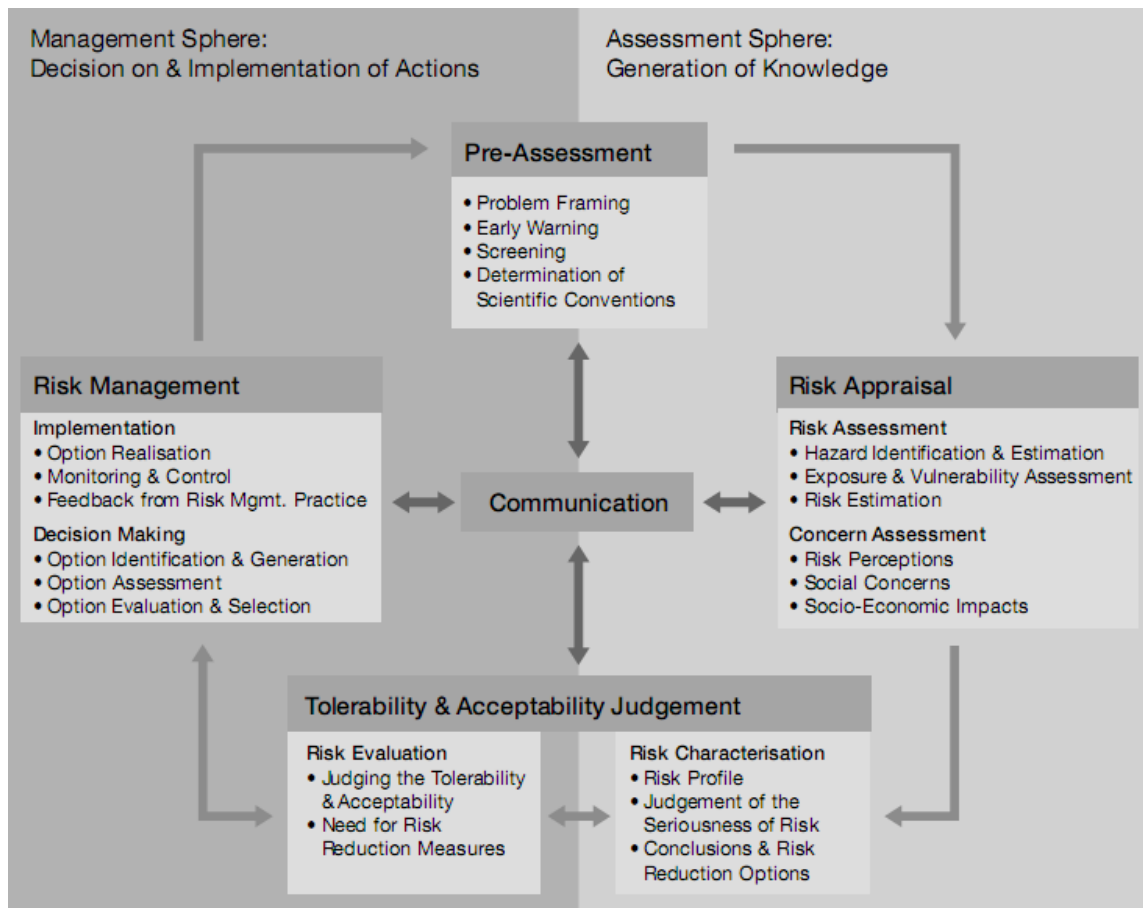


Abbildung 30. IRGC Risk Governance Framework (Renn, 2005, S. 65)

Neben dem Aspekt „Risk Governance“, kann die EU-HWRL auch als „Initialzünderin“ für eine Erweiterung der Analyse der Gefährdung um den Aspekt des Schadenpotentials und der Verletzlichkeit, sprich in Richtung einer flächendeckenden Analyse der Risiken, gesehen werden, da die EU-HWRL neben der Erstellung von Hochwassergefahrenkarten die Erarbeitung von Hochwasserrisikokarten fordert (Europäische Kommission, 2007). In Österreich wurde jedoch bisher Risiko im eigentlichen Sinne nicht bewertet, „sondern lediglich die Gefährdung, und zwar über das Bemessungsereignis, bei dem die zugrunde liegenden Richtlinien für ein definiertes (seltenes) Ereignis unter Bezugnahme auf Prozessintensitäten die Ausweisung der roten oder gelben Gefahrenzone vorgeben“ (Hübl et al., 2009, S. 68). Eine Art Risikobewertung ist bislang auf die Anwendung in der standardisierten Kosten-Nutzen-Analyse beschränkt. Eine Erweiterung um die flächendeckende Quantifizierung von Risiken (wie in der EU-HWRL gefordert) bringt jedoch entscheidende Vorteile mit sich. Es wird beispielsweise die Prioritätensetzung bei der Maßnahmenplanung bzw. -durchführung erleichtert, da einerseits die kritischen Schlüsselstellen auf der Prozess- wie andererseits aber auch auf der Schadenpotenzialseite dargestellt werden können (Hübl et al., 2009).

„Somit werden transparente und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen geschaffen, die in weiterer Folge auch in der Raumplanung besser umgesetzt werden können. Hier wäre aus österreichischer Sicht der Gesetzgeber gefordert, entsprechende Regelungen – auch für die überörtliche Raumordnung und örtliche Raumplanung – einzuführen“ (Hübl et al., 2009, S. 72).

Solch Forderungen nach Änderungen von Rechtsgrundlagen gehen oft parallel mit einem allgemeinen progressiven Innovationsdruck einher, dem sich staatliche Institutionen, gleichermaßen wie Rechtssysteme stellen müssen. Oft sind diese gleichfalls „mit politischen und gesellschaftlichen Anforderungen konfrontiert, für die sie ursprünglich nicht gegründet worden sind“ (Rudolf-Miklau, 2009, S. 18). Es ist somit die Zeit gekommen, altbewährte Strategien zu überdenken bzw. zum Teil, wo notwendig und sinnvoll, neue zu entwickeln, um künftig in einem sich veränderten Umfeld tatsächlich „resilient“ gegen die existenziellen Risiken vorbereitet zu sein. Denn „Veränderung (,Change‘) findet statt, egal ob man darauf reagiert und sich anpasst oder ob man stehen bleibt und damit riskiert, auf der Strecke zu bleiben“ (Rudolf-Miklau, 2009, S. 19).

Darüber hinaus konstatiert Bätzing (2002) zu den bisherigen Herausforderungen und Problemen im Alpenraum, dass es bei derer Lösung um den Ineinbezug der Wechselwirkungen zwischen Umwelt-Wirtschaft-Gesellschaft geht, denn ihm folgend, gibt es in allen drei Bereichen „gravierende Probleme, die sich weiter verschärfen werden, wenn die aktuelle Entwicklung so wie bisher weiter geht. Ohne einen tiefgreifenden Wandel ist daher die Zukunft der Alpen als Lebens- und Wirtschaftsraum aus ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Gründen nicht gesichert. Deshalb kann die gegenwärtige Entwicklung nicht als ‚nachhaltig‘, also als in dieser Form dauerhaft fortsetzbar, bezeichnet werden“ (Bätzing, 2002, S. 20).

