

Maria Patek

Klimawandel und Naturgefahren

A. Klimawandel und Naturgefahren: Zusammenhänge und Auswirkungen

A.1 Allgemeine Zusammenhänge

Zahlreiche Wetter- und Klimadaten belegen einen globalen Anstieg der mittleren Oberflächentemperatur um 0,6 Grad Celsius seit 1860. Für Österreich beträgt der Anstieg der mittleren Oberflächentemperatur sogar 1,8 Grad Celsius.

Gesicherte Beobachtungen liegen weiters hinsichtlich des Ansteigens des Meeresspiegels infolge des sukzessiven Abschmelzens der Polvereisung sowie des Rückgangs der alpinen Gletscher vor.

Als wesentlicher Faktor für den Temperaturanstieg wird die Verstärkung des natürlichen „Treibhauseffektes“ durch die Folgen der Verbrennung fossiler Energieträger und die damit verbundene Emission von CO₂ (Kohlendioxid) gesehen, dass zusammen mit anderen Treibgasen zu einer zusätzlichen Erwärmung der Erdatmosphäre führt. Das CO₂-Gleichgewicht wird außerdem durch den Verlust an Waldfläche (Abholzung der tropischen Wälder) zusätzlich gestört.

Nach den Erkenntnissen des **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**¹ wird die Konzentration aller Treibhausgase in den nächsten 100 Jahren ansteigen und einen Temperaturanstieg von 1990 bis 2100 um 1,4 bis 5,8°C bewirken, falls keine Gegenmaßnahmen gesetzt werden. Die Erwärmung wird wesentlich schneller erfolgen als im 20. Jahrhundert und v.a. über den Kontinenten und in hohen nördlichen Breiten im Winter überdurchschnittlich sein. Allgemein wird eine Entwicklung zu höheren Temperaturmaxima, mehr Hitzetagen, höheren Temperaturminima, weniger Kälte- und Frosttagen sowie geringeren täglichen Temperaturschwankungen über den meisten Landmassen erwartet.

¹ Das *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) trägt die verfügbaren wissenschaftlichen und sozioökonomischen Informationen zur Klimaänderung und den Möglichkeiten zur Vermeidung der Klimaänderung und zur Anpassung an die Klimaänderung zusammen.

Im 21. Jahrhundert wird auch die mittlere Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre global ansteigen. Die Winterniederschläge werden auf der Nordhalbkugel in mittleren bis hohen Breiten und auf der Südhalbkugel in der Antarktis wahrscheinlich zunehmen. Zudem dürften die Niederschlagsschwankungen von Jahr zu Jahr größer und intensive Niederschlagsereignisse häufiger werden. Die kontinentale Sommertrockenheit und die Dürregefahr werden in den meisten innerkontinentalen Gebieten mittlerer Breite wahrscheinlich zunehmen.

Für die Beurteilung kleinräumiger Phänomene, die erhebliche Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft haben könnten, verfügen die Klimamodelle derzeit nicht über die nötige räumliche Auflösung. So werden zum Beispiel sehr kleinräumige Phänomene wie Gewitter, Tornados, Hagel und Blitzschlag in Klimamodellen nicht simuliert.

Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren sagen Klimaforscher global eine Häufung extremer Wetterverhältnisse wie Wirbelstürme und Dürreperioden vorher.

Die alpine Umwelt wäre durch eine globale Klimaänderung besonders betroffen. Die Zahl der Tage mit geschlossener Schneedecke würde sinken, was auch für die Tourismusindustrie problematisch wäre. Der Rückgang der Gletscher und der Anstieg der Permafrostgrenze führten zur Destabilisierung von Fels- und Schuttmassen und könnten eine Erhöhung von Massenbewegungen bewirken. Ob auch die extreme Hochwasserereignisse des Jahres 2002 und 2005 und die Trockenheit des Sommers 2003 mit dem Klimawandel zusammenhängen, ist zwar nicht eindeutig belegbar, der Anstieg der Katastrophen fügt sich jedoch in die bisher bekannten Abläufe der verstärkten Klimaveränderung.

Auf den Wald, insbesondere den Schutzwald könnte die Klimaänderung irreversible Auswirkungen haben. Nur Waldökosysteme, die ihrem Standort in möglichst natürlicher Weise entsprechen, erbringen die erforderliche Vitalität und auch optimale dynamische Anpassungsfähigkeit an prognostizierte klimatische Veränderungen. Bei zu rascher Klimaänderung allerdings sind der Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen natürliche Grenzen gesetzt und könnte die zuge dachte Schutzfunktion möglicher Weise nicht mehr in vollem Umfang erfüllt werden. Besonders bedroht sind Baumarten, die außerhalb ihres natürlichen Verbreitungs- oder Standortsgebietes in sekundären (vom Menschen begründeten) Beständen vorkommen, das sind insbesondere Fichten unterhalb von 900 m Seehöhe.

A.2 Bewertung und Grenzen der Nachweisbarkeit von Trends der Klimaänderung

Der Nachweis von Trends bei Extremereignissen stößt wegen ihrer Seltenheit an grundsätzliche Grenzen. Je seltener Ereignisse sind, umso schwieriger ist es, einen Trend nachzuweisen. Kleinere Häufigkeitsänderungen sehr seltener Ereignisse gehen in den natürlichen Klimavariationen unter. Die scheinbare Häufung von Extremereignissen in den letzten Jahren könnte durch einen wirklichen Trend oder durch Zufall verursacht sein. Extremereignisse sind deshalb ungeeignete Indikatoren für die globale Klimaänderung.

Die Grenzen der Nachweisbarkeit von Trends in Extremereignissen lassen sich theoretisch abschätzen. Für Ereignisse mit einer Wiederkehrperiode von einem Jahr könnte ein Trend nur nachgewiesen werden, wenn sich die Ereigniswahrscheinlichkeit im Laufe eines Jahrhunderts mindestens verdoppelt hätte. Für das Kaliber von Ereignissen des Jahres 1999, mit Jährlichkeiten von 10 bis über 100 Jahre, wären für einen Nachweis gar Änderungen um ein Vielfaches nötig.

Kleinere Trends gehen im Rauschen der natürlichen Klimavariationen unter. Das Nachweisproblem wirkt sich sowohl auf wissenschaftliche Untersuchungen als auch auf die öffentliche Diskussion über den Zusammenhang zwischen Klimaänderung und Extremereignissen aus:

- a) Die scheinbare Häufung von Extremereignissen in den letzten Jahren könnte ein Zeichen eines realen Trends oder ein Zeichen für einen durch den Zufall vorgegaukelten Trends sein. Genauere Aussagen lassen sich für diese sehr seltenen Ereignisse aus statistischen Gründen zurzeit nicht machen.
- b) Extremereignisse sind ungeeignete Indikatoren für die globale Klimaänderung. Die Aufmerksamkeit der Klimaproblematik in den Medien jeweils im Takt von Extremereignissen impliziert einen Zusammenhang, der weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden kann. Dies birgt die Gefahr, 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.
- c) Aussagen über Trends in der instrumentellen Periode basieren auf dem Studium von intensiven, nicht unbedingt Schaden verursachenden Ereignissen. So konnte z. B. für intensive Niederschläge mit einer durchschnittlichen Wiederkehr von 30 Tagen eine deutliche Zunahme im Winter und im Herbst um 20–80% gefunden werden. Diese

hebt sich insbesondere im nördlichen Mittelland deutlich vom reinen Zufall ab. Aussagen zu intensiven Ereignissen können aber nicht einfach auf die wirklichen Extremereignisse übertragen werden. Zudem sind die Trends für sich alleine noch kein Nachweis einer anthropogen verursachten Klimaänderung, sie können ihre Ursache auch in natürlichen langzeitlichen Klimavariationen haben und dürfen deshalb nicht unbedacht in die Zukunft extrapoliert werden.

- d) Aussagen über die zukünftige Änderung in der Wahrscheinlichkeit von wirklich seltenen Extremereignissen sind zumindest regional von eingeschränktem Nutzen. Auch markante Änderungen können in Zukunft durch die Zufallskomponente überlagert sein. Ein allenfalls erhöhtes Risiko als Folge der globalen Klimaänderung wird sich nicht notwendigerweise in den kommenden Jahrzehnten spürbar auswirken. Trotzdem können technische Maßnahmen zum Schutze vor einem erhöhten Risiko bereits über kürzere Zeiträume Wirkung zeigen:
- e) Die Untersuchung von Langzeitbeobachtungen allein reicht nicht für ein vertieftes Verständnis des Zusammenhangs zwischen Klimaänderung und Extremereignissen. Wissenschaftliche Fortschritte sind vielmehr in einem tieferen Verständnis der Prozesse des Klimasystems zu suchen, wozu die Anwendung von Klimamodellen einen wichtigen Beitrag leistet.

