

DISS. ETH Nr. 17956

**SCHUTZZIELE IM UMGANG MIT
NATURRISIKEN IN DER SCHWEIZ**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

JOSEF TH. HESS

Dipl. Forsting. ETH

geboren am 6. Januar 1961

von Engelberg OW

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Hans-Rudolf Heinemann (Referent)

Prof. Dr. Hansjörg Seiler (Korreferent)

Dr. Kurt Hollenstein (Korreferent)

2008

Für meine Frau Luzia,
unsere Kinder Karin und José

und
meinen Vater Josef Hess, verst. 18. Juli 2008

Wer weiss und weiss, dass er weiss,
der ist weise – folge ihm;
Wer nicht weiss und weiss, dass er nicht weiss,
der ist ein Kind – unterweise ihn;
Wer weiss und weiss nicht, dass er weiss,
der liegt im Schlaf – wecke ihn;
Wer nicht weiss und nicht weiss, dass er nicht weiss,
der ist ein Narr – meide ihn.

Arabisches Sprichwort,
Zit. in Haimés (Haimés, 2004)

Zusammenfassung

Experten sind sich einig, dass absolute Sicherheit im Management von Naturrisiken weder technisch machbar noch wirtschaftlich tragbar ist. Die Frage „Wie sicher ist sicher genug?“ ist von zentraler Bedeutung für das Risikomanagement. Als Antwort auf diese Frage entwickelte die Praxis zahlreiche Schutzzielvorschläge. Schutzziele umschreiben das Mass des tolerierbaren Risikos und die Verteilung des Restrisikos in der Gesellschaft.

Die schweizerische Rechtsordnung enthält keine konkreten Angaben zur Festlegung von Schutzzielen. In der Lehre zum technischen Sicherheitsrecht und zum Umweltrecht sind ein ‚Dreistufenkonzept‘ und der sog. ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ von zentraler Bedeutung. Regel 1 garantiert die elementaren Sicherheitsbedürfnisse des Einzelnen. Regel 2 sieht eine weitere Reduktion kollektiver Risiken nach Massgabe der Verhältnismässigkeit vor.

Schutzziele sind eine Frage der Gerechtigkeit. Massgebend für Schutzziele sind die Bedürfnisse der Risikobetroffenen und das gesellschaftliche Umfeld (Kontext), der Einfluss der Betroffenen auf das Risiko sowie die Effizienz und die Sozial- und Umweltverträglichkeit risikovermindernder Massnahmen.

Nebst einer kritischen Beurteilung der gebräuchlichen Schutzziefestlegungen wird in dieser Arbeit ein Vorschlag für ein schutzzielbasiertes Risiko-Managementkonzept mit umfassender Berücksichtigung dieser Aspekte im regionalen Risikomanagement unterbreitet. Der Test dieses Konzeptes in Fallbeispielen und Gedanken zu Organisation und Verfahren bei der Festlegung von tolerierbaren Risiken runden die Arbeit ab.

Keywords: Schutzziel, Naturgefahr, tolerierbares Risiko, Gerechtigkeit, Fairness, risikobasiertes Recht, öffentliches Risikomanagement

Abstract

There is a wide agreement among experts, that absolute safety in natural risk management is neither technically feasible nor economically affordable. The question “How safe is safe enough?” plays a crucial role in risk management. To answer this question, risk management practitioners elaborated suggestions of protection objectives. Protection objectives express both the level of tolerable risk and the distribution of residual risk among society.

Swiss legal order provides no accurate indications on protection objectives. In theory on environmental and risk law a three step concept and a 'Two-Rules-Approach' are of major importance. Rule #1 guarantees elementary safety needs of any individual, rule #2 foresees further reduction of collective risks according to proportionateness of mitigation measures.

Questions of protection objectives are questions of justice. Social needs, the risk bearers own responsibility and the context of a risk situation are guiding aspects of protection objectives as well as efficiency and social and environmental compatibility of risk mitigation measures.

Commonly suggested protection objectives are analyzed in the light of these aspects and a procedure to implement those aspects in regional risk management is suggested. Case studies and some reflections on organizational and procedural aspects on the definition of tolerable risks complete this research.

Keywords: protection objective, natural hazard, tolerable risk, justice, fairness, risk based regulation, public risk management

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Vielfältige und lückenhafte Schutzziellandschaft	2
1.3	Konzept und Abgrenzung der Arbeit	3
1.4	Zielsetzung und Forschungsfragen	3
1.4.1	Zielsetzung	3
1.4.2	Forschungsfragen	4
1.5	Plan der Arbeit	4
1.5.1	Hypothesen	4
1.5.2	Aufbau der Arbeit	5
1.5.3	Arbeitsschritte	5
2	Schäden, Risiken und Schutzziele in Theorie und Praxis	7
2.1	Übersicht	7
2.2	Der Begriff des Schadens	8
2.2.1	Was ist ein Schaden?	8
2.2.2	Vorgehen zur Bestimmung eines Schadens	10
2.2.3	Schaden im rechtlichen Sinn	10
2.3	Verletzbare Werte und Schäden	12
2.3.1	Arten von verletzbaren Werten	12
2.3.2	Beeinträchtigung verletzbarer Werte als Schaden	12
2.3.3	Allgemeingültigkeit der Schadensbewertung	13
2.3.4	Rechtsgüter und verletzbare Werte	15
2.3.5	Bedeutung von verletzbaren Werten und Rechtsgütern	17
2.4	Integrale Schaden- und Risiko-Indikatoren	20
2.4.1	Indikatoren und Messgrößen	20
2.4.2	Qualität und Eignung von Indikatoren	22
2.4.3	Indikatoren zur vergleichenden Darstellung verletzbarer Werte	23
2.4.4	Monetarisierung von Schäden und Risiken	24
2.4.4.1	Methoden der Monetarisierung	24
2.4.4.2	Menschliches Leben und menschliche Gesundheit	26
2.4.4.3	Ökonomische Werte	27
2.4.4.4	Umwelt	29
2.4.4.5	Lebensqualität	30
2.4.4.6	Gesellschaftliche Strukturen und Aversion	31
2.5	Tolerierbarkeit von Effekten	32
2.5.1	Begriffe	32
2.5.2	Wahrnehmung, Risikoakzeptanz und Tolerierbarkeit	32
2.5.3	Schutzziele im Risikomanagement	35
2.6	Grenzwerte für tolerierbare Risiken	35
2.6.1	Grenzwerte der Verletzbarkeit	35
2.6.2	Grundlagen zu Grenzwerten des tolerierbaren Risikos	38
2.6.2.1	Gesellschaftlich akzeptierte Risiken	38
2.6.2.2	Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung von Risiken	39
2.6.2.3	Berechnungen tolerierbarer Risiken	40
2.6.2.4	Abstufung der Grenzwerte	40
2.6.3	Grenzwerte für tolerierbare individuelle Todesfallrisiken	42

2.6.3.1	Grenzwerte in der Literatur	42
2.6.3.2	Grenzwerte in Schutzzielmatrices	44
2.6.4	Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen	48
2.6.5	Grenzkosten zur Verhinderung weiterer Schäden	50
2.6.6	Akzeptanzlinien in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen	51
2.6.6.1	Lage der Akzeptanzlinien	51
2.6.6.2	Berechnete tolerierbare Risiken in F/N-Diagrammen	51
2.7	Schutzzielkonzepte	55
2.7.1	Entwicklung von Schutzzielkonzepten	55
2.7.2	Grenzwerte für Versagenswahrscheinlichkeiten	56
2.7.3	Risiko-Grenzwerte als Schutzziele	57
2.7.4	Tolerierbare Risiken in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen	59
2.7.5	Grenzkosten als Schutzziele	60
2.7.6	Schutzzielschemen und -matrices im Management von Naturrisiken	62
2.8	Operationale Aspekte bei Schutzzielen	64
2.8.1	Anforderungen an die operationale Eignung von Schutzzielen	64
2.8.2	Lücken bei den Informationsgrundlagen	64
2.8.3	Operationale Eignung von Schutzzieldarstellungen der Praxis	65
2.9	Organisation und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken	66
2.9.1	Politische und organisatorische Rahmenbedingungen	66
2.9.1.1	Rollen und Verantwortlichkeiten im Risikomanagement	66
2.9.1.2	Aufgabenteilung zwischen Bund, Kanton und Gemeinden	68
2.9.1.3	Rahmenbedingungen NFA und effor2	69
2.9.2	Gesellschaftliche Entscheidungsverfahren	71
2.9.2.1	Arten von Entscheidungsverfahren und Entscheidungsebenen	71
2.9.2.2	Charakteristiken gesellschaftlicher Entscheidungsverfahren	71
2.9.2.3	Markt-Hierarchie-Paradigma	72
2.9.3	Ablauf der Planung	73
2.9.4	Beteiligung der Betroffenen in Projekten zur Verminderung von Naturrisiken	74
2.9.4.1	Mitwirkung im formellen Verwaltungshandeln	74
2.9.4.2	Partizipative Projektplanung	74
2.10	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf	77
2.10.1	Erfassung von Schäden und Risiken	77
2.10.2	Tolerierbare Effekte	80
2.10.3	Schutzziele	81
2.10.4	Operabilität	81
2.10.5	Organisation und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken	83
3	Aspekte zur Festlegung der Tolerierbarkeit	85
3.1	Übersicht	85
3.2	Rechtliche Rahmenbedingungen	85
3.2.1	Schutzziele im Recht	85
3.2.2	Rechtsordnung	86
3.2.3	Rechtsprechung	87
3.2.4	Rechtslehre	89
3.2.4.1	Lehre der grundrechtlichen Schutzpflichten	89
3.2.4.2	Schutzziele in der Lehre zum technischen Sicherheitsrecht	90
3.2.4.3	Schutzziele in der Rechtslehre zum Management von Naturrisiken	92