Eventuell würde für die von Rudolf-Miklau aufgezeigten problematischen institutionellen Herausforderungen (Rudolf-Miklau, 2009) und dem von Bätzing angesprochenen und im gesellschaftlichen Wohle aller anzustrebende Wandel ein einheitliches Amt hilfreich sind. Dieses könnte als Kooperations- bzw. Schnittstelle zwischen den beteiligten Akteuren/innen und Institutionen fungiert. Meißl et al. (2000) weisen ausdrücklich darauf hin, dass vor allem die bisherigen Förderungen der Zusammenarbeit von Forschung und Praxis im Umgang mit Naturgefahren nicht in ausreichendem Maße erfolgte. Auch sie plädieren für die Einrichtung eines Zentrums zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen den diversen beteiligten Ebenen (Wissenschaft, Ämtern/Behörden und Wirtschaft) um ein ganzheitliches Naturgefahrenmanagement zu erreichen (Meißl et al., 2000). Diese Forderung mündete damals in die Errichtung des Kplus-Kompetenzzentrums alpS - Zentrum für Naturgefahren-Management GmbH (Meißl & Stötter, 2004), dessen künftige finanzielle Förderungen jedoch noch nicht weiter gesichert sind (alpS - Centre for Climate Change Adaptation Technologies, 2009).

Weiss (2002, S. 144) schreibt dazu auch:

„It is questionable whether the present system can cope, particularly when the growing threats associated with climate change are taken into consideration. (...) Government institutions are not likely to be strong enough to implement them against powerful local interests. A policy change is only to be expected if an institutional change takes place.”

Wird diesem Ruf nach institutionellen Anpassungen gefolgt, sollte dabei unbedingt folgender Aspekt mit berücksichtigt werden:

„The interaction between the legal framework, the possibilities of risk transfer, and raising awareness is essential for efficient disaster risk reduction and contributes to the concept of resilience as part of proactive adaptation.” (Holub & Fuchs, 2009, S. 535)

Somit würde sich der Arbeitsleitfaden eines solchen Amtes in einem integralen Risikomanagement, das sich den Grundsätzen des ökonomischen und nachhaltigen Handelns verschreibt und durch internationale Zusammenarbeit offen für grenzüberschreitende gegenseitige Lernprozesse ist, wieder finden. Auch könnte eine solche Institution gewisse Mindestversicherungsstandards, wie beispielsweise obligatorische Elementarversicherungen, die zurzeit in Österreich in Bezug auf Naturgefahren noch fehlen, einführen und darüberhinaus Anreize für risikominimierendes Verhalten, das Verwundbarkeitsminimierung zur Folge hat, setzen. Hierbei wäre eine Orientierung an der Schweiz möglich, wo in den vergangenen Jahren bereits gewisse Versicherungsstandards bezüglich Naturrisiken durchgesetzt wurden und Praxiserfahrung gegeben ist (BUWAL, 2007).

Darüber hinaus wird es mehr und mehr zentral werden Naturgefahrenmanagement als System zu betrachten. Es reicht nicht mehr aus, „die Strategien der Prävention und Bewältigung von Naturkatastrophen an laufende naturräumliche und gesellschaftliche Verhältnisse anzupassen.“ Dem entgegen lautet die neue Vision des Naturgefahrenmanagement „einen ‚resilienten‘ Lebensraum (Gesellschaft) zu entwickeln, der flexibel und tolerant genug ist, um extreme Ereignisse zu bewältigen und die Fähigkeit hat, sich rasch von diesen zu erholen“ (Rudolf-Miklau, 2009, S. 21). Dabei wird die Raumordnung sowie dessen Politik eine entscheidende Funktion einnehmen.

Was jedoch über all den institutionellen, formellrechtlichen und theoretisch-wissenschaftlichen Belangen gestellt werden sollte, ist ein qualitätsvoller gesellschaftlicher Risikodialog. Darunter kann holistisch betrachtet die immer fortschreitende Bewusstmachung, (populär-) wissenschaftliche Aufklärung und Auseinandersetzung mit unserer Gesellschaft und Natur, ihren Gefahren (die künftig größeren Veränderungen unterliegen können und das (Rest-) Risiko beeinflussen können) sowie schlussendlich auch den möglichst ökonomischsten und

nachhaltigsten Umgangs- bzw. Anpassungsformen verstanden werden. Dazu wird unter anderem der bereits beschlossene Sonderbericht von IPCC zu „Risikomanagement von Extremereignissen und Katastrophen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel“, der 2011 veröffentlicht werden sollte (BMU, 2009), eine sehr interessante und wertvolle Grundlage bieten können. Darüberhinaus wird es aber auch weiterhin Fälle geben, wo rationales, wissenschaftliches Analysieren und Planen nur zum Teil zielführen ist und kulturelle Nachsicht und Fingerspitzengefühl im Dialog mit der Bevölkerung gefragt ist. Denn Heimat ist Heimat und gegen oft sehr starke emotionale Wurzeln in dieser, ist mit neuen Gefahrenkarten und wissenschaftlichen Erkenntnissen oft schwer bzw. zum Teil aus kultureller Sicht unhuman anzukämpfen, auch wenn dies die ökonomisch, sicherheitstechnische Betrachtung fordern würde. Somit sollten hier darüber hinaus weitere sozial, gesellschaftlich und wirtschaftlich verträgliche Wege gefunden werden um wirklich dem Begriff *Risikodialog* neben Nachhaltigkeit- und Effizienz gerecht zu werden.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass das Leben im Alpenraum immer auch ein Leben mit Naturgefahren bleiben wird. Dabei ist die richtige Balance zwischen Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und soziokultureller Verträglichkeit zu suchen. Weiters wird Disziplin in der Siedlungsentwicklung sowie eine angepasste, maßvolle Landschaftsnutzung wie auch professionelles Risikomanagement und vor allem aber auch Respekt gegenüber Natur und Mensch zentral sein.

6 Anhang

6.1 Zusammenfassung

Ein konkret signifikant nachweisbarer Zusammenhang zwischen einer Häufung von so genannten Extremereignissen, die oft Naturgefahren zugrundeliegen, und Climate Change Faktoren stellt sich aufgrund der relativ schlechten diesbezüglichen Datenlage schwierig dar. Erste Ansätze zeigen jedoch eher in Richtung einer Häufung und prognostizieren, vor allem aufgrund des sozioökonomischen Einflusses – sprich im holistischeren Kontext von Global Change – eine Zunahme des Risikos bezüglich Naturgefahrenprozesse im österreichischen Alpenraum.