A.3 Auswirkungen des Klimawandels auf Alpine Naturgefahren (Extremereignisse)

Unter Extremereignissen versteht man seltene Wetter- und Naturereignisse, die stark vom Durchschnitt abweichen. Extremereignisse können gewaltige Schäden verursachen. Von Naturkatastrophen spricht man, wenn die Bewältigung des Schadens die Kräfte der betroffenen Bevölkerung übersteigt.

Generell ist der Wissensstand über die Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren noch sehr gering.

Die Wahrscheinlichkeit und die räumliche Verteilung von Extremereignissen werden sich mit der Klimaänderung graduell verschieben. Das Ausmaß und der Charakter der Veränderungen wird je nach Ort und Art der Extremereignisse verschieden sein. Eine quantitative Abschätzung dieser Entwicklung ist noch nicht möglich.

Gegenwärtig ist eine Häufung von Naturkatastrophen zu beobachten. Diese Häufung

könnte zufällig sein, durch natürliche langzeitliche Klimavariationen verursacht werden oder eine Folge der anthropogenen Klimaänderung sein. Aus prinzipiellen Gründen ist es schwierig oder sogar unmöglich, einen Trend in der Häufigkeit von seltenen Extremereignissen statistisch gesichert nachzuweisen oder auszuschließen. Es ist denkbar, dass langfristige Veränderungen von Extremereignissen erst dann nachweisbar werden, wenn sie bereits ein beträchtliches Ausmaß erreicht und große Schäden verursacht haben.

Im Gegensatz dazu sind statistische Aussagen über Trends „intensiver“ Ereignisse möglich. Zum Beispiel kann gezeigt werden, dass kräftige Niederschlagsereignisse (welche in der Regel keine Schäden verursachen) seit Beginn des Jahrhunderts deutlich zugenommen haben. Auch die winterlichen Niederschlagsmengen haben seit Beginn des Jahrhunderts fast im ganzen Alpenraum deutlich zugenommen. Diese Resultate können zwar nicht direkt auf Extremereignisse übertragen werden, sind jedoch ein Indiz für die deutlichen Veränderungen des Wasserkreislaufes in den letzten 100 Jahren.

Das heutige Prozessverständnis führt zur Annahme, dass Häufigkeit und Stärke gewisser Extremereignisse (Hitzewellen, Starkniederschläge und Hochwasser im Winterhalbjahr, Trockenheit im Sommer auf der Alpensüdseite und in inneralpinen Tälern, Hangrutschungen) mit der Klimaänderung zunehmen werden. Diese Befürchtung wird auch durch Rechnungen mit Klimamodellen gestützt. Andererseits wird die Häufigkeit von Frosttagen und Kältewellen abnehmen.

Zukünftige Veränderungen der Gefährdung durch Extremereignisse werden neben rein klimatischen Faktoren auch durch gesellschaftliche Veränderungen bestimmt.

Auswirkungen des Klimawandels auf Starkniederschläge

Es lassen sich drei verschiedene Wirkungsketten unterscheiden, über welche die globale Klimaänderung die Häufigkeit von Starkniederschlägen beeinflussen kann:

- a) Es wird erwartet, dass die Klimaänderung zu einer stärkeren Erwärmung in polaren gegenüber tropischen Regionen führt und der Feuchtegehalt der Atmosphäre zunimmt. Diese beiden Faktoren können sich auf die Intensität, die Häufigkeit und die Zugbahn der Tiefdruckgebiete in den mittleren Breiten auswirken. Solche Veränderungen wären direkt gekoppelt mit Änderungen in der räumlichen Verteilung und der Intensität von Niederschlägen in Europa einschließlich des Alpenraums.
- b) In den mittleren Breiten ist eine Erwärmung der Atmosphäre mit einer Zunahme des Wasserdampfgehalts von ca. 6% pro Grad Erwärmung verbunden (Gesetz von Clausius-Clapeyron). Heute gilt als relativ gesichert, dass die Intensivierung des

Wasserkreislaufes zu einer Zunahme der mittleren Niederschlagsintensität beiträgt. Diese Intensivierung wirkt sich zudem überproportional auf die Häufigkeit von Starkniederschlägen aus.

- c) Die Intensivierung des Wasserkreislaufs ist auch mit einer erhöhten Verdunstung verbunden. In Regionen mit einer andauernden trockenen Jahreszeit wie dem Mittelmeerraum könnte dies zu einer Abnahme des Bodenwassergehaltes im Sommer und Herbst führen. Diese Änderung kann sich auf die Thermodynamik der unteren Troposphäre und die Niederschlagsprozesse auswirken. Die Größenordnung dieses Effektes und seine mögliche Bedeutung im Alpenraum ist aber noch nicht ganz verstanden. Verschiedene globale Klimamodellszenarien für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts wurden auf charakteristische Größen für Starkniederschläge untersucht. Eine Mehrheit der Resultate weist auf eine globale Zunahme der mittleren Niederschlagsintensität und der Häufigkeit von intensiven Tagesniederschlägen hin. Diese Tendenz bestätigt sich in den verfügbaren regionalen Modellanalysen für Europa. Diese zeigen eine Zunahme des maximalen jährlichen Tagesniederschlags um 10–25%. Für die Häufigkeit, mit welcher der heutige einjährige und der heutige 50-jährliche Niederschlags-Extremwert überschritten werden, werden Zunahmen um einen Faktor 2 und mehr festgestellt. Eine umfassende Analyse von 19 globalen Klimamodellen zeigt, dass extrem niederschlagsreiche Winter (heutige Wiederkehrperiode 40 Jahre) gar um Faktoren 3–5 häufiger werden könnten. Die Zunahmen werden im Winterhalbjahr über dem gesamten europäischen Kontinent und im Sommer vor allem in Zentral- und Nordeuropa erwartet.

Die in vielen Modellen gefundene Zunahme von Starkniederschlägen wird vor allem als Folge der Intensivierung des Wasserkreislaufs mit der globalen Erwärmung interpretiert. Ein intensivierter Wasserkreislauf wird heute für das Winterhalbjahr und für den gesamten Kontinent als wahrscheinlich angesehen. Im Alpenraum könnte dies vor allem eine Zunahme von Starkniederschlägen von langer Dauer bewirken. Diese Ereignisse hängen nicht nur von der Wetterlage ab, sondern auch von der Feuchtigkeitsmenge, welche die Atmosphäre zuführt. Zu dieser Kategorie könnten auch die besonders extremen herbstlichen Ereignisse auf der Alpensüdseite zählen.

Allerdings zeigen die Modelle große Unterschiede im Muster der regionalen Veränderungen. Diese Unterschiede gehen darauf zurück, dass sich die typische Zugbahn und Intensität von Tiefdruckgebieten in den verschiedenen Modellen unterschiedlich ändert. Es ist deshalb noch unklar, wie und wo in Europa die Intensivierung des Wasserkreislaufs durch allfällige Änderungen in der großräumigen

Dynamik kompensiert oder verstärkt wird. Bei den quantitativen Angaben für den Alpenraum handelt es sich also höchstens um grobe Abschätzungen.

Für sommerliche Starkniederschläge im Alpenraum sind zurzeit weder qualitative noch quantitative Angaben möglich. Es fehlen Modellanalysen auf der Zeitskala von Stunden, und die Modelle weisen für den Sommer große systematische Fehler auf. Zudem sind die Wechselwirkungen zwischen Bodenhydrologie, Vegetation und sommerlichen Niederschlagsprozessen noch ungenügend verstanden und in den verfügbaren Modellen nur ungenau repräsentiert.

Auswirkung der Klimänderung auf Hochwasserereignisse:

Die Klimaänderung kann die Hochwasserbildung über verschiedene Prozesse beeinflussen:

Einfluss der Temperaturerhöhung

In Österreich kann die Hochwassergefahr nicht unabhängig von der Lage der Nullgradgrenze diskutiert werden. Die Rolle des Schnees – einerseits als Rückhalt des Niederschlags, andererseits als Wasserlieferant bei der Schneeschmelze – ist in den stark nach der Höhe gegliederten Einzugsgebieten der Alpen besonders wichtig. Als Folge der Klimaerwärmung wird die Nullgradgrenze steigen und größere Teile der Einzugsgebiete können überregnet werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Starkniederschlag mit einer hohen Nullgradgrenze zusammenfällt und einen extremen Hochgebirgsabfluss verursacht, nimmt zu. Erhöht sich mit der Klimaänderung gleichzeitig die Niederschlagsmenge pro Ereignis, nehmen sowohl der Spitzenabfluss als auch die Wahrscheinlichkeit für ein Hochwasser zu. Sofern keine Schutzmassnahmen getroffen werden, kann die Hochwassergefahr im Sinne von häufigeren und größeren Schadenereignissen zunehmen. Veränderungen beim Niederschlag ist gemäß neuester Modellrechnungen im Alpenraum eine Zunahme der Niederschläge im Winter als Folge der Klimaänderung wahrscheinlich. In tiefen und mittleren Höhenlagen wird es vermehrt regnen und weniger schneien, weshalb im Mittelland die Häufigkeit der Winterhochwasser zunehmen wird. Ob die Zunahme nur die häufigen oder auch die extremen Ereignisse betrifft, hängt von der Veränderung der Häufigkeit und Intensität der frontalen Wetterlagen ab.