3.2.4.4	Risikobasiertes Recht	93
3.3	Handlungsleitende Prinzipien	94
3.3.1	Gerechtigkeit, Ethik und Schutzziele	94
3.3.2	Prinzipien für die Festlegung von Schutzzielen	96
3.3.2.1	Fünf handlungsleitende Prinzipien	96
3.3.2.2	Das Bedürfnisprinzip	96
3.3.2.3	Das Einflussprinzip	100
3.3.2.4	Das Kontextprinzip	101
3.3.2.5	Das Effizienzprinzip	102
3.3.2.6	Das Prinzip Vernetzung mit Gesellschaft und Umwelt (Retinität)	102
3.3.3	Schutzzielprinzipien in Schutzzielkonzepten der Praxis	103
3.4	Konzeptionelle Synthese	104
3.4.1	Elemente zur Festlegung von Schutzzielen	104
3.4.2	Wesentliche inhaltliche Elemente	105
3.4.3	Wesentliche formelle Elemente	106
3.4.4	Kernelemente eines schutzzielbasierten Risikomanagement-Konzeptes	107
4	Vorschlag eines schutzzielbasierten Managementkonzepts	108
4.1	Übersicht	108
4.2	Neues schutzzielbasiertes regionales Management-Konzept	109
4.2.1	Grundsätze	109
4.2.2	Vorgehen	110
4.2.2.1	Überblick	110
4.2.2.2	Ermittlung des Handlungsbedarfs nach Regel 1	111
4.2.2.3	Priorisierung der Massnahmen nach Regel 2	114
4.2.3	Die Elemente des Prioritäts-Indexes	114
4.2.3.1	Bewertung der Objekte und Risikoverminderungsmassnahmen	114
4.2.3.2	Der Objekt-Index	115
4.2.3.3	Der Massnahmen-Index	117
4.2.3.4	Der Gefährdungsfaktor	120
4.3	Exkurs 1: Vereinfachte Abschätzung des regionalen Handlungsbedarfs	122
4.4	Exkurs 2: Modifikationen der BUWAL-Schutzzielmatrix	123
4.5	Reduktion von untolerierbaren Risiken	124
4.5.1	Regionales Risikomanagement	124
4.5.2	Einzelprojekte	125
4.6	Organisation und Verfahren des Risikomanagements	126
4.6.1	Optimale gesellschaftliche Entscheidungsverfahren	126
4.6.2	Arten der Koordination aufgrund des Markt-Hierarchie-Paradigmas	126
4.6.3	Rollen und Aufgaben im schutzzielbasierten Risikomanagement	127
4.6.4	Einbezug der Betroffenen	129
5	Fallbeispiele	131
5.1	Inhalt und Untersuchungsgebiet	131
5.1.1	Inhalt der Fallbeispiele	131
5.1.2	Beschreibung der Untersuchungsgebiete	131
5.1.2.1	Engelberg	131
5.1.2.2	Sarnersee und Sarneraa	133
5.1.3	Laufende und geplante Projekte zur Verminderung von Naturrisiken	135

5.2	Fallbeispiele 1 – 3: Engelberg	136
5.2.1	Fallbeispiel 1: Test des Management-Konzepts	136
5.2.1.1	Grundlagen	136
5.2.1.2	Vorgehen	136
5.2.1.3	Prioritäten gemäss Managementkonzept	138
5.2.1.4	Diskussion der Resultate	140
5.2.1.5	Vergleich mit dem Masterplan	141
5.2.1.6	Methodische Erkenntnisse	141
5.2.2	Fallbeispiel 2: Vereinfachte Abschätzung des Handlungsbedarfs	143
5.2.2.1	Grundlagen und Vorgehen	143
5.2.2.2	Prioritäten aus vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfes	143
5.2.2.3	Diskussion der Resultate und Vergleich mit dem Masterplan	144
5.2.3	Fallbeispiel 3 Engelberg: Schutzzielmatrices	144
5.2.3.1	Grundlagen und Vorgehen	144
5.2.3.2	Prioritäten gemäss Schutzzielmatrices	145
5.2.3.3	Diskussion der Resultate	146
5.2.3.4	Vergleich mit dem Masterplan	147
5.2.4	Vergleich der Resultate zwischen den Verfahren	148
5.3	Fallbeispiel 4: Hochwasserschutz Sarneraatal	149
5.3.1	Ziel des Fallbeispiels	149
5.3.2	Politische Rahmenbedingungen	149
5.3.3	Variantenevaluation im partizipativen Verfahren	150
5.3.4	Durch Verbände und Verwaltung erwirkter Richtungswechsel	153
5.3.5	Demokratische Entscheidungskontrolle I: Politische Entscheidung	153
5.3.6	Demokratische Entscheidungskontrolle II: Nachspiel zum Variantenentscheid	154
5.3.7	Erkenntnisse aus dem Fallbeispiel	154
6	Diskussion und Folgerungen	155
6.1	Schadensbegriff	155
6.1.1	Problemstellung	155
6.1.2	Forschungsfragen	155
6.1.3	Erkenntnisse	155
6.1.4	Würdigung	155
6.2	Festlegung tolerierbarer Risiken	156
6.2.1	Problemstellung	156
6.2.2	Forschungsfragen	156
6.2.3	Erkenntnisse	156
6.2.4	Würdigung	157
6.3	Managementkonzept	157
6.3.1	Problemstellung	157
6.3.2	Forschungsfragen	158
6.3.3	Erkenntnisse	158
6.3.3.1	Zwei Ebenen, zwei Regeln und fünf Schutzzielprinzipien	158
6.3.3.2	Bestehende Schutzzielkonzepte	158
6.3.3.3	Organisation und Entscheidungsfindung im Risikomanagement	159
6.3.3.4	Fallbeispiele	159
6.3.4	Würdigung	160
6.4	Offene Fragen und weitere Arbeiten	161
6.4.1	Schäden	161
6.4.2	Wirksamkeit von Massnahmen	161

6.4.3	Schutzziel-Prinzipien und Risikomanagement-Konzept	161
6.4.4	Risikomanagement-Strategien in konkreten Gefahrensituationen	162
6.4.5	Organisation	162
6.5	Schlussbemerkung	163
Verzeichnisse		165

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Naturereignisse wie Lawinen, Überschwemmungen, Rutschungen oder Steinschlag sind in der Schweiz verbreitete Phänomene. Sie gehören zur Entwicklung unserer Landschaft, eine Entwicklung, die über Jahrtausende unaufhaltsam naturgesetzlichen Abläufen folgt. Wenn Naturereignisse und menschliche Aktivitäten aufeinander treffen, werden sie für den Menschen zum Risiko und damit zum gesellschaftlichen Thema. Der Umgang mit Naturrisiken beschäftigt die Schweiz daher seit Jahrhunderten.

Bis weit in die 1990er Jahre war der Umgang mit Naturgefahren ereignisgesteuert. Die Verletzlichkeit und -verletzbarkeit nahm in den vergangenen Jahrzehnten stark zu. Zunehmend wurde klar, dass sich mit den verfügbaren Mitteln nicht alle Gefahren beseitigen lassen. Bereits die im Jahr 1993 in Kraft gesetzten Bundesgesetze über den Wald (WaG, SR 921.0) und über den Wasserbau (WBG, SR 721.100) beschränken den Schutz vor Naturgefahren auf Menschen und erhebliche Sachwerte. Die 1997 vom Bundesrat eingesetzte Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT) plädiert in ihrer Strategie für einen Paradigmenwechsel von der Gefahrenabwehr zur Risikokultur (PLANAT, 2002).

Methodisch wurden in der Folge verschiedene Grundlagen für einen risikobasierten Umgang mit Naturgefahren geschaffen. Mit der Arbeit von Hollenstein (Hollenstein, 1997) wurde das im technischen Sicherheitsbereich entwickelte Risikokonzept auf das Management von Naturrisiken übertragen. 1999 publizierte das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, heute BAFU) die an der Professur für forstliches Ingenieurwesen der ETHZ entwickelte Anleitung zur Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren (Borner, 1999).

Es ist allgemein anerkannt, dass sich ein Risiko nie eliminieren lässt, es sei denn, man verzichte auf das mit diesem Risiko verbundene Verhalten. Da riskantes Verhalten meistens auch Nutzen stiftet, ist ein solcher Verzicht nur selten eine wünschenswerte Option. Vielmehr wird versucht, die Risiken zu vermindern, ohne auf die riskante Tätigkeit verzichten zu müssen. Der Risikoverminderung sind aber Grenzen gesetzt: Vor allem verursachen Sicherheitsmassnahmen Kosten, die mit zunehmendem Sicherheitsanspruch meist überproportional steigen. Oft setzt auch die technische Machbarkeit Grenzen oder Schutzmassnahmen verursachen Zielkonflikte mit anderen gesellschaftlichen Interessen, z.B. dem Schutz der Umwelt. Nicht zuletzt stehen Sicherheitsmassnahmen oder risikominderndes Verhalten auch in unliebsamem Widerspruch zur persönlichen Freiheit.