Schlussfolgernd kann davon ausgegangen werden, dass unsere Gesellschaft als Konsequenz des in den letzten Jahren vor sich gegangenen gesellschaftlichen Struktur- und physischen Klimawandels wohl einige empfindliche Nutzungen in Gefahrenzonen aufgeben werden muss bzw. neue Umgangsstrategien mit Naturgefahren zu suchen hat, um größere physische wie auch soziale Schäden vermeiden zu können. Dazu wurden Strategien wie eine Erhöhung des Bemessungsereignisses in einer spezifizierten Notfallplanung, öfteres Updaten von Gefahrenkarten und flexiblere Strukturen bzw. institutionelle Rahmenbedingungen diskutiert. Darüber hinaus ist der Bedarf aufgezeigt worden, einen mehr „resilienten“ Lebensraum bzw. Gesellschaft zu entwickeln. Es wurden dabei mit Blick auf die Raumordnung deren Potentiale diesbezüglich aufgezeigt, wo allen voran die Notwendigkeit einer langsichtigen Planung in Kommunikation und Kooperation mit allen am Risikomanagement Beteiligten als zentraler Kern gesehen werden kann. Dabei wurde im Zusammenhang mit der EU-HWRL konkreter auf das zukunftsweisende Konzept „Risk Governance“ eingegangen. Auch wurde die durch die EU-HWRL indirekt entstehende Forderung nach Erstellung von Risikokarten, die in Österreich noch nicht implementiert sind, erläutert. Somit wurden Stärken und Schwächen im Naturgefahrenmanagement und konkreter bezüglich raumplanerischen Maßnahmen aufgezeigt und teilweise Lösungsmöglichkeiten umrissen.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass die beschriebenen Phänomene im Zusammenhang mit Globale Change und die diesbezügliche diskursive Auseinandersetzung zu raumordnerischen Maßnahmen und Instrumente eine umfangreiche Grundlage für konkrete Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten im künftigen Umgang mit Naturgefahren darstellt. Gezielte Anpassungsstrategien in Bezug auf die neu entstandenen und weiterhin sich ändernden Bedingungen bzw. der Aufbau einer „resilienteren“ Gesellschaft werden dabei immer zentralere Bedeutung erlangen, denn nur mit einer flexiblen und aufmerksamen Grundhaltung wird es

möglich sein, die potentiellen negativen volkswirtschaftlichen Konsequenzen von Global Change und dessen neuen Risikopotentiale in Grenzen zu halten.

Darüberhinaus wurde in der Arbeit aufgezeigt, welcher interdisziplinärer Ansatz im Risiko Management notwendig ist und dass verstärkte Kooperation aller beteiligten Fachbereiche auf internationaler wie auch Bundes-, Landes- und Gemeindeebene den Umgang mit zukünftigen Schadensereignissen erleichtern sowie qualitativ verbessern kann. Dabei sind die Möglichkeiten innerhalb der Raumordnung durch eine ausgewogene Kombination verschiedener Maßnahmen für einen präventiven Schutz vor Naturgefahren in vielen Bereichen langfristig zielführend und sollten im holistischen Gefüge des modernen, integralen Risikomanagements gesehen und in Kooperation mit allen beteiligten Fachbereichen, im Sinne des „Risk-Governance-Konzeptes“, umgesetzt werden.

6.2 Literaturverzeichnis

- Agrawala, S., 2007, Climate Change in the European Alps: Adapting winter tourism and natural hazards management: Paris, OECD PUBLICATIONS, p. 131.
- alpS - Centre for Climate Change Adaptation Technologies, 2009, K2 – Antrag abgelehnt, Einladung zum K1 Antrag: Innsbruck, <http://www.alps-comet.com/>, aufgerufen am 09.11.2009.
- Ammann, W.J., & Stoeckli, V., 2002, Economic Consequences of Climate Change in Alpine Regions: Impact and Mitigation, in Steininger, K.W., & Weck-Hannemann, H., eds., Global Environmental Change in Alpine Regions: Recognition, Impact, Adaptation and Mitigation: Cheltenham Glos, United Kingdom, Edward Elgar Publishing Ltd., p. 55-73.
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), & UVEK (Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation), 2003, Naturgefahren und Alpenkonvention, Ereignisanalyse und Empfehlungen: Bern, p. 52.
- Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., Schöner, W., Ungersböck, M., Matulla, C., Brifa, K., Jones, P., Efthymiadis, D., Brunetti, M., Nanni, T., Maugeri, M., Mercalli, L., Mestre, O., Moisselin, J.-M., Begert, M., Müller-Westermeier, G., Kveton, V., Bochnicek, O., Stastny, P., Lapin, M., Szalai, S., Szentimrey, T., Cegnar, T., Dolinar, M., Gajic-Capka, M., Zaninovic, K., Majstorovic, Z., & Nieplová, E., 2007, HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003: International Journal of Climatology, p. 17–46.
- Bacher, H.A., 2004, Risiko Berg – Beobachtungen des gesellschaftlichen Umgangs mit alpinen Naturgefahren: Die Katastrophe von Galtür und die Felsstürze am Eiblschrofen: Wien.
- Bätzing, W., 2002, Die aktuellen Veränderungen von Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Bevölkerung in den Alpen: Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit/Umweltbundesamt, p. 40.
- Bätzing, W., 2003, Die Alpen. Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft: München Verlag C.H. Beck, 431 p.
- Bauer, R., 2005, Gefahrenzonenpläne des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, Antworten auf häufig gestellte Fragen: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, Festschrift und Tagungsband - 30 Jahre Gefahrenzonenplan, v. 152, p. 153-159.
- Beniston, M., Stephenson, D.B., Christensen, O.B., Ferro, C.A.T., Frei, C., Goyette, S., Halsnaes, K., Holt, T., Jylhä, K., Koffi, B., Palutikof, J., Schöll, R., Semmler, T., & Woth, K., 2007, Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections: Climatic Change, v. 81, p. 71–95.
- Berz, G., 2001, Naturkatastrophen an der Wende zum 21. Jahrhundert: Weltweite Trends und Schadenpotentiale, in Linneweber, V., ed., Zukünftige Bedrohungen durch

- (anthropogene) Naturkatastrophen: München, Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge (DKKV) p. 4-14.
- Blöchliger, H., & Neidhöfer, F., 1998, Auswirkungen von extremen Niederschlagsereignissen; Wissenstandsbericht: Bern, OcCC, Organe consultatif en matière de recherche sur le climat et les changements climatiques/ Beratendes Organ für Klimaforschungsfragen des EDI und UVEK; ProClim, p. 32.
- Bloetzer, W., Egli, T., Petrascheck, A., Sauter, J., & Stoffel, M., 1998, Klimaänderungen und Naturgefahren in der Raumplanung, Synthesebericht NFP31: Zürich, Vdf Hochschulverlag AG.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 1994, Richtlinien für die Bundeswasserbauverwaltung, Technische Richtlinien gemäß § 3 Abs. 2 WBFG: Wien, p. 55.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2004, Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 - Flood Risk, Synthesebericht, in Habersack, H., Bürgel, J., & Petraschek, A., eds.: Wien, p. 201.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2005, Gefahrenzonenausweisung und Abflussuntersuchungen der Bundeswasserbauverwaltungen in Österreich: Wien.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2006, Fourth National Communication of the Austrian Federal Government in Compliance with the Obligations under the United Nations Framework Convention on Climate Change: Wien, p. 241.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2008, Schutz für Mensch und Natur im Zeichen des Klimawandels, Jahresbericht 2008 der Bundeswasserbauverwaltung und der Wildbach- und Lawinenverbauung: Wien, p. 64.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2009, FloodRisk II - Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement, in Habersack, H., Bürgel, J., & Kanonier, A., eds.: Wien, p. 274.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), Statistik Austria, Eurostat, Umweltbundesamt & AMA (Agrarmarkt Austria), 2009, Daten und Zahlen 2009: Wien.
- BMU (Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Rektorsicherheit), 2009, IPCC bereitet 5. Sachstandbericht vor, Berlin, http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/ipcc/doc/39274.php, aufgerufen am 20.10.2009.