Im Frühling entstehen Hochwässer, wenn die Schneeschmelze mit Niederschlägen zusammentrifft. Die Wärmezufuhr im Frühjahr wird sich mit der Klimaänderung wahrscheinlich wenig ändern. Deshalb wird die Veränderung der Niederschläge einen größeren Einfluss auf Hochwasser haben, als die Schneeschmelze. Die Zunahme der mittleren Winterniederschläge führt in den hochalpinen Lagen zwar zu größeren

Schneemengen. Gleichzeitig wird aber die Schneebedeckung in den tieferen Lagen wegen höheren Wintertemperaturen abnehmen. Welcher Effekt für die Hochwasserbildung wichtiger ist, hängt von der Höhengliederung des Einzugsgebiets, der mengenmäßigen Zunahme der Winterniederschläge und der Häufigkeit von Wechseln zwischen Schneefall und Schneeschmelze ab. Die wegen der tiefen Wintertemperaturen „hochwasserfreien“ Perioden werden jedenfalls verkürzt. Kleine Einzugsgebiete sind meist im Zusammenhang mit Sommergewittern von Hochwassern betroffen. Für die Intensität und die Menge des Niederschlages ist die lokale Thermik entscheidend. Hypothesen über eine Zu- oder Abnahme sind spekulativ. Häufigkeitsänderungen aufgrund der Wetterlagen machen sich eher bei den Hagelschäden als beim Hochwasser bemerkbar.

Veränderungen im Einzugsgebiet

Als Folge der Klimaänderung ziehen sich in hochalpinen Lagen Gletscher und Permafrost zurück. Dadurch kann mehr Geschiebe mobilisiert werden. Zusätzlich beeinflussen Veränderungen der Vegetation, wie beispielsweise eine Erhöhung der Waldgrenze, die Bodenbildung. Diese Vorgänge können Flussläufe umgestalten und die Hochwassergefahr verändern. Sie sind aber sehr langsam: Veränderungen beim Permafrost erfolgen über Jahrzehnte bis Jahrhunderte, Veränderungen bei der Bodenbildung dauern Jahrhunderte bis Jahrtausende.

Schneller bemerkbar wird der Effekt sein, dass Pflanzen bei höheren Temperaturen mehr Wasser verdunsten. Die Bodenspeicher leeren sich dadurch rascher, was sich dämpfend auf die Hochwasserbildung auswirken kann. Diese dämpfende Wirkung wird vor allem bei den häufigen Hochwässern spürbar sein sowie in alpinen und voralpinen Lagen, wo Sommerhochwässer auftreten und keine signifikanten Änderungen der Sommerniederschläge erwartet werden. Zusammenfassend lässt sich sagen: Eine erhöhte Hochwassergefahr ist vor allem in jenen Gebieten des Mittellandes zu erwarten, in denen zurzeit Winterhochwasser maßgebend sind. Die vorhergesagten höheren Winterniederschläge und ein geringerer Schneeanteil in Höhenlagen zwischen 1000 und 1500 m lassen das Hochwasserrisiko steigen. In hochalpinen Lagen mit typischen Sommerhochwassern kann der Anstieg der Nullgradgrenze zu einer Verlängerung der Periode führen, in der Niederschlag ohne Schneeanteil fällt und Hochwassergefahr besteht. Wieweit eine erhöhte Evapotranspiration in den tieferen Lagen diese Effekte wieder kompensiert, ist schwer vorhersehbar.

Auswirkungen der Klimaänderung auf Massenbewegungen:

Die Häufigkeit von Massenbewegungen wird durch Veränderungen der Temperatur, des Wasserkreislaufs, der Gletscher und des Permafrosts beeinflusst. Die Zunahme der Winter- und Frühlingstemperaturen verändert die Form des Niederschlags, die Schneedeckenhöhe und die Bodentemperaturen. Die Klimaänderung verändert langfristig die Stabilität großer Rutschvolumen. Kleinere Rutschungen und Hangmuren können dagegen kurzfristig durch Extremereignisse wie Starkniederschläge oder Gewitter instabil werden.

Gletscher und Permafrost

Durch den Gletscherrückzug und auftauenden Permafrost werden große Schuttmassen freigelegt. Dies kann unter Einfluss von Wasser zu Massenbewegungen führen. Die globale Erwärmung wird massive Auswirkungen auf die glazialen und periglazialen Gebirgsgebiete haben. Quantitative Prognosen bezüglich Auswirkungen der Klimaänderung auf den Permafrost sind jedoch schwierig.

Generell ist bei einer langfristigen Temperaturzunahme das verzögerte Aufschmelzen des Permafrosts wahrscheinlich. Dieser Trend wird von saisonalen Schwankungen überlagert, die hauptsächlich von der Mächtigkeit der Schneedecken abhängig sind. Im Herbst und Frühwinter verzögert eine frühe Schneedecke das Auskühlen des Bodens. Die Erdwärme kann gespeichert werden, wodurch im darauf folgenden Sommer ein Trend zum Aufschmelzen unterstützt wird.

Umgekehrt wird der kühle Boden im Frühling durch eine andauernde Schneedecke isoliert. Grosse Schneemengen haben ein spätes Ausapern zur Folge. Durch die kürzere Auftauphase kann im Sommerhalbjahr weniger Wärme in den Boden gelangen. Diese saisonalen Schwankungen dürften am langfristigen Schmelzen des Permafrosts jedoch wenig ändern. Das System Permafrost reagiert sehr träge, da die Wärmekapazitäten von Eis und Boden größer sind als diejenige von Luft. Somit haben nur langfristige Änderungen eine Auswirkung, die ihrerseits aber lange Zeit andauern wird. Erwärmen wird sich der Permafrost zuerst in den oberflächennahen Schichten, in schneefreien Zonen und in kleinen Permafrostgebieten geringer Mächtigkeit.

In solchen Gebieten können Block- und Felsstürze, Erosion, Rutschungen und Murgänge zunehmen. Ebenfalls aus Permafrostzonen stürzten in den letzten Jahren kleinere und gelegentlich auch größere Felsmassen zu Tal.

Niederschlag

Die Intensivierung des Wasserkreislaufs wirkt sich negativ auf die Hangstabilität aus. Durch die Zunahme der Winterniederschläge könnten die Rutschprozesse in Zukunft zunehmen. Bei höheren Temperaturen wird es mehr regnen und weniger schneien. Durch die gesteigerte Wasserverfügbarkeit im Winterhalbjahr nimmt die Hangstabilität ab.

Südlagen, die beispielsweise zur Extremsituation vom 13./14. Oktober 2000 im Simplongebiet geführt haben, werden gemäß Klimaszenarien zunehmen, wenn zukünftig mehr Luftfeuchtigkeit aus dem Mittelmeerraum Richtung Alpen transportiert wird. Liegt die Nullgradgrenze während solcher Staulagen von mehreren Tagen sehr hoch, dann muss vermehrt mit Rutschungen und Murgängen gerechnet werden.

Auswirkung der Klimaänderung auf Lawinen:

Extreme Lawinensituationen entstehen als Folge außerordentlicher Wetterlagen, die oberhalb von rund 1200 m während einiger Tage massive Schneefälle verursachen. Als Folge der Klimaänderung wird in Zukunft eine Erwärmung der mittleren Lufttemperatur sowie eine Zunahme der Winterniederschläge und der Häufigkeit extremer Wettersituationen im Winter erwartet. Bisher existieren nur wenige Studien, die zudem ausschließlich den Einfluss der Temperaturerhöhung auf die kumulative Summe und Zeitpunkt von Ereignissen mit Schneehöhe > 75 cm und 3-Tages-Neuschneesumme > 75 cm Schneedecke und die Lawinenaktivität untersuchen.

Der Einfluss anderer Veränderungen und ihres Zusammenwirkens auf die Schneebedeckung und die Lawinenaktivität ist noch nicht untersucht. Somit sind nur qualitative Abschätzungen möglich:

- a) Die Schneefallgrenze wird als Folge der Erwärmung um einige hundert Meter ansteigen. Der Einfluss der Erwärmung führt isoliert betrachtet zu weniger mächtigen und kürzeren Schneebedeckungen.
- b) Andererseits führt die Zunahme der Winterniederschläge oberhalb der Waldgrenze, d.h. in potentiellen Lawinenanrissgebieten, zu mächtigeren Schneedecken. Passiert die Niederschlagszunahme hauptsächlich während einer außerordentlichen Wetterlage und nicht verteilt über den ganzen Winter, wird das Potential für eine extreme Lawinensituation gegenüber heute vergrößert.
- c) Heute führt im Winter etwa jede dritte außerordentliche Wetterlage auch zu einer extremen Lawinensituation. Mit der Zunahme der Häufigkeit von außerordentlichen

Wetterlagen während der Wintermonate steigt damit auch die Wahrscheinlichkeit, dass in einem Winter eine extreme Lawinensituation auftritt.