Solange jemand die Folgen des riskanten Verhaltens alleine trägt, ist es dem persönlichen Entscheid überlassen, welche Risiken jemand eingehen will. Allerdings hat auch die Risikobereitschaft einer Einzelperson sehr schnell Auswirkungen auf die Gesellschaft, z.B. Leid für die Angehörigen oder volkswirtschaftliche Kosten durch Verlust von Menschenleben, Heilungskosten oder – von der Allgemeinheit getragene – Wiederherstellungskosten.

Naturereignisse betreffen oft zahlreiche Personen gleichzeitig. Von der Allgemeinheit wird erwartet, dass sie Präventions- oder Schadenminderungsmassnahmen ergreift oder bei der Wiederherstellung nach Schäden hilft. Zur Festlegung wie viel Risiko im Zusammenhang mit einem bestimmten Verhalten tolerierbar ist, ist eine personenübergreifende Festlegung erforderlich. In diesem Sinne vereinbarte tolerierbare Effekte werden als Schutzziel bezeichnet. Die Festlegung von Schutzzielen stellt somit einen wesentlichen, ja unverzichtbaren Bestandteil des Umgangs mit Risiken dar.



Abbildung 1 Das Risiko-Konzept (Darstellung des Departementes Umweltwissenschaften (D-UWIS) der ETHZ nach Hollenstein, 1997).

Methodischer Rahmen ist das Gedankenmodell des Risikokonzeptes (Abbildung 1). Dieses umfasst die Risikoanalyse (Was kann passieren?), die Risikobewertung (Was darf passieren?) und das Risikomanagement (Was können wir tun?). Die Differenz zwischen Risiko (was kann passieren?) und Schutzziel (was darf passieren?) wird als Schutzdefizit bezeichnet. Die Definition dieser Schutzdefizite (Sicherheitslücken) ist eine Kernaufgabe des Risikomanagements und setzt die Festlegung von Schutzzielen voraus.

Die Festlegung von Schutzzielen kann verschiedenen Zwecken dienen:

1. Schaffung allgemeinverbindlicher Regeln über das Mass an Sicherheit, das bei bestimmten gesellschaftlichen Aktivitäten einzuhalten ist. Diese Zielsetzung birgt erhebliches Konfliktpotenzial mit der persönlichen Freiheit.
2. Schaffung von Regeln für die Handlungspflicht der Gemeinwesen im Risikomanagement. Schutzziele werden in diesem Zusammenhang als Abgrenzung des Verantwortungsbereiches der öffentlichen Hand zum Verantwortungsbereich des Risikobetroffenen verstanden.
3. Schaffung von Regeln für die Bemessung risikorelevanter Strukturen. Diese Zielsetzung betrifft vor allem Planer von Einrichtungen, die einem Risiko ausgesetzt oder mit einem Risiko verbunden sind. Hier geben die Regeln vor, welche Einwirkungen bei der Bemessung berücksichtigt werden müssen, damit die geforderten Sorgfaltspflichten eingehalten sind.

Die vorliegende Arbeit fokussiert auf die zweite Zielsetzung. Die Grenze zwischen Verantwortung der Allgemeinheit und der Eigenverantwortung ist im Management von Naturrisiken zentral, da hier die öffentliche Hand eine bedeutende Rolle einnimmt.

1.2 Vielfältige und lückenhafte Schutzziellandschaft

Die Praxis des öffentlichen Risikomanagements kennt verschiedene Schutzzielkonzepte (Basler & Hofmann, 2008). Besonders im Management von Naturrisiken handelt es sich um pragmatische Festlegungen, bei denen kaum ein Bezug zu wissenschaftlichen Grundlagen besteht oder erkennbar ist.

Trotz ihrer pragmatischen Herleitung sind die bekannten Schutzziele Ausdruck eines Grundkonsenses über eine massvolle und gerechte Höhe und Verteilung von tolerierbaren Risiken.

Dieser Grundkonsens wird von breiten Kreisen der Fachwelt und auch der Bevölkerung getragen.

Im regionalen Risikomanagement stehen die Fragen im Zentrum, wie viele Mittel zur Risikominderung bereitzustellen sind und wie in einem bestimmten Gebiet begrenzte Mittel am besten zur Risikominderung eingesetzt werden können. Es gilt also festzustellen, welche Sicherheitsbedürfnisse abgedeckt werden müssen und welcher Aufwand getätigt werden soll, um diese Sicherheitsbedürfnisse abzudecken. Auf Stufe Einzelprojekt geht es nebst der Beurteilung der abzudeckenden Sicherheitsbedürfnisse vor allem um die Evaluation möglichst wirksamer Massnahmenbündel zur Risikoverminderung.

Im praktischen Alltag des Risikomanagements stösst man mit den erwähnten Schutzziele immer wieder an Grenzen. Häufig werden Massnahmen aufgrund isolierter Einzelplanungen, als Reaktion auf Schadenereignisse oder als Folge politischer Vorstösse umgesetzt. Die Budgetbereitstellung orientiert sich an derartigen Gegebenheiten und an Gewohnheiten. Ob die verfügbaren Ressourcen auf diese Weise optimal eingesetzt werden, darf hinterfragt werden. Ebenfalls ist unklar, wie weit die Bedürfnisse der betroffenen Bevölkerung tatsächlich in die Entscheide einfließen.

1.3 Konzept und Abgrenzung der Arbeit

Naturrisiken lassen sich in einer Wirkungskette von Prozess, Einwirkung, Exposition und Effekt beschreiben (Seiler, 1997, Seiler, 2000 und Abbildung 2).

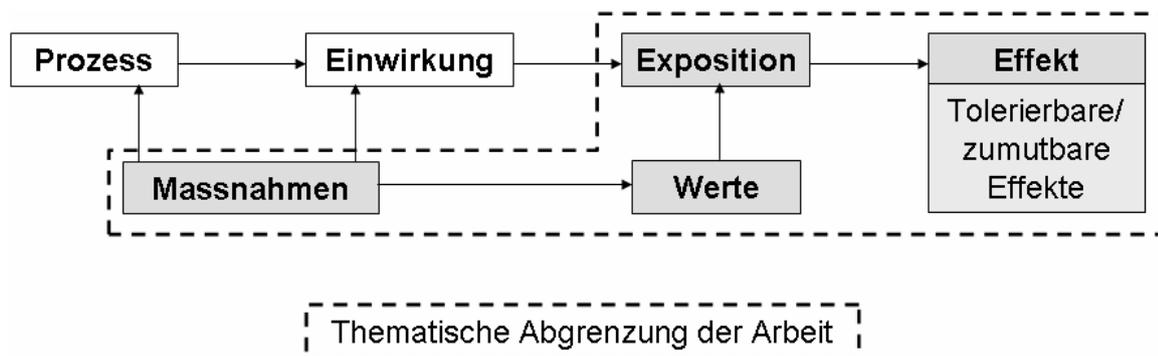


Abbildung 2 Wirkungskette von Naturrisiken (Seiler, 1997; abgeändert).

Prozesse wirken auf die Umwelt. Diese Einwirkungen erzeugen bei entsprechender Exposition Effekte. Die Exposition ist abhängig von den Werten („Assets“), die der Gefahr ausgesetzt sind und deren Verletzlichkeit. Massnahmen können den Prozess oder die Einwirkungen verändern (z.B. technische Verbauungen, Schutzwaldbegründung und -pflege), haben aber auch Einflüsse auf die Werte (z.B. raumplanerische Massnahmen) oder deren Verletzlichkeit (z.B. Objektschutzmassnahmen). Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf Expositionen und Effekte. Ebenso werden Massnahmen in die Überlegungen einbezogen. Nicht Gegenstand der Untersuchungen sind Prozesse und deren Einwirkungen (Abbildung 2).

Naturrisiken stellen lediglich einen Teil des Gesamtrisikos einer Gesellschaft dar. Wenn technische und soziale Risiken in dieser Arbeit weitgehend unbehandelt bleiben, wird ein erheblicher Teil der Risiken für die Gesellschaft ausgeblendet.

1.4 Zielsetzung und Forschungsfragen

1.4.1 Zielsetzung

Angesichts der zentralen Bedeutung von Schutzziele im Risikomanagement und der vielfältigen und lückenhaften Praxis ist es wichtig,

- dass die Schutzziele hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Grundlagen hinterfragt und besser fundiert werden;
- dass Schutzziele sowohl auf regionaler Ebene als auch auf Ebene der Einzelprojekte alle relevanten Aspekte in der Bemessung der tolerierbaren Risiken abdecken;
- dass Schutzziele so formuliert sind, dass sie zu Lösungen führen, die die gesellschaftlichen Bedürfnisse optimal abdecken.

Das Dokument ‚Vision und Strategie – Sicherheit vor Naturgefahren‘ (PLANAT, 2002) fordert eine Reihe von Massnahmen zur künftigen Verbesserung der Sicherheit vor Naturgefahren. Eine Massnahme ist die Festlegung klarer und einheitlicher Schutzziele.

Für diese Forschungsarbeit werden daher folgende Ziele gesetzt:

1. Herleitung der relevanten Grundlagen zur Festlegung und Anwendung von Schutzziele;
2. Darstellung und Prüfung bekannter Schutzzielkonzepte hinsichtlich inhaltlicher und operationeller Eignung;
3. Entwicklung eines schutzzielbasierten Managementkonzeptes zum Umgang mit Naturrisiken;
4. Erörterung von Fragen der Organisation und Entscheidungsfindung, soweit diese für Schutzziele und Risikomanagement grosse Bedeutung haben.