- Böhm, R., 2008, Harte und weiche Fakten zum Klimawandel – ein Überblick, *in* Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 53-70.
- Böhm, R., Godina, R., Nachtnebel, H.-P., & Pirker, O., 2008, Mögliche Klimafolgen für die Wasserwirtschaft in Österreich, *in* Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 7-26.
- Borsdorf, A., Stötter, J., & Veulliet, E., 2007, Managing Alpine Future, Innsbruck Conference October 15-17, 2007, Volume 2: Innsbruck, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, p. 448.
- Bründl, M., 2008, Risikokonzept für Naturgefahren - Leitfaden: Bern, Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, p. 392.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt), 2007, Naturgefahren – Prävention zahlt sich aus, Umwelt: Bern.
- Choch, N.K., 1995, Geohazards: natural and human: Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 481 p.
- Déqué, M., Rowell, D.P., Lüthi, D., Giorgi, F., Christensen, J.H., Rockel, B., Jacob, D., Kjellström, E., de Castro, M., & van den Hurk, B., 2007, An intercomparison of regional climate simulations for Europe: assessing uncertainties in model projections: Climatic Change, v. 81, p. 47.
- derStandard.at, 2009, Unwetter 2009 für Versicherer teurer als Jahrhunderthochwasser 2002: Wien, <http://derstandard.at/fs/1250003356345/Unwetter-2009-fuer-Versicherer-teurer-als-Jahrhunderthochwasser-2002>, aufgerufen am 08.10.2009.
- Ebohon, B., & Schrott, L., 2008, Modeling Mountain Permafrost Distribution. A new Permafrost Map of Austria 9th International Conference on Permafrost: Fairbanks (Alaska).
- Egli, T., 1996, Hochwasserschutz und Raumplanung: Zürich, Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung, p. 162.
- Embleton-Hamann, C., 1997a, Austria, *in* Embleton, C., & Embleton-Hamann, C., eds., Geomorphological Hazards of Europe: Developments in Earth Surface Processes: Amsterdam, Elsevier, p. 1-30.
- Embleton-Hamann, C., 1997b, Naturgefahren in Österreich - Ursachen, Verbreitung, Schäden und Schutzmaßnahmen, *in* Seger, M., ed., Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Volume 139: Wien, p. 197-230.
- Embleton-Hamann, C., 2007, Geomorphological Hazards in Austria, *in* Kellerer-Pirklbauer, A., Keiler, M., Embleton-Hamann, C., & Stötter, J., eds., Geomorphology for the future: Obergurgl/Austria, innsbruck university press, p. 33-56.
- Europäische Kommission, 2007, Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von

- Hochwasserrisiken, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:DE:PDF>, aufgerufen am 20.10.2009.
- Fink, M.H., 1986, Raumordnung und Naturgefahren, in Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK), ed., Schriftenreihe Nr. 50, Volume 50: Wien, p. 134.
- Fuchs, S., 2008, Klimawandel und sozioökonomische Veränderungen – Umgang mit Naturgefahren in Berggebieten, in Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 117-128.
- Fuchs, S., & Keiler, M., 2008, Variabilität des Schadenpotentials - Methodik im Rahmen des Integralen Risikomanagements, *Interpraevent*, Volume 2, p. 371-382.
- Fürst, J., Kling, H., Nachtnebel, H.P., & Hörhan, T., 2008, Trends in hydrologischen Variablen und in der Wasserbilanz Österreichs, in Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 105-116.
- Gobiet, A., & Truhetz, H., 2008, Klimamodelle, Klimaszenarien und ihre Bedeutung für Österreich, in Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 71-82.
- Gobiet, A., Truhetz, H., & Riegler, A., 2006, A climate scenario for the Alpine region, reclip:more project year 3 - WegCenter project report: Graz, Wegener Center for Climate and Global Change, p. 21.
- Götz, A., & Raetzo, H., 2006, Naturgefahren, Klimaänderung und Risikomanagement, in Klimawandel im Alpenraum - Auswirkungen und Herausforderungen: Garmisch-Partenkirchen, Wien, Lebensministerium Abt. V/9 – Büro des Österreichischen Vorsitzes der Alpenkonvention, p. 28-29.
- Greiving, S., Fleischhauer, M., & Wanzcura, S., 2006, Management of Natural Hazards in Europe: the Role of Spatial Planning in Selected EU Member States: *Journal of Environmental Planning and Management*, v. 49, p. 739-757.
- Habersack, H., & Moser, A., 2003, Ereignisdokumentation – Hochwasser August 2002: Wien, Universität für Bodenkultur Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, p. 232.
- Haeberli, W., Hoelzle, M., Paul, F., & Zemp, M., 2007, Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps: *Annals of Glaciology*, v. 46, p. 150-160.
- Heigl, F., 2008, Von Prävention zu Subvention, Internationales Symposium INTERPRAEVENT, Volume 2, p. 335-346.
- Holub, H., & Fuchs, S., 2009, Mitigating mountain hazards in Austria – legislation, risk transfer, and awareness building: *Natural Hazards and Earth System Science*, v. 9, p. 523–537.

- Holub, M., 2006, Erstellung und Bedeutung von Gefahrenzonenplänen: Wissenschaft & Umwelt, INTERDISZIPLINÄR, v. 10, p. 1-17.
- Holub, M., & Hübl, J., 2008, Local protection against mountain hazards state of the art and future needs: Natural Hazards and Earth System Science, v. 8, p. 81–99.
- Horstmann, B., 2004, Glacial Lake Outburst Floods in Nepal and Switzerland - New Threats Due to Climate Change: Bonn, Germanwatch, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, p. 12.
- Hübl, J., Keiler, M., & Fuchs, S., 2009, Risikomanagement für alpine Naturgefahren: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, 73. Jahrgang, v. 163, p. 60-74.
- IHDP (International Human Dimension Programms), 2009, International Human Dimension Programms on Global Environmental Change: Bonn, <http://www.ihdp.unu.edu/>, aufgerufen am 20.10.2009.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007a, Climate change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge, Cambridge University Press, 976 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007b, Climate change 2007. The scientific basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge, Cambridge University Press, 996 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007c, Klimaänderung 2007 - Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger, p. 95.
- IWHW (Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau), 2009, Hydrologischer Atlas Österreichs, in Nachtnebel, H.P., & Fürst, J., eds.: Wien, <http://www.boku.ac.at/iwhw/hao/>, aufgerufen am 9.10.2009.
- Jacob, D., Göttel, H., Kotlarski, S., Lorenz, P., & Sieck, K., 2008, Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland, Umweltbundesamt, p. 159.
- Kanonier, A., 2006, Raumplanungsrechtliche Regelungen als Teil des Naturgefahrenmanagements, in Fuchs, S., Khakzadeh, L.M., & Weber, K., eds., Recht im Naturgefahrenmanagement: Innsbruck - Wien - Bozen, StudienVerlag, p. 123–153.
- Kanonier, A., & David, C., 2004, Naturgefahren im österreichischen Raumordnungsrecht, Übersicht hinsichtlich der raumordnungsgesetzlichen Bestimmungen bezüglich Naturgefahren im Raumordnungsrecht der Länder, Endbericht: Wien, Österreichische Raumordnungskonferenz, p. 43.
- Keiler, M., & Fuchs, S., 2008, Variabilität des Schadenpotentials - Methodik im Rahmen des integralen Risikomanagements, Internationales Symposium Interpraevent, Volume 2, p. 371-382.