- d) In tieferen Lagen kann häufigerer Regen auf eine vorhandene Schneedecke vermehrt Nassschneelawinen verursachen. Solche Situationen treten aber bereits heute im Frühling auf, weshalb das Risiko kaum zunehmen wird.
- e) Generell dürfte mit der Klimaerwärmung das Gleiten der Schneedecke auf dem bewachsenen Boden ausgeprägter werden, was zu vermehrten Gleitschnees Schäden an Vegetation und Boden führen könnte.

Die Auswirkung der Klimaänderung auf Schutzziele (Schutz vor Naturgefahren)

Die Gültigkeit der Schutzziele (Bemessungsereignisse) wird angesichts einer vermuteten Zunahme der Häufigkeit und Intensität katastrophaler Hochwasser- und Lawinenereignisse als Folge der globalen Erwärmung (KROMP-KOLB, 2003; MÜNCHNER RÜCK, 2005) zunehmend hinterfragt und die daran geknüpfte Frage der Restgefährdung (Restrisiko) diskutiert. Klimaschwankungen überlagern jedoch das Problem der mit der Extrapolation von Extremwerten² aus kurzen Beobachtungsreihen verbundenen Unsicherheiten, sodass Vorbehalte gegenüber der Darstellung der Größenordnung von Ereignissen allein auf Basis der Jährlichkeit und darauf aufbauenden Risikoüberlegungen in jedem Falle angemessen sind.³ (PETRASCHEK, 2004)

A.4 Andere Entwicklungen im Zusammenhang mit Naturgefahren

Zunahme des Schadenspotenzials trotz umfangreicher Schutzmaßnahmen

Die zunehmende Konzentration von Gebäuden und Infrastrukturanlagen auch in exponierten Gebieten hat sich in der Vergangenheit nachweislich auf die Schadenkosten ausgewirkt. Zukünftige Veränderungen der Raumnutzung könnten die rein klimatischen Faktoren abschwächen oder verstärken.

Schutzmaßnahmen sichern bis zur Grenze des Bemessungsereignisses den bestehenden Siedlungsraum nachhaltig vor Naturgefahren, ermöglichen jedoch auch eine intensivere Nutzung der zuvor gefährdeten Flächen. Der durch Studien seit 1950 nachgewiesene, starke Anstieg der Gebäudewerte sowie die Zunahme der Zahl der gefährdeten Personen

² Hochwasser 2002 am Kamp: 10.000-jährlich; Hochwasser 2005 im Paznauntal: 5000-jährlich.

³ Die Einbeziehung historischer Berichten oder die Analyse von Spuren im Gelände („Stumme Zeugen“) können zukünftig zu einer besseren Beschreibung von katastrophalen Ereignissen beitragen.

(EBERSTALLER ET AL, 2004; KEILER, 2004) relativieren den Sicherheitsstand nach Verbauung und stellen die Gefahrenzonenplanung und Raumordnung angesichts des steigenden Sicherheitsanspruchs für bestehende Schutzanlagen (Risiko durch Versagensfall oder Überlastfall) vor neue Herausforderungen. Zentrale Bedeutung gewinnt die Frage der Lebensdauer, des altersabhängigen Wirkungsgrades (Zustandsmonitoring) und des effizienten Unterhalts der Maßnahmen. (RUDOLF, 2005)

Sinkende Risikoakzeptanz und steigendes Sicherheitsbedürfnis

Ein von Naturgefahren betroffener Bürger differenziert in der Regel nicht zwischen Gefahr und Risiko und ist daher kaum in der Lage, Risiken aufgrund vorgegebener Kriterien objektiv zu beurteilen. Die sinkende Bereitschaft der Gesellschaft, drohende Gefahren und damit verbundene Risiken zu akzeptieren (PETRASCHEK, 2004), ist unter anderem auf die zunehmenden Ansprüche an die persönliche Sicherheit und die Sicherheit des Eigentums (BIEBER ET AL, 2005) zurückzuführen. 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.

Fortgesetzte Baulandentwicklung in potenziell gefährdeten Zonen

Gefahrenzonenplanung und Flächenwidmung allein haben lediglich eine hinweisende (passive) Wirkung. Die Durchsetzung präventiver Schutzziele, beispielsweise die Entwicklung des Siedlungsraumes weg von drohenden Naturgefahren oder die dauerhafte Freihaltung von natürlichen Überflutungsflächen, wird daher der Schaffung aktiv wirkender Instrumente bedürfen, wie der Ausweisung von Vorbehalts- und Freihalteflächen oder die Verhängung von Nutzungsbeschränkungen, aber auch eine stärkere Berücksichtigung dieser Ziele bei der Zuerkennung von Förderungen (z. B. Wohnbauförderung, Schadensregulierung). (ÖROK, 2005) Außerdem muss die Raumordnung einen stärkeren Ausgleich zwischen den naturräumlichen Gefahrenpotenzialen und den Ansprüchen der menschlichen Raumnutzung schaffen. Schließlich sollte zukünftig nicht nur nach Extremereignissen, sondern auch wenn Schutzmaßnahmen besonders unwirtschaftlich erscheinen, die dauerhafte Aufgabe besonders gefahrenexponierter Siedlungsräume⁴ in Betracht gezogen werden. (BMLFUW, 2004)

⁴ Beispiele: Absiedlungsprojekt im Machland (OÖ) nach dem HW 2002, Verlegung des Weilers Valzur (Tirol) nach der Lawinenkatastrophe 1999 in lawinensicheres Gebiet.

Technischer Hochwasserschutz versus naturnahe Fließgewässerentwicklung

Reduziert man die Diskussion über den technischen Hochwasserschutz auf das Argument, dass dieser zum Verlust natürlicher Retentionsräume⁵ und zur Beschleunigung des Hochwasserabflusses führt, so bleibt jedenfalls unberücksichtigt, dass die Alpenflüsse und Wildbäche ursprünglich den gesamten Talboden (Schwemmkegel) als Abflussgebiet in Anspruch nahmen. Die Kritik steht dann stellvertretend für einen Konflikt zwischen der menschlichen Nutzung des alpinen Raumes und der Bewahrung der „unberührten“ Natur, der längst entschieden ist. Eine Rückbesinnung auf die Schutzwirkung der Fläche könnte jedoch zu einer Harmonisierung ökologischer und schutzwasserbaulicher Ziele führen.

⁵ Fließretentionsflächen, Ausschotterungs- und Umlagerungsflächen, Schwemmkegelflächen.

B. Strategien des Klimaschutzes

B.1 Internationale Strategien

Mit dem von der internationalen Staatengemeinde initiierten Klimaschutzprogramm soll der Ausstoß der Treibhausgase reduziert und die Klimaveränderung gebremst werden.

Um den vom Menschen verursachten Ausstoß von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu stabilisieren wurde beim Umweltgipfel der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro im Juni 1992 das UNFCCC Rahmenübereinkommen über Klimaveränderung (United Nations Framework Convention on Climate Changes) beschlossen. Als wichtigstes kurzfristiges Ziel wurde dabei festgelegt, den Ausstoß der Treibhausgase bis zum Jahr 2000 auf dem Niveau von 1990 zu halten oder wieder darauf zu reduzieren.

Seit 1995 finden jährlich internationale Klimaschutzkonferenzen statt. 1997 kam es bei der dritten internationalen Klimakonferenz in der japanischen Stadt Kyoto zu einem Durchbruch in der weltweiten Klimapolitik. Das bei der Konferenz verabschiedete **Kyoto-Protokoll** ist eine völkerrechtlich verbindliche Vereinbarung, in der sich die unterzeichnenden Staaten zu konkreten Reduktionen ihrer Treibhausgasemissionen von 2008 bis 2012 verpflichten. Insgesamt soll eine Reduzierung um durchschnittlich 5,2 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 erreicht werden.

Ziel des Kyoto-Protokolls ist eine globale Reduktion der Treibhausgase um 5,2 Prozent. Das Kyotoprotokoll umfasst die sechs wichtigsten Treibhausgase: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (N₂O), Hydro-Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆).