1.4.2 Forschungsfragen

Folgende Fragen werden im Rahmen dieser Untersuchung angegangen:

1. Welches sind geeignete Indikatoren und Messgrössen für eine mehrdimensionale Metrik für Schäden und Schutzziele?
2. Wie und unter welchen Umständen eignen sich die bekannten Schutzzielumschreibungen für das Management von natürlichen Risiken?
3. Welche Prinzipien sind leitend für die Festlegung von Schutzziele?
4. Wie lässt sich ein Schutzzielkonzept für das Management von Naturrisiken formulieren, das
 - die leitenden Prinzipien berücksichtigt;
 - im Vergleich mit anderen Risikobereichen angemessene Sicherheitsstandards definiert;
 - im Einklang mit der schweizerischen Rechtsordnung und Rechtspraxis steht;
 - hohe Anforderungen an Operabilität und Praxistauglichkeit erfüllt;
 - eine genügende demokratische Legitimation und Mitwirkung der Betroffenen ermöglicht und
 - zu einem auf die individuellen und gesellschaftlichen Bedürfnisse ausgerichteten, effizienten Handeln führt?

1.5 Plan der Arbeit

1.5.1 Hypothesen

Folgende Hypothesen werden für die Arbeit formuliert:

1. Es lässt sich ein umfassender Schadensbegriff als Grundlage für die Beschreibung von Risiken und Schutzziele formulieren.
2. Aus der Gerechtigkeitstheorie und Ethik ergeben sich umfassende Prinzipien zur Formulierung von Schutzziele, die sich in Rechtsordnung, Rechtslehre und Recht-

sprechung widerspiegeln und für schweizerische Verhältnisse präzisieren und umsetzen lassen.

3. Es kann ein risikobasiertes Managementkonzept mit den folgenden Elementen und Eigenschaften entwickelt werden:
 - (1) umfassender Schadensbegriff;
 - (2) Schutzziele auf Basis gerechtigkeits-theoretischer und ethischer Prinzipien;
 - (3) Übereinstimmung mit der schweizerischen Rechtsordnung, Rechtslehre und Rechtspraxis;
 - (4) Aufbau auf herkömmlichen Instrumenten der Gefahren- und Risikobeurteilung, namentlich Gefahren- und Schadenpotenzialkarten;
 - (5) Einbezug aller massgeblich Betroffenen.
4. Von der Praxis entwickelte und angewendete Schutzzielkonzepte eignen sich – allenfalls mit Anpassungen – zur Anwendung im Management von Naturrisiken auf regionaler Ebene und in Einzelprojekten.

1.5.2 Aufbau der Arbeit

Der fachliche Zugang zur Schutzzielthematik erfordert zuerst eine Beschäftigung mit dem Begriff des Schadens, den verletzba-ren Werten sowie geeigneten Indikatoren und deren Metrik. Aus der Literatur werden Angaben zur Tolerierbarkeit von Effekten zusammengetragen. In der Praxis verbreitete Entwicklungen und Darstellungen von tolerierbaren technischen und natürlichen Risiken werden beschrieben und diskutiert. Ebenso werden operationelle Fragen der Anwendung von Schutzzielen angesprochen (Kapitel 2).

Im Rahmen grundlegender Überlegungen zu Schutzzielen werden anschliessend die rechtlichen Rahmenbedingungen anhand von Rechtsordnung, Rechtslehre und Rechtsprechung analysiert (Kapitel 3). Ein zentrales Element stellt die Herleitung handlungsleitender Prinzipien aus der gerechtigkeits-theoretischen Literatur dar.

In einem nächsten Schritt wird ein schutzzielbasiertes Managementkonzept zur Erkennung und Verminderung un-tolerierbarer Risiken entworfen. Es dient auch einer breit abgestützten Priorisierung von Risikoverminderungsmassnahmen (Kapitel 4).

Das Managementkonzept wird an Praxisbeispielen verifiziert (Kapitel 5) und abschliessend zusammen mit den weiteren Erkenntnissen der Arbeit diskutiert (Kapitel 6).

1.5.3 Arbeitsschritte

Die Untersuchung wird in folgende Schritte gegliedert (Abbildung 3):

1. Erfassung verletzbarer Werte aus der Literatur und Rechtsordnung (Kapitel 2.3);
2. Erfassung und Beurteilung von Schadenindikatoren in der Literatur und Praxis (Kapitel 2.4);
3. Erfassung tolerierbarer Effekte aus Literatur und Praxis (Kapitel 2.5);
4. Ermittlung von Grenzwerten tolerierbarer Risiken aus der Literatur und eigenen Berechnungen (Kapitel 2.6);
5. Darstellung von Schutzzielkonzepten aus der Literatur und Praxis (Kapitel 2.7);
6. Evaluation von Operabilitätskriterien und Beurteilung bekannter Schutzziele hinsichtlich Operabilität (Kapitel 2.8);

7. Darstellung von Organisationsformen und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken anhand der Literatur und Praxis (Kapitel 2.9);
8. Analyse der Rechtsordnung, der Rechtslehre sowie der Rechtsprechung (Leiterteile des Bundesgerichts und ausgewählter kantonaler Gerichte) hinsichtlich Angaben zu Sicherheitsanforderungen und Herleitung von Konsequenzen für die Schutzziele (Kapitel 3.2);
9. Erfassung handlungsleitender Prinzipien für die Festlegung von Schutzziele aus der Literatur zur Gerechtigkeitstheorie und Ethik sowie Abschätzung der Bedeutung der leitenden Prinzipien bei bestehenden Schutzzielsystemen (Kapitel 3.3);
10. Vorschlag eines schutzzielbasierten Managementkonzeptes zur Identifikation von Schutzdefiziten und zur Festlegung und Priorisierung des Handlungsbedarfs, einschliesslich grundsätzlicher Überlegungen zur Rolle der wichtigsten Beteiligten und Verfahrensfragen (Kapitel 4);
11. Verifizierung und Test des Managementkonzeptes an Fallbeispielen im Kanton Obwalden (OW) (Kapitel 5);
12. Diskussion der Ergebnisse (Kapitel 6).

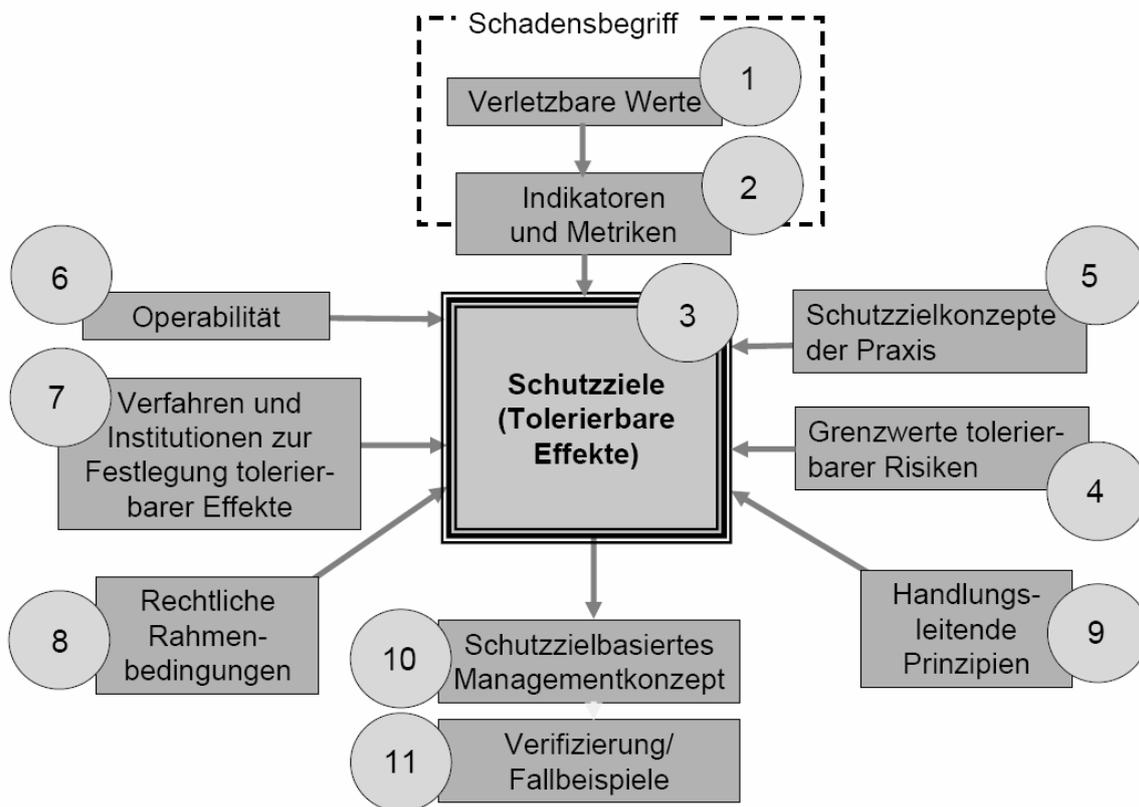


Abbildung 3 Aufbau der Forschungsarbeit, Nummerierung der Arbeitsschritte.