- Keiler, M., & Stötter, J., 2004, Aspekte der Entwicklung des Schadenpotentials bei Lawinenrisiken am Beispiel Galtür, Internationales Symposium Interpraevent, Volume 2: Riva del Garda, p. 139 - 150.
- Keiler, M., Zischg, A., Fuchs, S., Hama, M., & Stötter, J., 2005, Avalanche related damage potential - changes of persons and mobile values since the mid-twentieth century, case study Galtür: Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 5, p. 49-58.
- Keller-Lengen, C., Keller, F., & Leidergerber, R., 1998, Die Gesellschaft im Umgang mit Lawinengefahren: Fallstudie Graubünden (Arbeitsbericht im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes „Klimaänderungen und Naturkatastrophen“, NFP 31: Zürich, p. 229.
- Kellerer-Pirklbauer, A., 2005, Alpine permafrost occurrence at its spatial limits: First results from the eastern margin of the European Alps: Norwegian Journal of Geography, v. 59, p. 184-193.
- Kellerer-Pirklbauer, A., Cremonese, E., Dall'Amico, M., Deline, P., Galuppo, A., Gruber, S., Krysiecki, J.-M., Lieb, G.K., Mair, V., Maukisch, M., Morra di Cella, U., Pogliotti, P., von Poschinger, A.R., L., Riedl, C., Schoeneich, P., Seppi, R., Staudinger, M., & Zampedri, G., 2009, Assessment of the thermal and dynamic reaction scenarios of different permafrost typologies in the European Alps: A PermaNET initiative: EGU General Assembly 2009, v. 11.
- Khakzadeh, L.M., 2007, Rechtliche Aspekte des Naturgefahrenmanagements, Bautechnik und Naturgefahren: Berlin, Ernst & Sohn.
- Kienholz, H., Krummenacher, B., Kipfer, A., & Perret, S., 2004, Integrales Risiko Management in der Praxis – Bemerkungen zum Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft.
- Krainer, K., 2007, Permafrost und Naturgefahren in Österreich Ländlicher Raum - Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jahrgang 2007 p. 18.
- Kromp-Kolb, H., 2003, StartClim "Start Project: First analyses of extreme weather events and their impacts on Austria" - Final Report, Project StartClim.8: Vienna, Institute of Meteorology und Physics, BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, p. 78.
- Kuhn, M., 2008, Klimawandel und Gletscherschwund, in Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, p. 129-140.
- Lambrecht, A., & Kuhn, M., 2007, Glacier changes in the Austrian Alps during the last three decades, derived from the new Austrian glacier inventory: Annals of Glaciology 46, p. 177-184.
- Lendi, M., 1995, Grundriss einer Theorie der Raumplanung: Zürich, v/d/f Hochschulverlag.

- Lieb, G.K., 1998, High-mountain permafrost in the Austrian Alps (Europe) in Lewkowicz, A.G., & Allard, M., eds., 7th International Conference on Permafrost: Yellowknife (Canada), p. 663-668.
- Loibl, W., Züger, J., & Köstl, M., 2009, Reclip:more - Kleinräumige Klimaszenarien für Österreich: Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie, v. 33, p. 94-100.
- Meißl, G., Neuner, A., Ploner, H., Schaffhauser, T., Sönser, & Stötter, J., 2000, Neue Wege im Naturgefahren-Management, Zusammenarbeit Praxis - Forschung als Grundlage für einen ganzheitlichen Umgang mit Naturgefahren: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, v. 52, p. 83-87.
- Meißl, G., & Stötter, J., 2004, Errichtung des Kplus-Kompetenzzentrums alpS - Zentrum für Naturgefahren-Management GmbH: Innsbrucker Geographische Gesellschaft, Jahresbericht 2001/2002, p. 148-156.
- Moser, M., & Janu, S., 2008, Numerische hydraulische Simulationsmodelle als Werkzeug zu gebräuchlichen Berechnungsmethoden für die Abgrenzung und Darstellung von Gefahrenzonen; Fallbeispiel Zederhausbach: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, 72. Jahrgang, v. 158, p. 18-31.
- Moser, M., & Jäger, G., 2009, Hydrologische und hydraulische Modellierung in der Gefahrenzonenplanung des Forsttechnischen Dienstes: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, 73. Jahrgang, v. 163, p. 130-140.
- Münchener Rück, 2005, Topics Geo - Jahresrückblick Naturkatastrophen 2005, p. 54.
- OcCC (Organe consultatif en matière de recherche sur le climat et les changements climatiques), 2003, Extremereignisse und Klimaänderung: Bern, OcCC, Organe consultatif en matière de recherche sur le climat et les changements climatiques/ Beratendes Organ für Klimaforschungsfragen des EDI und UVEK, p. 88.
- ÖIR (Österreichisches Institut für Raumordnung) & RC (Regional Consulting), 2004, *PROFAN* (Präventive RaumOrdnung gegen Folgeschäden aus Naturkatastrophen), Expertise im Auftrag der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK): Wien, p. 106.
- ÖROK (Österreichische Raumordnungskonferenz), 2005, Präventiver Umgang mit Naturgefahren in der Raumordnung, Materialienband, Schriftenreihe Nr. 168, Volume 168: Wien, p. 154.
- Patek, M., 2007, Klimawandel und Naturgefahren Ländlicher Raum - Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Jahrgang 2007, p. 29.
- Petraschek, A., 2004, Extreme Hochwasser – Wie weit können und müssen wir uns schützen?, Internationales Symposium INTERPRAEVENT - Rive del Garda.
- Petraschek, 2008, Wieviel Schutz von Naturgefahren können wir versprechen?, Internationales Symposium INTERPRAEVENT, Volume 1, p. 25-30.

- Pleschko, D., Schmid, F., & Sereinig, N., 2009, EU-Hochwasserrichtlinie und mögliche Auswirkungen auf die Gefahrenzonenplanung des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, 73. Jahrgang, v. 163, p. 76-99.
- PRUDENCE, 2005, Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects, *in* Christensen, J.H., ed., p. 269.
- Renn, O., 2005, Risk Governance towards an integrative Approach: Genf, International Risk Governance Council, p. 157.
- Renn, O., 2006, Risk Governance: The importance of the IRGC Framework for Natural Hazard Management, International Disaster Reduction Conference: Davos, DIALOGIK gGmbH und Stuttgart Universität.
- Republik Österreich, 1975, Forstgesetz 1975, BGBl. 440/1975: Wien, http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1975_440_0/1975_440_0.pdf, aufgerufen am 20.10.2009.
- Republik Österreich, 1976, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, BGBl. 436/1976: Wien, http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1976_436_0/1976_436_0.pdf, aufgerufen am 20.10.2009.
- Romang, H., Böll, A., & Kienholz, H., 2004, Zustandsbeurteilung von Wildbachsperrern, Internationales Symposium Interpraevent: Riva del Garda, p. 277-288.
- Rudel, E., 2008, Einige Gedanken zur Frage der Zunahme der meteorologischen Extremwerte, *in* Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 83-90.
- Rudolf-Miklau, F., 2009, Resilient gegen Risiken durch Anpassungsstrategien: Paradigmen im Wandel: Wildbach- und Lawinenverbau. Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz, 73. Jahrgang, v. 163, p. 18-33.
- Schädler, B., 2008, Die Schweiz im Jahre 2050 – Auswirkungen der Klimaänderung auf den Wasserkreislauf und die Wasserwirtschaft, *in* Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 153-164.
- Seiler, W., 2006, Der Klimawandel im Alpenraum: Trends, Auswirkungen und Herausforderungen, *in* Klimawandel im Alpenraum - Auswirkungen und Herausforderungen: Garmisch-Partenkirchen, Wien, Lebensministerium Abt. V/9 – Büro des Österreichischen Vorsitzes der Alpenkonvention, p. 7-20.
- Sicroff, S., 2007, Acts of God are not the problem, Human negligence turns hazards into disasters: Himalayan Journal of Sciences, v. 4, p. 11-19.