Die Ziele sollen durch Maßnahmen in folgenden Bereichen erreicht werden:

- Verbesserung der Energieeffizienz.
- Forschung, Förderung, Entwicklung und vermehrte Nutzung von neuen und erneuerbaren Energieformen und umweltverträglichen Technologien.
- Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftungsmethoden.
- Förderung nachhaltiger landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsformen.
- Verringerung oder schrittweise Abschaffung von steuerlichen Anreizen und Subventionen, die im Widerspruch zum Ziel des Übereinkommens stehen.
- Begrenzung oder Reduktion von Emissionen der Treibhausgase des Verkehrsbereiches.
- Begrenzung oder Reduktion von Methan-Emissionen.

Neben den Maßnahmen im eigenen Land wurde mit den flexiblen Kyoto-Mechanismen auch die Möglichkeit geschaffen, die Ziele über Reduktionsmaßnahmen im Ausland zu erreichen. Der Emissionshandel, Joint Implementations (JI) und die Clean Development Mechanismen (CDM) bilden die Voraussetzungen dafür.

- **Emissionshandel:** Der internationale Handel mit Emissionszertifikaten, die für den Ausstoß von Emissionen erworben werden müssen. Wer seine Emissionen über das vereinbarte Maß reduziert, kann das Guthaben verkaufen.
- **Joint Implementations:** Über die Finanzierung von gemeinsamen Projekten in anderen Industriestaaten können weitere Emissionsreduktionseinheiten erworben werden.
- **Clean Development Mechanismen:** Bei gemeinsamen Projekten von Industriestaaten und Entwicklungsländern werden den Industriestaaten im Falle des Einsatzes nachhaltiger und umweltfreundlicher Technologien Zertifikate gutgeschrieben.

B.2 Nationale Strategien der Klimaschutzes

Die österreichische

Bundesregierung hat gemeinsam mit den Ländern eine **nationale Klimastrategie** (2002) ausgearbeitet. Ihre Umsetzung soll garantieren, dass Österreich seine Treibhausgasemissionen in dem im Kyoto-Klimaschutzprotokoll vereinbarten Umfang reduzieren wird. Österreich muss in den kommenden zehn Jahren seinen Ausstoß an Treibhausgasen um 13 Prozent unter den Wert von 1990 senken. Die Klimastrategie ist ein Paket von emissionsverringern Maßnahmen für die Sektoren Energieerzeugung, Verkehr, Raumwärme, Industrie, Land-, Forst- und Abfallwirtschaft. Ein wesentlicher Beitrag ist die Nutzung und Förderung neuer Technologien, die den Ausstoß von Treibhausgasen reduzieren.

Der **österreichische Kyoto-Fortschrittsbericht** 1990 – 2004 (Umweltbundesamt, 2006) gibt Aufschluss über den Erfolg der bisher durchgeführten Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes und der ersten Ergebnisse der nationalen Klimastrategie:

Im Jahr 2004 waren die Treibhausgasemissionen in Österreich um 1,3 Prozent niedriger als im vorangegangenen Jahr 2003 und um 15,7 Prozent höher als im Basisjahr 1990. Hauptverantwortlich für den Rückgang gegenüber dem Vorjahr waren die Strom- und Wärmeproduktion in kalorischen Kraftwerken und der Heizbedarf im Raumwärmesektor.

Die längerfristige Analyse im Zeitraum 1990–2004 zeigt gegenüber dem letzten Jahr ein unverändertes Bild. Der Verkehr verzeichnet nach wie vor den mit Abstand stärksten (absoluten) Zuwachs, gefolgt von der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion und der Industrie, insbesondere der Eisen- und Stahlerzeugung. Reduktionen wurden hingegen bei den Mülldeponien, in der Landwirtschaft und bei den fluorierten Gasen erzielt.

Auch die Schlussfolgerungen aus dem Vergleich mit den Zielen der Klimastrategie fallen gleich aus wie im Vorjahr. Dabei liegen nach wie vor insbesondere die Emissionen des Verkehrs, der Kleinverbraucher, der Energieaufbringung und der Industrie weit über den für 2010 angepeilten Werten. Insgesamt muss Österreich nunmehr seine Treibhausgasemissionen bis 2010 um jährlich mindestens 2,6 Millionen Tonnen absenken, um seine Verpflichtungen erfüllen zu können. Dies unter der Annahme, dass die Gesamtmenge an erlaubten Emissionen durch Zukauf um sieben Millionen Tonnen erhöht wird, indem von dem JI/CDM-Programm des Kyoto-

Protokolls Gebrauch gemacht wird.

Die Autoren des Berichtes empfehlen in den Sektoren Straßenverkehr, im Raumwärmesektor, in der Strom- und Wärmeproduktion und in der Industrie neben den bereits gesetzten Maßnahmen weitere Maßnahmen zu setzen, die zu einer nachhaltigen Änderung des Trends führen. Es wird weiterhin empfohlen, In Hinblick auf die nahe Verpflichtungsperiode (2008–2012) ist eine jährliche Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen (auch jener, deren Wirksamkeit sich bisher noch nicht abgebildet hat) zu empfehlen, um die Klimastrategie gegebenenfalls rasch und kostengünstig anpassen zu können.

Eine wichtige nationale Umsetzungsstrategie ist das **klima:aktiv Programm**. Die Klimaschutzinitiative klima:aktiv unterstützt und ergänzt die in der österreichischen Klimastrategie vorgesehenen Maßnahmen.

klima:aktiv soll bis 2012 laufen. klima:aktiv wird aus Mitteln des Lebensministeriums in Höhe von mehr als 6 Millionen Euro jährlich umgesetzt. Ziel ist die rasche und breite Markteinführung klimafreundlicher Technologien in den Sektoren Bauen, Mobilität, Unternehmen, Stromsparen und Erneuerbare Energie. Mit langfristig angelegten Beratungs-, Ausbildungs- und Qualitätssicherungsmaßnahmen soll

die Markteinführung klimaschonender Technologien und Dienstleistungen forciert werden. Die Maßnahmen werden in zielgruppen- bzw. themenspezifischen Programmen zusammengefasst.

Die Koordination der klima:aktiv Programme wurde der Österreichischen Energieagentur übertragen.

B.3 Nationale Strategien der Forstwirtschaft

Auf nationaler Ebene befasst sich der **Österreichische Walddialog** mit der Klimaänderungen und der diesbezüglichen Rolle des Waldes und der nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Im Österreichischen Waldprogramm befasst sich ein eigenes Handlungsfeld „Beitrag des österreichischen Waldes zum Klimaschutz“ mit der Problematik. Von über 80 österreichischen Organisationen und Institutionen wurde gemeinsam für dieses Handlungsfeld eine Reihe von Strategien, Zielen und Maßnahmen entwickelt und im Konsens angenommen.

Folgende Ziele wurden vereinbart:

- Verstärkte Nutzung des erneuerbaren Rohstoffes Holz (stoffliche und energetische Nutzung) – bestmögliche Substitution fossiler Stoffe
- Ausweitung der Waldfläche in Regionen mit geringer Waldausstattung soweit ökologisch, ökonomisch und sozial vertretbar unter besonderer Beachtung der Forstlichen Raumplanung
- Verbesserung des Wissensstandes insbesondere der Klimafolgenforschung und Erforschung der möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den österreichischen Wald, auf seine Gesundheit und Wirkungen
- Verstärkte Information, Motivation und Forcierung von Maßnahmen für den aktiven Klimaschutz in allen relevanten Bereichen in Abstimmung mit für Österreich verbindlichen internationalen Vereinbarungen
- Forcierung des Einsatzes und Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten von Holz (langlebige Holzprodukte) und Evaluierung der Möglichkeit der Anrechenbarkeit der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten
- Stabilisierung der Waldökosysteme im Hinblick auf drohende Klimaänderungen durch Stärkung und soweit erforderlich Verbesserung der nachhaltigen Waldbewirtschaftung sowie Entwicklung und Umsetzung geeigneter Adaptionenmaßnahmen

Folgende Maßnahmenbündel sollen umgesetzt werden:

- Entwicklung und Einrichtung eines anerkannten Monitorings
- Forcierte Klimafolgenforschung mit regionaler Aussagekraft und senkenbezogene Bodenforschung
- Entwicklung adäquater Adaptionsstrategien für Waldbestände (szenariobezogene Grundlagenforschung, Entwicklung von Fachgrundlagen, Beratung und Förderungen - insbesondere hinsichtlich Waldbau- und Waldschutzmaßnahmen)
- Emissionsreduktion klimarelevanter Gase in allen Bereichen, insbesondere durch Durchsetzung des Standes der Technik und besondere Beachtung der Umsetzung der österreichischen Klimaschutzstrategie
- Bestmöglicher Ersatz fossiler Brenn- und Rohstoffe durch erneuerbare Rohstoffe (insbesondere Biomasse) mittels relevanter Strategien
- Evaluierung der Möglichkeiten und der Anrechenbarkeit der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten: Ausarbeitung von Anrechnungsregeln im internationalen Kontext

Auch im legislativen Bereich wurde den Entwicklungen der Klimaänderung Rechnung getragen:

Mit der **Forstgesetz-Novelle 2002** wurde der Begriff „**Objektschutzwald**“ als zweite Kategorie des Schutzwaldes neben dem „**Standortschutzwald**“ eingeführt. Es handelt sich gem. § 21 Abs. 2 ForstG um Wälder, die Menschen, menschliche Siedlungen oder Anlagen oder kultivierten Boden insbesondere vor Elementargefahren oder schädigenden Umwelteinflüssen schützen und die eine besondere Behandlung zur Erreichung und Sicherung ihrer Schutzwirkung erfordern. Damit wurde die Standort- und Objektschutz umfassende und derart forstgesetzlich definierte Schutzwirkung auch im Schutzwaldbegriff zum Ausdruck gebracht wurde.