2 Schäden, Risiken und Schutzziele in Theorie und Praxis

2.1 Übersicht

Kapitel 2 fasst den Stand des Wissens zum Schadensbegriff (Kapitel 2.2), den verletzbaren Werten (Kapitel 2.3), den Indikatoren zur Darstellung des Schadens (Kapitel 2.4) sowie den Grenzwerten der Verletzbarkeit und des Risikos (Kapitel 2.5 und 2.6) zusammen. Die in der Praxis verbreiteten Schutzzieldarstellungen werden in einer Übersicht präsentiert (Kapitel 2.7). Aspekte der Operabilität von Schutzzielen werden aufgezeigt und diskutiert (Kapitel 2.8). Abschliessend werden die Wissensgrundlagen über Verfahren zur Festlegung von Schutzzielen dargestellt (Kapitel 2.9).

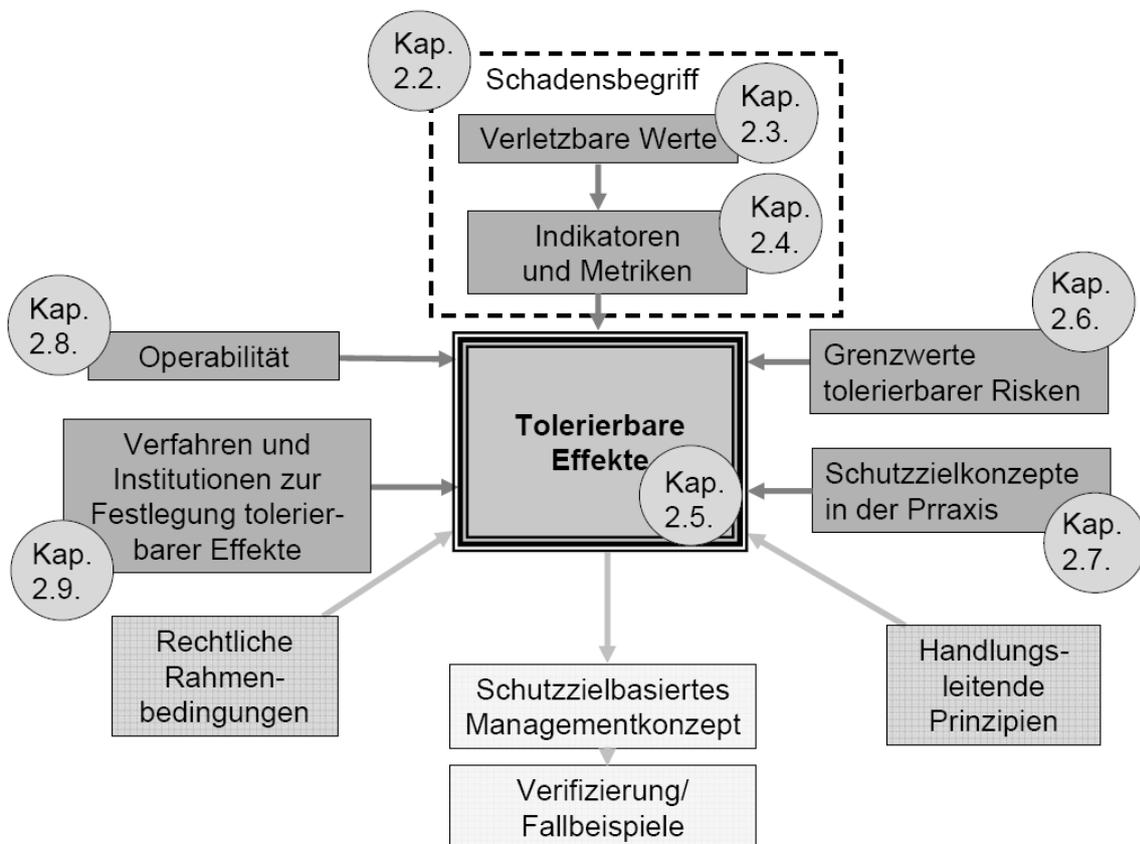


Abbildung 4 Kapitel 2 in der Übersicht.

Risiko- und Schutzzielfragen stellten sich zuerst im Bereich der technischen Wissenschaften. Aus diesen Disziplinen stammen die ersten Ansätze zur Ermittlung von Risiken sowie Angaben zu deren Tolerierbarkeit. Die – meist als Expertenmeinung definierten – Schutzziele haben ihre Wurzeln in sozialempirischer Forschung. Den Angaben liegen Erhebungen über Risiken, die von der Gesellschaft mehr oder weniger freiwillig und unwidersprochen hingenommen werden, zu Grunde. Ferner sind ökonomische und rechtliche Fragen für die Festlegung von Schutzzielen von Bedeutung. In ökonomischer Hinsicht interessieren ein optimales Risikomanagement mit beschränkten Mitteln, Versicherungsaspekte und die Zahlungsbereitschaft zur Risikoverminderung. Aus rechtlicher Sicht steht der Schutz bedeutender Rechtsgüter im Zentrum, aber auch bei Haftungsfragen ist die Tolerierbarkeit von Risiken zentral.

2.2 Der Begriff des Schadens

2.2.1 Was ist ein Schaden?

Die im Risikomanagement häufig verwendete Formel

$$\text{Risiko} = \text{Wahrscheinlichkeit} * \text{Auswirkungen} [1]$$

enthält nebst der Wahrscheinlichkeit die Auswirkungen als Faktor (Kaplan, 1981). Die für das Risikomanagement im Sinne dieser Arbeit massgebenden Auswirkungen bestehen in der Verletzung von Werten oder von Rechtsgütern und werden als Schäden bezeichnet. Schutzziele beschreiben tolerierbare Risiken und werden daher mit den gleichen Faktoren dargestellt wie das Risiko selber.

Der Begriff des Schadens bedarf einer vertieften Erläuterung. Die Literatur zeigt verschiedene Probleme des Schadensbegriffes auf (hiezue Berg et al., 1994; Greiving, 2002). Schaden im allgemeinen Sinn lässt sich als Zerstörung, Minderung und Beeinträchtigung von konkreten oder abstrakten Werten definieren (Greiving, 2002). Eine sehr detaillierte, über 150 Arten von Schäden umfassende Auflistung wurde im Rahmen des Polyprojektes ‚Risiko und Sicherheit‘ erarbeitet (Berg et al., 1994; Seiler, 2002).

Was als Schaden oder Nutzen aufgefasst wird, hängt aber auch von Wertvorstellungen ab. Da Wertungen subjektiv sind, ist auch der Schadensbegriff subjektiv (Seiler, 1997). Was für eine Person einen Verlust darstellt, bedeutet unter Umständen für jemand anderes einen Gewinn. Somit steht grundsätzlich nie ein allgemeingültiger Schadensbegriff zur Verfügung und damit auch kein allgemein gültiger Begriff des Risikos, der eine ‚objektive‘ Risikoanalyse ermöglichen würde (Berg et al., 1994). Es ist somit eine Frage der Festlegung, was als Schaden zu betrachten ist. Diese Festlegung des Schadensbegriffes ist nicht zuletzt auch eine ‚Machtfrage‘ (Berg, 1994; Greiving, 2002). Nur wer über die Macht verfügt festzulegen, was ein Schaden sei, kann den Schadensbegriff beeinflussen.

Oft fehlt das Instrumentarium zur Erfassung der Schäden oder es wird – trotz vorhandenen Methoden – bewusst auf den häufig erheblichen Aufwand einer Schadenserhebung verzichtet.

Aus den erwähnten und aus praktischen Gründen werden die als Schäden berücksichtigten Auswirkungen stets nur einen Teil der gesamten Auswirkungen umfassen. Dieser Teil stellt die Schnittmenge der negativ bewerteten und zugleich methodisch erfassbaren Auswirkungen dar (Berg et al., 1994) (Abbildung 5).

Gesamte Auswirkungen

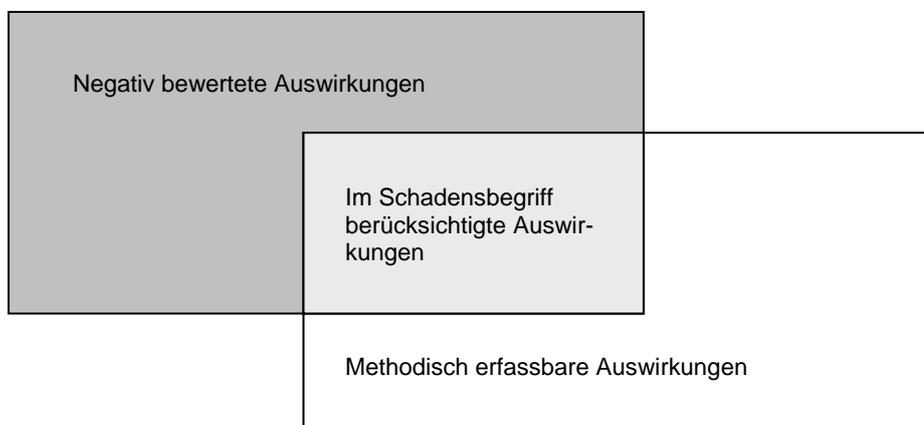


Abbildung 5 Auswirkungen eines Ereignisses und Schadensbegriff (nach Berg et al., 1994). Der operationelle Schadensbegriff bedingt Wissen i) über die methodische Erfassbarkeit und ii) über die negative Bewertung der Auswirkung.