- Slaymaker, O., & Embleton-Hamann, C., 2009, Mountains, *in* Slaymaker, O., Spencer, T., & Embleton-Hamann, C., eds., *Geomorphology and Global Environmental Change*: Vancouver, Cambridge, Wien, Cambridge University Press, p. 37-70.
- STARDEX (Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions), 2005, STARDEX: downscaling climate extremes, p. 24.
- Steininger, K.W., & Weck-Hannemann, H., 2002, Introduction and Overview, *in* Steininger, K.W., & Weck-Hannemann, H., eds., *Global Environmental Change in Alpine Regions: Recognition, Impact, Adaptation and Mitigation*: Cheltenham Glos, United Kingdom, Edward Elgar Publishing Ltd., p. 1-11.
- Stöffel, M., & Beniston, M., 2006, On the incidence of debris flows from the early Little Ice Age to a future greenhouse climate: A case study from the Swiss Alps: *Geophysical research letters*, v. 33, p. 4.
- Stötter, J., 2007, Zunahme des Schadenpotentials und Risikos in Tirol als Ausdruck der Kulturlandschaftsentwicklung seit den 1950er Jahren, *Alpine Kulturlandschaft im Wandel*. Hugo Penz zum 65. Geburtstag: Innsbruck, Innsbrucker Geographische Gesellschaft, p. 164-178.
- Stötter, J., Belitz, K., Frisch, U., Geist, T., Maier, M., & Maukisch, M., 1997, Konzeptvorschlag zum Umgang mit Naturgefahren in der Gefahrenzonenplanung: *Innsbrucker Jahresbericht 97/98*, p. 30-59.
- Stötter, J., & Fuchs, S., 2006, Umgang mit Naturgefahren – Status quo und zukünftige Anforderungen *in* Fuchs, S., Khakzadeh, L.M., & Weber, K., eds., *Recht im Naturgefahrenmanagement*: Innsbruck - Wien - Bozen, StudienVerlag, p. 19-34.
- Stötter, J., & Keiler, M., 2003, Die Rolle des Menschen bei der Sicherung des alpinen Lebensraums, *Entvölkerung im Berggebiet: Ursachen und Auswirkungen*: Beluno, Varotto, M. & Psenner, R., p. 217-230.
- Stötter, J., Keiler, M., Fuchs, S., Zischg, A., & Steinicke, E., 2003, Oberes Suldental - eine Hochgebirgsregion im Zeichen des Klimawandels: *Geographischer Exkursionsführer - Europaregion Tirol, Südtirol, Trentino*. Innsbrucker Geographische Studien, 33/3, v. Innsbruck, p. 239-281.
- Stötter, J., Keiler, M., & Meißl, G., 2004, Naturgefahren- und Risikomanagement in Österreich, *in* Felgentreff, C.T.G.e., ed., *Von der Analyse natürlicher Prozesse zur gesellschaftlichen Praxis*: Potsdam, *Praxis Kultur- und Sozialgeographie* 32, p. 88-108.
- Stötter, J., Meißl, G., Ploner, A., & Sönser, T., 2002, Developments in Natural Hazard Management in Alpine Countries Facing Global Environmental Change, *in* Steininger, K.W., & Weck-Hannemann, H., eds., *Global Environmental Change in Alpine Regions: Recognition, Impact, Adaptation and Mitigation*: Cheltenham Glos, United Kingdom, Edward Elgar Publishing Ltd., p. 113-130.
- Swiss Virtual Campus NAHRIS, 2009, NAHRIS (Dealing with Natural Hazards and Risks), Volume 2009, www.nahris.ch, aufgerufen am 20.10.2009.

- Theben, M., 2009, Wege zur Anpassung – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen, http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/tagung/theben.pdf, aufgerufen am 07.09.2009.
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development), 1992, Chapter 13: Managing fragile ecosystems: sustainable mountain development, Agenda 21: the report of the United Nations Conference on Environment and Development (Earth Summit) in Rio: Rio, UNCED.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 1992, Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.
- Weber, H., 2008, Klimawandel und Wasserhaushalt in Süddeutschland – Ergebnisse des Kooperationsvorhabens KLIWA, in Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft: Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, ÖWAV, p. 91-104.
- Weck-Hannemann, H., & Tappeiner, G., 2006, Alpiner Raum – Herausforderungen des globalen Wandels im alpinen Raum, in Grumiller, M., & Märk, T.D., eds., Zukunftsplattform Obergurgl 2006: Forschungsk Kooperationen innerhalb der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck: Innsbruck, innsbruck university press, p. 181-184.
- Weichselgartner, J., 2001, Naturgefahren als soziale Konstruktion - Eine geographische Beobachtung der gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit Naturrisiken Aalen, Bonn, Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Weiss, G., 2002, The Political Practice of Natural Hazards Control in Austria and the Question of Climate Change, in Steininger, K.W., & Weck-Hannemann, H., eds., Global Environmental Change in Alpine Regions: Recognition, Impact, Adaptation and Mitigation: Cheltenham Glos, United Kingdom, Edward Elgar Publishing Ltd., p. 131-149.
- Zemp, M., Haeberli, W., Hoelzle, M., Maisch, M., & Paul, F., 2008, Europäische Alpen bald ohne Gletscher?, Jahrbuch Ökologie 2008, C. H. Beck, p. 68-83.