Die Bedeutung der Schutzwirkung des Waldes wird auch durch die **Alpenkonvention, Protokolle „Bergwald“ und „Bodenschutz“**. Dieser ist von den Vertragsparteien eine Vorrangstellung einzuräumen.

Dem öffentlichen Interesse an der Walderhaltung hinsichtlich der Schutzwirkung des Waldes auch in Bezug auf vorhandene (zunehmende) Naturgefahren wird somit ein besonderes Gewicht bei Rodungen im Rahmen der Interessenabwägung zukommen müssen.

Durch die Abänderung der die Wiederbewaldung regelnde Bestimmung des § 13 ForstG, wonach die Wiederbewaldung durch Naturverjüngung erfolgen soll, wird das Verjüngungspotential der forstlichen Holzgewächse genützt, eine größere Biodiversität ermöglicht und können auf dieser Grundlage auch stabilere Bestände entstehen, wodurch dem Klimawandel besser begegnet werden wird können.

Die mit dem Thema des Symposiums im Zusammenhang stehenden weiteren gesetzlichen Bestimmungen, wie Bannlegung, Schutz vor Wildbächen und Lawinen sowie die sonstigen Regelungen bezüglich des Schutzwaldes haben sich bewährt.

Mit dem seit 1. Jänner 2003 geltenden „neuen“ Forstl. Vermehrungsgutgesetz 2002, womit auch Gemeinschaftsrecht (RL. 1999/105/EG) umgesetzt wurde, wurde auch auf die Sicherung der genetischen Vielfalt des forstlichen Vermehrungsgutes bezweckt und diese besonders berücksichtigt.

Es ist daher davon auszugehen, dass das Forstliche VermehrungsgutG eine ausreichende Grundlage zur Versorgung mit genetisch variablem und dem Klimawandel besser begegnendem Vermehrungsgut bietet.

C. Strategien des Schutzes vor Naturgefahren

C.1 Internationale Strategien zum Schutz vor Naturgefahren

Richtlinie des Europäischen Rates und der Kommission über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken:

Das deklarierte Ziel der **EU-Hochwasserrichtlinie** – die Reduktion und das Management hochwasserbezogener Risiken für die Gesundheit der Menschen, die Umwelt, die Infrastruktur und das Eigentum – wird im Bezug auf große hydrologische Einheiten (Einzugsgebiete und Teileinzugsgebiete großer Flüsse) und Hochwasserereignisse mit transnationaler Auswirkung aufgefasst. Der Effekt soll in einer grenzüberschreitenden Koordinierung des Risikomanagements betreffend Hochwasser liegen.

Eine der Kernideen der Richtlinie liegt in der engen Verknüpfung des Schutzes der Wasserressourcen und des Hochwasserschutzes. Konsequenter Weise wird daher eine Vereinigung u.a. des Zeitplans, der Zuständigkeiten, der Berichtswesens und des Datenmanagements mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) angestrebt.

Die Hochwasserrichtlinie legt organisatorische und technische Standards fest, die durch Übernahme in das nationale Recht verbindlich werden sollen.

Die Umsetzung der Richtlinie ist – ähnlich wie bei der WRRL – dreistufig vorgesehen: (1) Zustandserhebung (gebietsbezogene Erhebung des Hochwasserrisikos; (2) Erstellung von Hochwasserrisikoplänen; (3) Erstellung von flussgebietsbezogenen Hochwassermaßnahmenprogrammen.

Die Richtlinie sieht kein eigenes Förderungsinstrumentarium der EU für deren Umsetzung vor, wird aber kohärent zu den Politikfeldern, die für die Budgetperiode 2007 bis 2013 vorgeschlagen wurden, gesehen: Forschungspolitik, Integrationspolitik, ländliche Entwicklungspolitik. Diese Politikfelder sind mit Förderungsprogrammen der EU verknüpft (z.B. 7. Rahmenprogramm).

Die Richtlinie institutionalisiert bereits bestehende Aktivitäten, wie Flussgebietskommissionen, die eine koordinierte, transnationale Planung bezogen auf das gesamte Flussgebiet sicherstellen.

Der Entwurf der Richtlinie wurde vom Ministerrat der EU zu Ende des österreichischen Vorsitzes 2006 beschlossen.

C.2 Nationale Strategien des Schutzes vor Naturgefahren

Allen ist das Hochwasserereignis vom Sommer 2002 mit den katastrophalen Auswirkungen noch in Erinnerung und obwohl österreichweit jährlich etwa zweihundert Millionen Euro in den Schutz vor Naturgefahren investiert werden, zeigen die enormen Schäden an Gebäuden, Betrieben, Infrastruktur und Landwirtschaftsflächen deutlich, dass die bisher getroffenen Schutzmaßnahmen in Zukunft allein nicht ausreichen. Es wird daher verstärkt notwendig sein, sowohl bei der Gefahrenabwehr als auch bei der Vermeidung von Risiken schnell und wirksam Verbesserungen zu erzielen. Bereits unmittelbar nach den Hochwasserereignissen hat daher das Lebensministerium folgende klare Zielsetzungen formuliert, die seither auch verstärkt umgesetzt werden:

- Die Freihaltung und Wiederherstellung der notwendigen Hochwasserabflussräume zählt zu den primären Herausforderungen.
- Eine entscheidende Schadensminderung kann auch durch ein entsprechendes Katastrophenmanagement erzielt werden. Hierzu zählen u. a. flächendeckende

Hochwasserprognosen und Alarmpläne. Diese haben sich an den Flussgebietsgrenzen und nicht an Bezirks- oder Landesgrenzen zu orientieren.

- Wie die Erfahrungen zeigen, ist die Bedeutung von Gefahrenzonenplänen in der Raumplanung und Flächenwidmung zu erhöhen. Gegebenfalls sind Kompetenzen zu ändern, um eine verbesserte Abstimmung zu erreichen.
- Die Hochwasserplanung und das Risikomanagement haben den gesamten potentiellen Abflussraum zu berücksichtigen. Hochwasserschutzmaßnahmen können prinzipiell nur die Gefahr reduzieren, aber keine absolute Sicherheit bieten. Die derzeitigen Schutzkriterien sind zu überdenken und Schutzeinrichtungen unter Berücksichtigung von katastrophalen Ereignissen zu beurteilen.
- Die Möglichkeiten der individuellen Vorsorge sind durch breite Informationskampagnen zu vermitteln und durch begleitende Förderungsmaßnahmen zu unterstützen. Hier ist auch das individuelle Versicherungsprinzip mit einzubeziehen. Konkret erfolgt derzeit die zweite Phase der Aufarbeitung der Hochwasserereignisse vom August 2002, wobei ein fachlich fundierter und entsprechend wissenschaftlich abgesicherter umfassender Analysebericht (von Meteorologie über Hydrologie bis zu Raumordnung und Katastrophenschutz) erstellt wird, der auch die künftigen Strategien und Handlungsschwerpunkte für jedes dieser Teilfelder beinhalten wird.

Darüber hinaus liegt ein "**Aktionsplan Hochwasserschutz – Gewässerentwicklung 2015**" vor. Dieser Aktionsplan wird im Wesentlichen neben den Zielen und Grundsätzen auch das erweiterte mittelfristige Umsetzungsprogramm beinhalten. Darin wird auch eine entsprechende Prioritätenliste (nach Gefährdungs- und Schadenspotentialen) enthalten sein. Mit der Fertigstellung beider genannten Untersuchungen ist noch im Sommer des heurigen Jahres zu rechnen.

Für künftige Strategien im Bereich des Hochwasserschutzes wird auch die Einbeziehung der prognostizierten Klimaentwicklung immer wichtiger. Um die Prognosen über mögliche Auswirkungen der Klimaänderung auf das Hochwassergeschehen zu verbessern ist ein erhöhter Forschungsbedarf, vor allem bei der Regionalisierung globaler Klimamodelle, gegeben.