Risikobeschreibungen beschränken sich in der Praxis oft auf Schäden, die einfach zu quantifizieren sind (Tabelle 1). Wesentliche Aspekte des Risikos bleiben damit unberücksichtigt, was mitunter zu irreführenden Resultaten führt (Seiler, 2002).

Tabelle 1 Schäden mit häufiger Erwähnung in Berichten über Schäden oder Risiken.

Kategorie	Indikator	Quelle						
		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Schäden an Leib und Leben	Todesfälle (evt. verlorene Lebensjahre)	X	X	X	X	X	X	X
	Verletzte	X	X	X	X			X
	Evakuierte (evt. Dauer * Anzahl Evakuierte)	X	X	X	X			
Sachschäden	Schäden an Gebäuden	X	X			X	X	X
	Verlust von Sachwerten	X	X	X	X	X	X	X
	Tote/verletzte Nutztiere	X	X	X	X			X
	Beeinträchtigung Infrastruktur (Wiederherstellungskosten)	X	X			X	X	X
	Betriebsunterbrüche (z.B. Tage * Wertschöpfung)	X				X	X	
Umweltschäden	Geschädigte Lebensgrundlagen	X		X	X			X
	Beeinträchtigung Produktionsflächen	X	X		X		X	X

Legende zu den Quellen

- [1] Berg, M. et al. (1994)
- [2] BUWAL (1999). StorMe (Ereigniskataster)
- [3] Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2003). KATARISK
- [4] BUWAL (1991). Handbuch I zur Störfallverordnung
- [5] Röthlisberger, G. (1998)
- [6] SLF (2000). Der Lawinenwinter 1999; WSL und BUWAL (2001). Lothar. Der Orkan 1999
- [7] PLANAT (2004b). Strategie Naturgefahren Schweiz - Synthesebericht

Sämtliche in Tabelle 1 erwähnten Berichte nennen Todesopfer und Verluste von Sachwerten als Schäden. Schäden an Gebäuden, an Produktionsflächen und an Nutztieren werden dabei als Unterkategorien der Sachschäden explizit ausgewiesen. Kaum erwähnt werden dagegen Schäden an gesellschaftlichen Institutionen, ökologische Schäden oder die Beeinträchtigung der Lebensqualität.

Als wichtigste Konsequenz für Risikoanalyse und Risikomanagement ergibt sich aus dem Gesagten, dass der im Einzelfall angewandte Schadensbegriff immer offen zu legen und dessen Verlässlichkeit und Aussagekraft abzuschätzen ist (Berg, 1994).

2.2.2 Vorgehen zur Bestimmung eines Schadens

Unabdingbar für jede Schadensbestimmung ist die Abgrenzung des Systems in räumlicher, zeitlicher und sachlicher Hinsicht. Für jede Situation ist zu prüfen, (i) welche Schäden man berücksichtigt, (ii) für wen die Folgen eines Ereignisses negativ bewertet werden und (iii) wie weit die Folgen eines Ereignisses dem Ereignis noch zugeordnet werden können oder ihrerseits als Ereignis zu betrachten sind. Gerade die letzte Frage ist in der Praxis nicht immer einfach zu beantworten. Bei der Erfassung indirekter Schäden stellen sich besondere methodische Probleme. Hilfreich könnte hierbei der Begriff des adäquaten Kausalzusammenhangs aus der Rechtslehre sein: Folgen, die einem Ereignis nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge und der allgemeinen Lebenserfahrung zugeordnet werden können, wären demnach als Schaden eines bestimmten Ereignisses zu betrachten. Die Einführung eines Aversionsfaktors bei Grossschäden wird von einem Teil der Lehre und Praxis als pragmatischer Ansatz zur Berücksichtigung (indirekter) Folgeschäden begründet.

Nach erfolgter Systemabgrenzung können die Auswirkungen bewertet werden hinsichtlich (Berg et al., 1994) (Abbildung 6):

- Art der Auswirkungen (positiv/negativ);
- Relevanz (Vernachlässigbarkeit);
- Methodischer Erfassbarkeit (Vorliegen geeigneter Indikatoren).

Die Art der Auswirkungen eines Ereignisses und deren Relevanz können für jeden Betroffenen unterschiedlich beurteilt werden. Die Art der Auswirkungen hängt – wie erwähnt – von der Interessenlage und der Bewertung durch die betroffene Person ab. Hinsichtlich der Relevanz ist die subjektive Betroffenheit entscheidend: Die objektiv gleiche Auswirkung kann für eine Person verkraftbar sein, für andere jedoch eine existenzielle Bedrohung darstellen.

Die methodische Erfassbarkeit eines Schadens stellt eine wichtige Voraussetzung für die Operationalisierung des Schadens- und des Risikobegriffes dar.

2.2.3 Schaden im rechtlichen Sinn

Als Schaden im rechtlichen Sinn gilt die Verletzung, also eine materielle oder ideelle Verschlechterung eines Rechtsgutes, die durch ein schädigendes Ereignis entsteht. Rechtsgutverletzungen sind (Seiler, 1997):

- die Verletzung subjektiver Rechte;
- die Verletzung objektivrechtlich geschützter Güter.

Von einer Rechtsgutverletzung ist dann die Rede, wenn eine erhebliche Beeinträchtigung eines Schutzgutes der öffentlichen Sicherheit und Ordnung gegeben ist (Reinhard, 1993). Der Schaden ist von minderen Beeinträchtigungen wie der Belästigung oder der Geschmacklosigkeit zu unterscheiden. Letztere stellen keinen Schaden dar und dürfen demzufolge auch nicht rechtlich oder polizeilich verhindert oder unterbunden werden.

Die Abgrenzung zwischen erheblicher und milderer Beeinträchtigung ist nicht immer einfach und orientiert sich nach der Betroffenheit der beeinträchtigten Person. Zu berücksichtigen sind Ort, Zeit und konkrete Umstände (z.B. unterschiedliche Beurteilung bestimmter Geräusche tagsüber oder nachts). Somit ergibt sich also auch beim rechtlichen Schadensbegriff keine intersubjektiv verbindliche Festlegung, was unter Schaden zu verstehen ist. Jedoch sind die Rechtsgüter mit ihrer Verankerung in der Rechtsordnung, die für alle ihr Unterworfenen gilt, allgemeinverbindlich festgelegt.

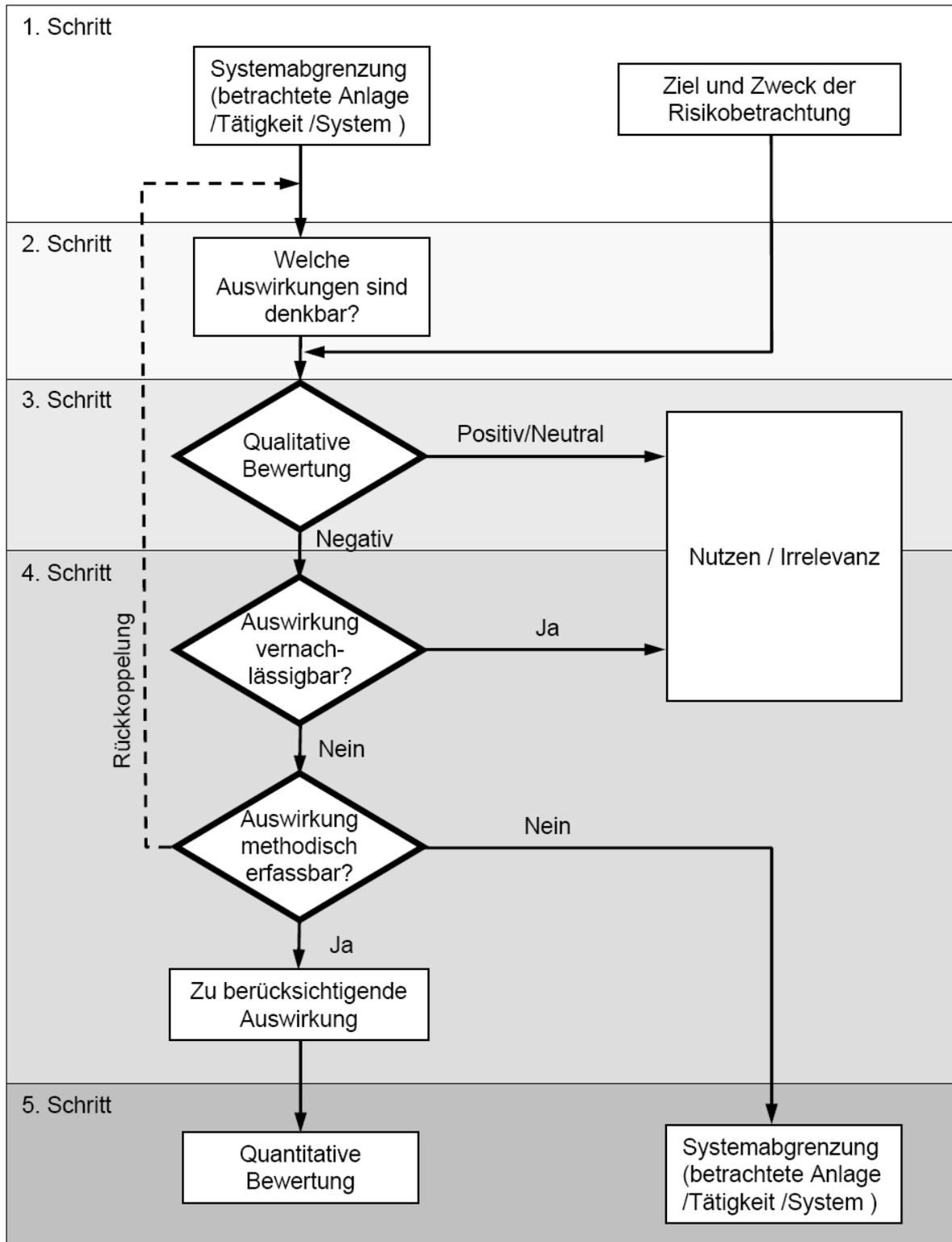


Abbildung 6 Methode zur Abschätzung eines Schadens (Berg, 1994). Entscheidend ist die qualitative Bewertung als negative und relevante Auswirkung, die Relevanz der Auswirkung sowie die methodische Erfassbarkeit.