6.3 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1. Gemessene Jahresmittel der Lufttemperatur im Großraum Alpen 1760–2007 (schwarz) und im globalen Mittel 1858–2007 (grau). Dargestellt sind Anomalien zum Mittel des 20. Jahrhunderts. Alpenraum: 4–19°E, 43–49°N, Mittel aus 124 Einzelreihen; Global-Land: Mittel aus 2000 Festland und Inselstationen. 1: letzte natürliche Periode – solarer und vulkanischer Einfluss dominant; 2: erster merklicher menschlicher Einfluss – die Aerosolperiode; 3: Eintritt ins Treibhauszeitalter (Böhm et al., 2008, S. 10 nach Auer, 2007 #15)</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 2. Regionale Trendunterschiede beim Niederschlag in den Einzeljahren und für das 30-jährige Mittel, gemittelt aus je 50 Einzelreihen (HISTALP Datenbank, Auer et al., 2005) links: nordwestlich des Alpenbogens (Frankreich, Schweiz, Süddeutschland, Vorarlberg, Tirol), rechts: südöstlich des Alpenbogens (Ungarn, Slowenien, Kroatien, Bosnien, Friaul, Veneto, Kärnten, West- und Oststeiermark. (Böhm et al., 2008, S. 10)</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 3. Änderung der 2m – Temperaturen [°C] für die Zukunftsperiode 2071–2100 im Vergleich zum Zeitraum 1961–1990 für das A2 Szenario, Darstellung im 9-Punktefilter, Oben: Jahresmittel, Mitte: Sommermittel, Unten: Wintermittel (eigene Zusammenstellung, Kartengrundlage entnommen aus Jacob et al., 2008, S. 111–115)</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 4. Flächen-, Höhen- und Volumenänderung von Gletschern von 1969 bis 1998 (IWHW, 2009)</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 5. Vernagtferner in Österreich. Die Aufnahmen stammen von O. Gruber (1912), H. Schatz (1938), H. Rentsch (1968) und M. Siebers (2003) (aus Zemp et al., 2008, S. 69)</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 6. Verwendete subregionale Klassifikationen für das reclip:more Projekt; links basierend auf HISTALP Daten; rechts auf VERA Daten, die Subregionen sind farblich markiert und jeweils beziffert (li: Subreg. 1–4, re: Subreg. 1–7) (Gobiet et al., 2006, S. 3)</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung 7. Niederschlagsszenario für 2041–2050 (Vergleichsperiode 1981–1990) in Subregionen des Alpenraums; links basierend auf HISTALP Klassifikation; rechts auf VERA Klassifikation (Gobiet et al., 2006, S. 11), vergleiche Legende mit Darstellung der regionalen Einteilung des Alpenbogens in Abbildung 6.</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 8. Räumliche Dekorrelation auf 50 % gemeinsame Varianz im Europäischen Klimamessnetz von Jahres-, Jahreszeiten-, Monats- und Tageswerten von Temperatur und</i>	

<i>Niederschlag, Quelle: Scheifinger et al., 2003 (interner Projektbericht ALP-IMP) (Böhm, 2008, S. 60).....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 9. Verschiebung der Wahrscheinlichkeiten heißen Wetters bei einer Zunahme der mittleren Temperatur (aus Berz, 2001, S. 8)</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 10. Links: Verteilung der täglichen Maximaltemperatur in Wien während der Sommermonate 1901 – 1950 (blau) und 1951 – 2000 (rot); Rechts: Häufigkeit der Tage mit mehr als 25 bzw. 30°C im Sommer (Wien) bzw. Extremwerten im Winter mit unter 0°C (Schmittenhöhe) (Kromp-Kolb, 2003, S.12).....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 11. Anzahl der Großkatastrophen unterteilt nach Ereignistypen (Münchener Rück, 2005, S. 13).....</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 12. Auswertung der Trends in den Wintermonaten für Abflusshöhen (Fürst et al., 2008, S. 111).....</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 13. Auswertung der Trends in den Sommermonaten für Abflusshöhen (Fürst et al., 2008, S. 113).....</i>	<i>27</i>
<i>Abbildung 14. Schematische Darstellung der zeitlichen Abfolge von Reaktionszeit und Anpassungszeit unterschiedlicher Klimaindikatoren der Naturlandschaft (Stötter et al., 2003, S. 243).....</i>	<i>30</i>
<i>Abbildung 15. Verbreitung von diskontinuierlichem Permafrost in Österreich (nach G.K. Lieb aus Embleton-Hamann, 2007, S. 52).....</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 16. Muransätze in Permafrostausschmelzbereichen im Oberen Suldental, Tirol (Stötter et al., 2003, S. 264).....</i>	<i>36</i>
<i>Abbildung 17. Volkswirtschaftliche Verluste durch Naturkatastrophen in den Alpen (1980-2005) (Agrawala, 2007, S. 65).....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 18. Bevölkerungsveränderung in den Gemeinden des Alpenraumes von 1871 bis 2000 (eigens erstellte Abbildung mit Kartengrundlage von Bätzing, 2002, S. 5-11).....</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 19. Siedlungsentwicklung im Alpenraum am Beispiel Davos (Schweiz); links 1940er-Jahre, rechts im Jahr 2002. Fotos: J. Trauffer (links), S. Fuchs (rechts) (Fuchs & Keiler, 2008, S. 375).....</i>	<i>44</i>

<i>Abbildung 20. Steigerung der Anzahl und Werte gefährdeter Gebäude in Davos (CH, links) und Galtür (A, rechts) (Fuchs, 2008, S. 124).....</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 21. Entwicklung der Nächtigungszahlen in Galtür im Zeitraum 1949–2002 (Stötter & Keiler, 2003, S. 228)</i>	<i>46</i>
<i>Abbildung 22. Vorgeschlagene Verknüpfungen zwischen sozioökonomischer Aktivität, Landschaft und globalem Umweltwandel im Gebirgsraum (Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 55) 47</i>	
<i>Abbildung 23. Saisonale, tägliche und stündliche Variationen der exponierten Personen in Galtür (Wintersaison 2001/2002) (Keiler et al., 2005, S. 55).....</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 24. Schema zu den Rechtsgrundlagen des Schutzwasserwirtschaft, Wildbach- und Lawinenverbauung und Raumordnung (ÖIR & RC, 2004, S. 36).....</i>	<i>63</i>
<i>Abbildung 25. Informale und formale Beziehungen zwischen den Fachdienststellen der RO, SWW und WLW (ÖIR & RC, 2004, S. 58)</i>	<i>65</i>
<i>Abbildung 26. Schutzzielmatrix für den Hochwasserschutz (Petraschek, 2004, S. IX/ 155)</i>	<i>85</i>
<i>Abbildung 27. Risikomanagement-Modell (NAHRIS, 2009 mit eigener Hervorhebung der Präventionsmaßnahmen)</i>	<i>92</i>
<i>Abbildung 28. Kreislauf des integralen Risikomanagements (BUWAL, 2007, S. 12).....</i>	<i>94</i>
<i>Abbildung 29. Zusammenhänge von Ursache- und Folgewirkung um Global Change, Naturgefahren und Ökonomischen Auswirkungen: beginnend bei Treibhausgasemissionen (GHG) über Global Change und extreme Wetterereignisse (EWE) zu Naturkatastrophen, Schadenquantifizierung sowie Ökonomischen Auswirkungen von Änderungen in der Frequenz von extremen Wetterereignissen hervorgerufen durch Climate Change, sowie dessen Rückkoppelungseffekte auf Emissionen und den weiter genannten Aspekten (Kromp-Kolb, 2003, S. 48, eigene Ergänzung der Feedback Effects).....</i>	<i>100</i>
<i>Abbildung 30. IRGC Risk Governance Framework (Renn, 2005, S. 65).....</i>	<i>105</i>