C.3 Empfehlungen entsprechend der Studie Flood-Risk (2004)

Nach den Hochwasserereignissen vom August 2002 wurde auf Initiative des BMLFUW mit dem interdisziplinären Projekt „FloodRisk“ eine umfangreiche Ursache-Wirkungsanalyse in Gang gesetzt. An den 46 Teilprojekten von „FloodRisk“ waren insgesamt 60 Organisationen (unterschiedliche Verwaltungsbereiche und öffentliche wie auch private Institutionen) beteiligt, die gemeinsam an Problemstellungen und an strategischen Lösungen im Bereich Hochwasserschutz arbeiteten.

FloodRisk umfasste Studien und Projekte sowohl auf der Ebene der Naturprozesse (Niederschlag - Abfluss - Geomorphologie), auf der Maßnahmenebene (Hochwasser und Katastrophenvorsorge und –bewältigung) wie auch sozio-ökonomische Aspekte (Schadensebene). Dabei wurden auch „heiße Eisen“ wie etwa die Ausweisung des Restrisikos, das Risikobewusstsein, private Katastrophenvorsorge und Versicherungsleistungen, die Berücksichtigung des Naturgefahrenrisikos in der Raumplanung bis hin zum Problem der Kompetenzaufsplitterung angesprochen.

Die Ergebnisse von FloodRisk liegen seit Herbst 2004 mit wichtigen Handlungsempfehlungen für alle beteiligten Bereiche vor:

- Grenzen des Schutzes und der Verantwortung aufzeigen
- Gefahrenkenntnis und Gefahrenbewusstsein fördern
- Angepasste Nutzung durch die Raumplanung sicherstellen
- Anreizsysteme zur Eigenvorsorge fördern
- Hochwasserrelevante, negative Entwicklungen erkennen und rechtzeitig gegensteuern
- Abstimmung aller Planungen der öffentlichen Einrichtungen zur
- Vermeidung von Interessenskonflikten
- Notwendige Schutzmaßnahmen ergreifen
- Notfallplanung und Katastrophenschutzmaßnahmen vorbereiten
- Finanzielle Vorsorge, Versicherungen und Schadensregulierung sicherstellen

C.4 Internationales Projekt ClimChAlp (Interreg IIIb) – Strategieentwicklung

Im Rahmen des Programmes der Europäischen Union INTERREG III B "Alpine Space" ist im Jahr 2006 ein transnationales Entwicklungs- und Strategieprojekt „**ClimChAlp - Climate Change, Impacts and Adaption Strategies in the Alpine Space**“ beantragt und seitens der Kommission genehmigt worden, welches sich mit den Konsequenzen des Klimawandels auf den Alpenraum, insbesondere betreffen Naturgefahren und erforderlichen Anpassungsstrategien auseinandersetzt.

Projektsziel:

Aufgrund der Sensibilität des Alpenraums und seiner Ökosysteme sind dramatische Folgen der Klimaänderung zu erwarten. Es werden sowohl ländliche Gebiete im alpinen Raum als auch die urbanen Gebiete an seinen Rändern, ebenso die Vorländer entlang der Flüsse (durch Hochwasser) betroffen sein.

Ziel ist es, die große Lücke, die bezüglich des Wissens über die Zusammenhänge in der Natur, der Wirtschaft und im sozialen Bereich mit dem komplexen Phänomen Klimawandel bestehen, zu schließen. Bisher wurde der Alpenraum nur sektoral betrachtet, eine Untersuchung, die den Alpenraum als Einheit betrachtet, steht im Zusammenhang mit der Klimaänderung noch aus. Im Rahmen des Projektes soll durch eine tief greifende Analyse aller Auswirkungen der Klimaänderung auf den alpinen Raum und die damit verbundenen Effekte Instrumente geschaffen und anwendbar gemacht werden, die eine alpenweit flexible Reaktion auf die Folgen der Klimaänderung ermöglichen.

Das konkrete Ziel des Projektes ist die Entwicklung von transnationalen Strategien und ersten Maßnahmen, mit denen in den Bereichen Raumplanung und Risikovorsorge auf die Folgen des Klimawandels im Alpenraum reagiert werden kann. In diesem Sinne soll das Projekt zu einer nachhaltigen Raumordnung und Raumentwicklung in den Alpen beitragen, die Naturgefahren, Wirtschaft und soziale Aspekte berücksichtigt.

Das Projekt soll schließlich eine strategische Wegleitung für Folgeprojekte zum Klimawandel im nächsten Rahmenprogramm der Europäischen Union bieten.

An dem Projekt wirken 22 Organisationen aus allen Alpenanrainerstaaten mit. ClimChAlp steht unter der Leitung des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Öffentliche Gesundheit und Verbraucherschutz und hat einen finanziellen Gesamtrahmen € 3,333.410,--, wobei 50 % der Kosten von der Europäischen Union getragen werden. Die Projektlaufzeit ist 2006 bis

2008. In Österreich beteiligen sich das BMLFUW, das Umweltbundesamt sowie die Bundesländer Kärnten, Tirol und Niederösterreich. Im Lebensministerium arbeiten die die die Abteilungen IV/5 (Wildbach- und Lawinenverbauung), V/4 (Immissions- und Klimaschutz) und VII/5 (Schutzwasserwirtschaft) zusammen.

C.5 Strategien für die Umsetzung von präventiven Schutzmaßnahmen vor Naturgefahren

In Österreich wird die Daseinsvorsorge im Schutz vor Hochwasser, Wildbächen, Lawinen und Erosion traditionell in hohem Maße durch den Staat, die Länder und Gemeinden im eigenen Wirkungsbereich wahrgenommen. Die starke Zergliederung der Kompetenzen in diesem Bereich (Via Donau, Bundeswasserbauverwaltung, Wildbach- und Lawinenverbauung) stellt eines der wesentlichen Hindernisse auf dem Weg zu einem durchgängigen Naturgefahrenmanagement dar. Auch der 1884 gegründete Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung nimmt gemäß den gesetzlichen Bestimmungen nur einen Teil des Aufgabenspektrums (Gefahrenzonenplanung, Planung- und Durchführung von Schutzmaßnahmen, Sachverständigentätigkeit und Beratung u. a.) wahr.

Ansätze für eine Optimierung der Vorsorgeleistungen zum Schutz vor Naturgefahren finden sich auf vielen Ebenen, ohne dass diese bisher miteinander vollständig vernetzt worden sind. Dazu können einige Beispiele genannt werden:

- Die bisher auf eine konkrete Planung bezogene Analyse und Bewertung des naturräumlichen Gefahrenpotenzials in Einzugsgebieten von Wildbächen und Lawinen hat sich in den letzten Jahren zu einer flächendeckenden Bereitstellung von Informationen und Wissen über Naturgefahren für das gesamten Bundesgebiet verdichtet (Wissensmanagement). Die Wildbach- und Lawinenverbauung hält dafür wichtige Instrumente wie die bereits für einen großen Teil Österreichs verfügbaren Gefahrenzonenpläne, den digitalen Wildbach- und Lawinenkataster, Regionalstudien und talschaftsbezogene Naturraumanalysen (z.B. EGAR – Zillertal/Tirol) bereit.
- Die Schutzmaßnahmen in Einzugsgebieten von Wildbächen- und Lawinen sowie entlang der Flussläufe haben sich im Laufe der Zeit zu integralen Bewirtschaftungskonzepten entwickelt, die permanente technische und forstlich-biologische, neuerdings auch temporäre Maßnahmen mit einschließen. Die Schutzkonzepte umfassen nicht nur aktive Maßnahmen, sondern zielen auch auf eine Steuerung der sonstigen Raumnutzungen im Einzugsgebiet ab (Einzugsgebietsmanagement) sowie die Erhaltung und Schaffung natürlicher

Retentionsräume. Mit der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wird die Betrachtung auf die Ebene größerer hydrologischer Raumeinheiten gehoben (Flussgebietsmanagement).

- Der Gefahrenzonenplan wird u. a. als Grundlage der Raumordnung und des Bauwesens bereitgestellt, hat jedoch ex lege keinen normativen Charakter. Umso größere Bedeutung wird daher – gestützt auf die Erkenntnisse aus dem Hochwasser 2002 – der Umsetzung über die Instrumente der Raumplanung beigemessen. Als Ziel wird eine Entwicklung des Siedlungsraumes weg von drohenden Naturgefahren (präventive Raumordnung) angestrebt.
- Die Bund stellt jährlich ca. 120 Mio. € aus Mitteln des Katastrophenfonds an Förderungen für Schutzmaßnahmen vor Wildbächen und Lawinen und des Hochwasserschutzes zur Verfügung. Durch die enge Verbindung der Gefahrenzonen- und Maßnahmenplanung sowie die Verknüpfung der Bereitstellung dieser Bundesmittel wird eine effiziente und wirtschaftliche Steuerung des Ressourceneinsatzes sichergestellt. (Förderungsmanagement)
- Der Einsatz und die ersten Maßnahmen unmittelbar nach Naturkatastrophen laufen in vielen Fällen unkoordiniert und risikoreich ab. Erst die Implementierung von modernen Instrumenten der Einsatzplanung (Einsatzinformationssysteme), Warnsystemen, abgestimmten Katastrophenplänen und rasch einzurichtenden Organisationsstrukturen (Einsatzleitung, Expertenkommissionen, Einsatzkräfte) haben eine effiziente und koordinierte Bewältigung dieser Krisensituationen ermöglicht (Krisenmanagement).