2.3 Verletzbare Werte und Schäden

2.3.1 Arten von verletzbaren Werten

In der Gesellschaft besteht eine grosse Zahl verletzbarer Werte, die in die Kategorien

- Mensch und menschliche Gesundheit;
- Sachgüter;
- gesellschaftliche Strukturen;
- ökologische Werte;
- und Lebensqualität

zusammengefasst werden können (Berg et al., 1994 und Tabelle 2, erste Spalte).

Für das Management von Naturrisiken sind vor allem die Werte Mensch und menschliche Gesundheit sowie die ökonomischen Werte (Sachgüter) bedeutend. Den Naturwerten kommt ebenfalls hohe Bedeutung zu, soweit diese dem Menschen als Lebensgrundlage dienen. Ansonsten wird ihre Bedeutung für das Risikomanagement gering erachtet, da die bei Naturereignissen ablaufenden Prozesse zur natürlichen Dynamik von Lebensräumen gehören und aus Sicht der Natur kein Problem darstellen oder sogar erwünscht sind. Von untergeordneter Bedeutung im Management von Naturrisiken erscheinen auch die gesellschaftlichen Institutionen, da eine relevante Beeinträchtigung durch Naturereignisse, wie sie in der Schweiz zu erwarten sind, als eher unwahrscheinlich erachtet wird.

2.3.2 Beeinträchtigung verletzbarer Werte als Schaden

Mit dem in Kapitel 2.2.2 und Abbildung 6 dargestellten Verfahren wurde versucht abzuschätzen, inwieweit Beeinträchtigungen verletzbarer Werte als Schäden zu betrachten sind. Dabei wurde für eine Reihe verletzbarer Werte geprüft, ob eine Beeinträchtigung als negativ, relevant und methodisch erfassbar und somit als Schaden beurteilt werden kann (Tabelle 2). Diese Einschätzung zeigt, dass eine Beeinträchtigung verletzbarer Werte nur in einem Teil der Fälle klar als Schaden eingeordnet werden kann, nämlich:

- ‚menschliches Leben‘ und ‚körperliche Integrität‘;
- die meisten Arten der ‚Sachgüter‘;
- ‚öffentliche Infrastruktur‘;
- ‚Tiere‘, ‚Pflanzen‘, ‚Gewässer‘ und ‚Boden‘, soweit es sich dabei um Lebensgrundlagen des Menschen handelt;
- sowie ‚Kulturdenkmäler‘.

Tabelle 2 Beeinträchtigung verletzbarer Werte als Schäden. Nur bei einem Teil der verletzbaren Werte können Beeinträchtigungen klar als Schaden bewertet werden.

Verletzbarer Wert	Generelle Bewertung einer Beeinträchtigung (durch Naturereignisse) als Schaden + = „erfüllt“; - = „nicht erfüllt“		
	Negative Auswirkungen	Relevanz	Methodische Erfassbarkeit
<i>Mensch und menschliche Gesundheit</i>			
- menschliches Leben	+	+	+
- körperliche Integrität	+	+	+
- psychische Integrität	+	+	+/-
<i>Sachgüter (ökonomische Werte)</i>			
- Gebäude	+	+	+
- Wohnraum	+	+	+
- Sachwerte, Vermögen	+	+	+
- Infrastruktur	+	+	+
- wirtschaftliche Tätigkeit	+	+	+/-
- Konkurrenzfähigkeit, Image	+	+	+/-
- Nutztiere, Nutzpflanzen	+	+	+
<i>gesellschaftliche Strukturen</i>			
- soziale Strukturen	+	-	-
- formelle Institutionen	+	-	+
- öffentliche Infrastruktur	+	+	+
- Rechtsordnung	+	-	+/-
- subjektive Rechte	+	+	+/-
- Freiheit	+	-	-
- Demokratie	+	-	-
- öffentliche Ordnung	+	+	-
<i>Naturwerte</i>			
- Tiere, Tierarten	+	+	+
- Pflanzen, Pflanzenarten	+	+	+
- Biotope, Lebensräume	-	-	+
- Grund- und Oberflächenwasser	+	+	+
- Luft	-	-	+
- Boden	+	+	+
- Gene	-	-	+
<i>Lebensqualität</i>			
- psychisches Wohlbefinden	+	+	-
- Freiheit	+	+	-
- ethische Werte	+	+	-
- Erholungsgebiete	+	+	+/-
- Landschaft	+	+	+/-
- Kulturdenkmäler	+	+	+
- Ruhe	+	-	+

2.3.3 Allgemeingültigkeit der Schadensbewertung

In Kapitel 2.2.1 wurde auf die Subjektivität der Wertungen und damit auf die Subjektivität des Schadens hingewiesen. Diese Subjektivität besteht vermutlich nicht für alle Arten von Schäden in gleichem Masse. Für eine Auswahl von Beeinträchtigungen verletzbarer Werte wurde die Abschätzung versucht, inwieweit eine allgemeingültige Bewertung der Wirkung besteht (Tabelle 3).

Tabelle 3 Beurteilung der Allgemeingültigkeit verschiedener Arten von Schäden.

<i>Art der Beeinträchtigung verletzbarer Werte</i>	<i>Allgemeingültigkeit der Auswirkung 'Schaden/Nutzen'</i>	<i>Allgemeingültigkeit der Relevanz</i>
	+ = „gross“; - = „gering“	
<i>Verlust Menschenleben (Todesfälle)</i>	+	+
<i>Schwere, dauernde Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit</i>	+	+
<i>leichte Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit (Verletzungen)</i>	+	+
<i>Ökonomische Verluste</i>	-	+/-
<i>Schäden an gesellschaftlichen Institutionen</i>	+	-
<i>Beeinträchtigung natürlicher Lebensgrundlagen</i>	+	+
<i>Ökologische Schäden irreversibel</i>	+	+
<i>Ökologische Schäden reversibel</i>	+	-
<i>Beeinträchtigung Lebensqualität</i>	+	+

Durch Naturereignisse bewirkte Todesfälle, Gesundheitsschäden, Schäden an Institutionen, Umwelt und an der Lebensqualität werden (wohl) von allen Betroffenen als negativ, also als Schaden empfunden.

Hinsichtlich ökonomischer Schäden ist dies nicht für alle Betroffenen der Fall. Wie bereits erwähnt, können einzelne Betroffene in der Folge eines Ereignisses durchaus Nutzen generieren mit der Wiederherstellung oder dem Ersatz beschädigter Güter oder aber mit der Bereitstellung von Massnahmen zur Vermeidung künftiger Schäden. Ökonomischer Nutzen entsteht auch in anderen Gebieten, wenn sich wirtschaftliche Aktivitäten aus von Schäden betroffenen Gebieten dorthin verlagern.

Die Beurteilung der Relevanz von Beeinträchtigungen dürfte von den Betroffenen für einzelne Arten von verletzbaren Werten unterschiedlich erfolgen. Schäden an Leib und Leben, ökonomische Verluste, Beeinträchtigungen von Lebensgrundlagen und Lebensqualität dürften von allen Betroffenen einhellig als relevant beurteilt werden.

Bei (reversiblen) ökologischen Schäden oder Schäden an gesellschaftlichen Institutionen hängt die Einschätzung der Relevanz von der Werthaltung der Betroffenen ab. Bei ökonomischen Verlusten entscheiden die persönlichen Verhältnisse des Betroffenen über die subjektive Relevanz des Schadens. Bei Beeinträchtigung der Gesundheit oder der Umwelt hängen die Wahrnehmung des Schadens oder die Relevanz erheblich davon ab, ob die Beeinträchtigungen reversibel/reparabel sind oder nicht.

Aus diesen Darlegungen und Kapitel 2.3.2 kann abgeleitet werden, dass Beeinträchtigungen der Werte ‚menschliches Leben‘ und ‚körperliche Integrität‘, ‚öffentliche Infrastruktur‘ sowie ‚Tiere‘, ‚Pflanzen‘, ‚Gewässer‘ und ‚Boden‘ als Lebensgrundlagen des Menschen immer und einheitlich als Schaden bewertet werden. Auch Beeinträchtigungen von Sachgütern gelten in den meisten Bewertungen als Schaden.