6.4 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1. Wesentliche erwartete Änderungen des Klimas im Alpenraum (nach Angaben in Parry et al., 2007; Solomon et al., 2007) (Fuchs, 2008, S. 120).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 2. Übersicht zu projizierten bzw. prognostizierten Änderungen für Naturgefahrenprozesse im Alpenraum (nach Angaben in Bader & Kunz, 1998; Wanner et al., 2000 aus Stötter & Keiler, 2003, S. 221, leicht modifiziert).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 3. Relatives Permafrostaufkommen in Österreich (in Prozent), klassifiziert nach Bundesländern (Ebohon & Schrott, 2008, S. 3).....</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 4. Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren im Alpenraum (Agrawala, 2007, S. 70)</i>	<i>38</i>
<i>Tabelle 5. Vertikale Bevölkerungsverteilung bzw. -veränderung in den österreichischen Alpen zwischen 1871 und 2000 (nach Grundlage von Bätzing, 2003 aus Slaymaker & Embleton-Hamann, 2009, S. 59).....</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 6. Anteile der Risikogebiete an der Fläche der Österreichischen Bundesländer sowie deren Bevölkerungsdichte, bezogen auf deren nutzbare Gebiete (Heigl, 2008, S. 336).....</i>	<i>42</i>
<i>Tabelle 7. Darstellung möglicher Risikoentwicklungen auf Basis von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturgefahrenprozessen und Wert und Präsenzwahrscheinlichkeit gefährdeter Objekte und Personen; Positive Möglichkeiten der Entwicklung des Risikos sind in Grüntönen dargestellt, negative in Rottönen. Unwahrscheinliche Entwicklungen sind schraffiert (Stötter et al., 2003, S. 227)</i>	<i>51</i>
<i>Tabelle 8. Zeitdimensionen von Naturraum- und Kulturraumprozessen, die das Risiko beeinflussen (Stötter & Keiler, 2003, S. 219).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabelle 9. Untergliederung der Maßnahmen im Umgang mit Naturgefahren (eigene Zusammenstellung)</i>	<i>55</i>
<i>Tabelle 10. Ordnungsrechtliche Instrumente im Naturgefahrenmanagement (Stötter & Fuchs, 2006, S. 107)</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 11. Baumaßnahmen der BWV 2008 (BMLFUW et al., 2009, S. 35)</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 12. Leistungsübersicht Bundeswasserbauverwaltung (BMLFUW, 2008, S. 50).....</i>	<i>69</i>

<i>Tabelle 13. Kriterien zur Abgrenzung der Gefahrenzonen für Hochwasser- und Murereignisse an Wildbächen (Holub, 2006, S. 10)</i>	<i>71</i>
<i>Tabelle 14. Kriterien zur Abgrenzung der Gefahrenzonen für Lawinenereignisse (Holub, 2006, S. 13).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabelle 15. Gefahrenzonenplanung der WL V 2008 (BMLFUW et al., 2009, S. 21).....</i>	<i>73</i>
<i>Tabelle 16. Leistungsübersicht der Wildbach- und Lawinenverbauung 2008 (BMLFUW, 2008, S. 52).....</i>	<i>75</i>
<i>Tabelle 17: Grundsätze und Ziele im Raumordnungsrecht im Zusammenhang mit Naturgefahren (Kanonier & David, 2004, S. 12)</i>	<i>77</i>
<i>Tabelle 18. Überörtliche Planungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Naturgefahren (Kanonier & David, 2004, S. 17).....</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 19. Ersichtlich- bzw. Kenntlichmachungen von Gefährdungsbereichen in raumordnerischen Gesetzesbestimmungen (Kanonier & David, 2004, S. 23).....</i>	<i>81</i>
<i>Tabelle 20. Mögliche künftige Risikoentwicklung infolge komplexer Global Change Prozesse entsprechend den Kategorien in Tabelle 7 (Darstellung möglicher Risikoentwicklungen auf Basis von Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturgefahrenprozessen und Wert und Präsenzwahrscheinlichkeit gefährdeter Objekte und Personen) sowie der künftigen Effizienz von Schutzmaßnahmen (eigene Darstellung anhand englischer Grundlage von Stötter et al., 2002, S. 120).....</i>	<i>87</i>

6.5 Lebenslauf

Cornelia Liebl

geboren am 29. Juli 1986

Nationalität: Österreich

Adresse: Rebhalde 35, A - 6832 Röthis

Telefon: +43 / 680 / 21 82 777

E-Mail: cornelia.liebl@gmail.com

Ausbildung

- Sep 1996 - Jun 2004 **Bundes- und Bundesrealgymnasium Feldkirch**, Rebberggasse 25-27, A- 6800 Feldkirch; *Realistischer Zweig mit Vertiefung in Darstellender Geometrie und Französisch; Matura mit ausgezeichnetem Erfolg*
- Seit Okt 2004 **Universität Wien**, Dr. Karl-Lueger Ring 1, A - 1010 Wien
*Diplomstudium Theoretische und Angewandte Geographie
Lehramt Geographie und Wirtschaftskunde sowie Bewegung und Sport*
- Seit Sep 2007 **Universität Örebro**, Fakultetsgatan 1, SE - 701 82 Örebro, Schweden
*Erasmus Studienaufenthalt in Kombination mit Mobilitätsprogramm
Campus Europae von Sep 2007- Jun 2008; Seit Sep 2009 Studium von
Kursen innerhalb Kulturgeographie und Soziologie*

Berufserfahrung

- Jul 2008 - Aug 2008 **Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Vorarlberg**,
Rheinstraße 32/5, A- 6900 Bregenz, *Ferialpraktikantin: Digitalisierung von
Gefahrenzonenpläne sowie Datenhomogenisierung, Mitarbeit bei
Erhebungen und Begehungen für Projektierung, Bauführung und
Sachverständigentätigkeit*
- Jul 2005 - Jul 2007 **HochschülerInnenschaft der Universität Wien**,
Spitalgasse 2, Hof 1, A - 1090 Wien; *Studienrichtungsvertreterin für
Diplomgeographie sowie Lehramt Geographie und Wirtschaftskund:
Inskriptions- und Studienberatung*
- Apr 2006 - Jul 2006 **Concepta Incoming Travel Service**,
Margaretenstraße 160, A - 1050 Wien; *Französisch- und englischsprachige
Reisebetreuung von internationalen Gruppen in Wien*
- Winter 2001 - 2008 **Skischule Schruns im Montafon**, Gardengaweg 11, A - 6774 Tschagguns
- Winter 2004 - 2005 **Skischule Lech am Arlberg**, Schlegelkopf-Lift, A - 6764 Lech
Ski- und Snowboardlehrerin

Weitere Kompetenzen und Engagement

Sprachkenntnisse	Deutsch, Englisch & Schwedisch: Ausgezeichnet in Wort und Schrift Französisch: Sehr gut in Wort und Schrift
Zusatzqualifikationen	Berufsorientierungskordinatoren/innenausbildung der Universität Wien; Mediationsausbildung und 5 Jahre praktische Arbeit am BG/BRG Feldkirch; Ski- und Snowboardlehreranwärterin; Volleyballschiedsrichter/innen- Ausbildung; Österreichischer Rettungsschwimmerschein; Führerschein Klasse A und B
EDV-Kenntnisse	Fortgeschrittene Kenntnisse in Microsoft Office, den gängigen Grafik- und GIS Programmen, SPSS, EndNote X sowie in der Internetrecherche
Universitäres Engagement	Campus Europae Studentenvertreterin der Universität Wien (seit 2006) International Tutor im Erasmus Student Network Sweden (2008) Mitarbeit beim unabhängigen Tutoriumsprojekt der ÖH Wien (2006 - 2007)