Umfassendes Naturgefahrenmanagement als Zukunftsvision erfordert die Zusammenführung aller sektoralen Ansätze zur Optimierung der damit verbundenen Aufgabenerfüllung. Langfristige und großräumige Planungen, die laufende Abstimmung des Wirkens aller Akteure und die Harmonisierung der gesetzlichen und organisatorischen Grundlagen werden den Schutz vor Naturgefahren in Österreich schrittweise einem integrierten „Managementsystem“ näher bringen.

Die Entwicklung einer neuen Risikokultur in Österreich integriert allerdings auch das Wissen, dass dem Schutz vor Naturgefahren technische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind.

Im Grunde lässt sich die Natur nicht steuern, managen oder gar optimieren, verbessert werden kann nur der Umgang des Menschen mit der Gefahr. Über die Folgen der

Klimaänderung sind bisher nur wenige Informationen gesichert vorhanden oder bestehen zur Hypothesen über Wirkungsszenarien. Aus diesem Grund können aus heutiger Sicht keine verlässlichen Prognosen über die Häufigkeit und Verteilung von katastrophalen Ereignissen getroffen werden oder Bemessungsgrößen für Schutzbauwerke auf seriöser Basis angepasst werden. Auch ist festzustellen, dass die Auswirkungen anderer zivilisatorischer Entwicklungen auf den Schutz von Naturgefahren ein wesentlich größeres Ausmaß haben dürften als die Auswirkungen der Klimaänderung: Dazu zählt der Verlust natürlicher Retentionsräume an den Flüssen, die Siedlungsentwicklung in potenziell gefährdeten Gebieten, die Erhöhung des Schadenspotenzials in diesen Bereichen durch wirtschaftliches Wachstum und Steigerung des Wohlstandes sowie die zunehmenden Ansprüche an Sicherheit.

Als unmittelbar dem steigenden Risiko durch Naturgefahren entgegenwirkende Umsetzungsstrategien des Lebensministeriums können daher folgende genannt werden:

- Flächendeckende Bereitstellung von Information über Gefahrenzonen und Hochwasserüberflutungsgebiete: Strategie 2010 der WLW, HORA
- Erhöhung der Mittel des Katastrophenfonds für Maßnahmen des vorbeugenden Schutzes vor Naturgefahren (Bundesmittel)
- Neue Richtlinien für die Förderung und Planung von Schutzmaßnahmen: RIWA-T, Technische Richtlinie WLW, Gefahrenzonenplanrichtlinie
- Neue Förderungsinstrumente zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes: Ländliche Entwicklung – Initiative Schutz durch Wald
- Öffentlichkeitsarbeit und Informationsoffensive des Lebensministeriums: Generation Blue, Biber Berti, GZP für Kinder, Objektschutz und Eigenvorsorge
- Systematische Erfassung und Dokumentation aller Naturereignisse katastrophalen Ausmaßes (Ereignisdokumentation)
- Verstärkte Beratung der betroffenen Bevölkerung
- Forschungsförderung für Entwicklung integraler Schutzkonzepte auf nationaler und internationaler Ebene: Pfeil 10, EraNet Crue, Monitor, ChlimChAlp, ISDR
- Ausbau transnationaler Expertennetzwerke: FAO, Alpenkonvention, Interprävent, IUFRO

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Strategien gegen die Auswirkungen der Klimaänderung auf Naturgefahren in zwei Bereichen ansetzen müssen:

- Aktiver Klimaschutz als globale Aufgabe der Staatengemeinschaft
- Nachhaltige Vorsorgestrategien über Staatsgrenzen hinweg und bessere Vorbereitung der Bevölkerung auf die Folgen zukünftiger Katastrophen

Literatur:

BIEBER R., BRÜGGEMANN C., GINGERL M., HÖRLESBERGER M., HUEMER T., KOLRATH G., KOZIOL H., METZELTIN M., PASCHKE F., SEIBT C., TICHY G., VOGL A (2005): Sicherheitsforschung - Begriffsfassung und Vorgangsweise für Österreich; Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

BMLFUW (2004): Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 – Flood Risk: Synthesebericht, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

BMLFUW (2005): Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich; Informationsbroschüre (deutsch – englisch).

IPCC, Climate Change (2001): The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 881 p., 2001.

IPCC, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1032 p., 2001.

IPCC, Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 752 p., 2001.

IPCC, Climate Change 2001: Synthesis Report. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 397 p., 2002.

IPCC, Special Report on Emissions Scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 514 p., 2000.

JAKOB M., HUNGR O. (2005): Debris Flow – A global phenomenon; Debris-flow hazards and related phenomena, S. 1 – 7, Praxis. Springer Berlin Heidelberg.

- EBERSTALLER J., HAIDVOLGL G., SEEBACHER F., PINKA P., GABRIEL H., FRAISS B., KÜBLBÄCK G., KUSEBACH G. (2004): Raumordnung und Hochwasserschutz am Beispiel der Traisen Siedlungsentwicklung und Schadensanalyse; Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2004 – FloodRisk: Synthesebericht; WP Naturgefahren BWV – TP 07, BMLFUW.
- KEILER M. (2005): Development of the damage potential resulting from avalanche risk in the period 1950 – 2000, case study Galtür; Natural Hazards and Earth System Sciences 4; S 249 – 256; European Geosciences Union.
- KIENHOLZ H., KRUMMENACHER B., KIPFER A., PERRET S.. (2004): Aspects of Integral Risk Management in Practice – Considerations with Respect to Maintain Hazards in Switzerland; Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Jg. 56, Heft 3 – 4; S. 43 - 50.
- KRAUS D., HÜBL J. (2004): Wirtschaftlichkeit und Priorisierung von Schutzmaßnahmen vor Wildbächen, Lawinen und Erosion; IAN Report 94, Universität für Bodenkultur, Wien.
- KROMP-KOLB, H. (2003): StartClim – Startprojekt Klimaschutz: Erste Analyse extremer Wetterereignisse und ihrer Auswirkungen in Österreich, Endbericht.
- LEITGEB M., RUDOLF-MIKLAU F. (2004): Risk and disaster Management in Natural Hazards as Floods, Debris Flows, Landslides, Rockfall and Avalanches in Austria; Internationales Symposium INTERPRAEVENT – Rive del Garda, Bd. 4, S. 125 – 134.
- MÜNCHNER RÜCKVERSICHERUNG (2005): Topics GEO – Jahresrückblick Naturkatastrophen 2004; Edition Wissen, München.
- OCCC (BERATENDES ORGAN FÜR FRAGEN DER KLIMAÄNDERUNG) (2003): Extremereignisse und Klimaänderung, Schweiz.
- ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGS KONFERENZ (ÖROK) (2005): Präventiver Umgang mit Naturgefahren in der Raumordnung: Materialienband; ÖROK Schriftenreihe Nr. 168.
- PETRASCHEK A. (2004): Extreme Hochwasser – Wie weit können und müssen wir uns schützen; Internationales Symposium INTERPRAEVENT – Rive del Garda, Bd. 4, S. 147 – 157.
- RUDOLF-MIKLAU F. (2005): Restrisiko – Versuch einer begrifflichen Annäherung aus Sicht der WLW; Vortrag anlässlich der Tagung WLW – Bundeswasserbauverwaltung, Trobolach/Faakersee, Jänner 2005, unveröffentlicht.
- RUDOLF-MIKLAU F., SCHMID F. (2004): Implementation, application and enforcement of hazard zone maps for torrent and avalanche control in Austria; Forstliche Schriftenreihe, Universität für Bodenkultur Wien, Bd. 18, 2004, 91-117; ÖGWEB (Österr Ges f Waldökosystemforschung und experimentelle Baumforschung).
- RUDOLF-MIKLAU F. (2005): Alpine naturgefahren – Sicherheit, schutz und risiko: wo liegen die Grenzen?, Wildbach und Lawinenverbauung, Heft 153.

UBA (2006): Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990 – 2004 (Datenstand 2006),
Umweltbundesamt GmbH, Wien

WAGNER K., SUDA M. (2005): Naturgefahren aus der Perspektive der Bevölkerung – Eine große
Black Box?, Internationales Symposium INTERPRAEVENT – Rive del Garda, Bd. 4, S. 285 - 296

Homepage des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft:

www.lebensministerium.at

Autorin:

DI Maria Patek

Leiterin der Abteilung Wildbach- und Lawinenverbauung

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Marxergasse 2

1030 Wien

Maria.Patek@lebensministerium.at