2.3.4 Rechtsgüter und verletzbare Werte

Verletzbare Werte aus rechtlicher Sicht sind die Rechtsgüter. Der Begriff Rechtsgut (auch Schutzgut) bezeichnet das rechtlich geschützte Interesse einzelner Menschen (‚Individualrechtsgüter‘, z.B. Menschenwürde, körperliche Unversehrtheit (Leib und Leben), Eigentum, aber auch Ehre, sexuelle Selbstbestimmung u.v.a.) und der Gesellschaft (‚Universalrechtsgüter‘) (Wikipedia, 2006). Die Rechtsgüter ergeben sich aus der Gesamtheit der Rechtsordnung. In mehr als einem Dutzend verwaltungsrechtlicher Gesetze sind auf Bundesebene etwa 50 Schutzgüter bezeichnet (Seiler, 1997) (Tabelle 4). Zu erwähnen sind etwa technikalrechtliche Gesetze, wie das Rohrleitungsgesetz (RLG SR 746.1) oder das Strahlenschutzgesetz (StSG SR 814.50).

Nebst den Rechtsgütern des Einzelnen gehören insbesondere auch Umweltgüter und soziale Werte (z.B. wirtschaftliche, soziale und politische Strukturen) zu den Rechtsgütern (Seiler, 1997). Auffallend häufig sind Rechtsgüter aus den Bereichen Umwelt und Lebensqualität erwähnt.

Die Polizeigüter stellen eine Teilmenge der Rechtsgüter dar. Sie umfassen vor allem die öffentliche Sicherheit und Ordnung (Richli, 2004; Häfelin, 2002), d.h. die Unverletzlichkeit der objektiven Rechtsordnung, der Einrichtungen des Staates und der Rechtsgüter des Einzelnen wie Leib und Leben, Eigentum und Vermögen. Diesen Polizeigütern kommt im Management von Naturrisiken grosse Bedeutung zu. Weitere Polizeigüter sind öffentliche Gesundheit, Sittlichkeit, Ehre, Freiheit, Treu und Glauben im Geschäftsverkehr sowie Ruhe und Sicherheit.

Tabelle 4 Rechtsgüter in ausgewählten Bundesgesetzen (Seiler 1997, abgeändert).

Gesetz	Zuordnung zu einer Kategorie					Geschütztes Rechtsgut Details
	Leib und Leben	Sachwerte	gesell. Struktur	ökol. Werte	Lebensqualität	
WBG, Art. 1 (SR 721.100)	x	x				- Mensch - erhebliche Sachwerte
WaG, Art. 1 (SR 921.0)	x	x		x		- Wald - Mensch - erhebliche Sachwerte
WRG, Art. 22, 23, 24 (SR 721.80)		x		x	x	- Naturschönheiten, landschaftliches Bild - Fischerei - Schiffbarkeit
RPG, Art. 1 (SR 700)			x	x	x	- Boden, Fläche - natürliche Lebensgrundlagen - wohnliche Siedlungen, Dezentralisation - soziales, wirtschaftliches und kulturelles Leben - Versorgungsbasis - Gesamtverteidigung
NHG, Art. 1, 18 (SR 451)				x	x	- heimatliches Landschafts- und Ortsbild - geschichtliche Stätten - Natur und Kulturdenkmäler - einheimische Tier- und Pflanzenwelt, biologische Vielfalt, natürlicher Lebensraum
GSchG, Art 1 (SR 814.20)				x	x	- Gewässer, Fischgewässer - Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen - Trink- und Brauchwasser - natürliche Lebensräume - Gewässer als Landschaftselement - landwirtschaftliche Bewässerung - Erholungswert - natürliche Funktion des Wasserkreislaufs
JSG, Art. 1 (SR 922.0)				x	x	- Artenvielfalt wildlebender Säugetiere/Vögel - Bedrohte Tierarten - Wald und landwirtschaftliche Kulturen
BGF, Art. 1 (SR 923)				x		- Artenvielfalt Fische, Krebse und Fischnährtiere - deren Lebensräume - bedrohte Arten und Rassen von Fischen und Krebsen
USG, Art. 1 (SR 814.01)	x			x		- Menschen - Tiere und Pflanzen - Lebensgemeinschaften und Lebensräume - natürliche Lebensgrundlagen, die biologische Vielfalt, die Fruchtbarkeit des Bodens
LRV, Art. 1 (SR 814.318.142.1)	x			x	x	- Menschen - Tiere - Pflanzen - Lebensgemeinschaften und Lebensräume - Boden

Es bestehen Parallelen zwischen verletzbaren Werten und Rechts- oder Polizeigütern (Tabelle 5).

Tabelle 5 Die Gegenüberstellung der Konzepte ‚verletzbare Werte‘ und ‚Rechtsgüter‘ zeigt eine deutliche Übereinstimmung.

<i>Verletzbarer Wert</i>	<i>Geschütztes Rechtsgut</i>
Menschenleben	Leib und Leben
menschliche Gesundheit	körperliche Unversehrtheit, Gesundheit
ökonomische Werte	Eigentum und Vermögen, Treu und Glauben im Geschäftsverkehr
gesellschaftliche Strukturen	Rechtsordnung, Einrichtungen des Staates, Versorgungsbasis, Landesverteidigung
ökologische Werte	Tiere, Pflanzen, Gewässer, Naturschönheiten
Lebensqualität	Freiheit, Sittlichkeit, Ehre

2.3.5 Bedeutung von verletzbaren Werten und Rechtsgütern

Welchen Arten von verletzbaren Werten und Rechtsgütern höhere Bedeutung zukommt als andern, lässt sich am ehesten anhand der Rechtsordnung abschätzen. So geniessen bestimmte Rechtsgüter im Haftpflichtrecht als absolut geschützte Rechtsgüter eine Sonderstellung (Leib, Leben, Freiheit, Persönlichkeit und Eigentum). Bei diesen Rechtsgütern begründet allein schon deren Verletzung eine Widerrechtlichkeit (Erfolgsunrecht). Demgegenüber sind Vermögensbeeinträchtigungen nur widerrechtlich, wenn eine Rechtsnorm verletzt wird, die dem Schutz dieses Rechtsgutes dient (Verhaltensunrecht).

Hochrangige Rechtsgüter sind insbesondere auch die durch das Verfassungsrecht geschützten Güter (Seiler, 1997), namentlich:

- fundamentale Staatsziele und Rechtsprinzipien (sozialer Friede usw.);
- Grundrechte (Recht auf Leben und Gesundheit, Recht auf Freiheit und Sicherheit, Menschenwürde, Recht auf Privatleben, Familie, Ehre, Niederlassungsfreiheit, Recht auf Eigentum, Meinungs- und Informationsfreiheit, Versammlungsfreiheit);
- Kollektive Rechte wie Recht auf Selbstbestimmung oder Minderheitenrechte;
- Schutzziele und Aufgaben, welche sich aus Bestimmungen zum gesetzlichen Schutz eines Objektes ergeben.

Strafbestimmungen im Strafgesetzbuch (StGB, SR 311.0) und in Spezialgesetzen ahnden die Verletzung verschiedener Rechtsgüter in unterschiedlich hohem Mass, woraus sich Hinweise auf eine unterschiedliche Gewichtung ableiten lassen (Tabelle 6). Vorsätzliche Rechtsgutverletzungen wurden dabei zunächst nicht berücksichtigt, da diese Voraussetzung im Management von Naturrisiken kaum gegeben ist.

Das Strafgesetzbuch sieht als Strafmass für Delikte, welche Rechtsgüter fahrlässig beeinträchtigen, einheitlich Geldstrafen oder Freiheitsstrafen bis drei Jahre vor. Eine Differenzierung nach Art der betroffenen Rechtsgüter ist somit nicht möglich. Ob bei der Bemessung der Strafen im Einzelfall Unterschiede bestehen, welche eine Gewichtung der betroffenen Rechtsgüter erlauben würden, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht.

Der vergleichende Blick auf Strafbestimmungen in einigen Spezialgesetzen erlaubt die Schlussfolgerung, dass Delikte, die Leib und Leben beeinträchtigen, strenger geahndet werden als Delikte, die ausschliesslich Umweltgüter betreffen.

Tabelle 6 Strafmass für Rechtsgutverletzungen gemäss Strafbestimmungen in ausgewählten Spezialgesetzen und dem Strafgesetzbuch (StGB).

<i>Betroffenes Rechtsgut</i>	<i>Regelung</i>		<i>Höchststrafe</i>				
	<i>Gesetz</i>	<i>Artikel</i>	<i>Busse</i>	<i>Haft</i>	<i>Gefängnis</i>	<i>Zuchthaus <5 Jahre</i>	<i>Zuchthaus >5 Jahre</i>
Leib und Leben							
Fahrl. Vergehen gegen USG	USG	60					
Fahrl. Gewässerverunreinigung	GSchG	70					
Umwelt							
Vergehen gegen USG	USG	60					
Übertretungen gegen USG	USG	60					
Zerst. Natur-/Kulturdenkmal	NHG	24					
Gewässerverunreinigung	GSchG	70					
Übertretungen gegen GSchG	GSchG	70					
Rodung von Wald	WaG	42					
Übertretungen gegen WaG	WaG	43					
Tötung von Wildtieren	JSG	17					
Übertretung gegen JSG	JSG	18					
Widerrechtl. techn. Eingriffe	BGF	16					

Fortsetzung Tabelle nächste Seite.

<i>Delikt</i>	<i>Gesetz</i>	<i>Artikel</i>	<i>Geldstrafe</i>	<i>Freiheitsstrafe 1 Jahr</i>	<i>Freiheitsstrafe bis 3 Jahre</i>	<i>Freiheitsstrafe bis 5 Jahre</i>	<i>Freiheitsstrafe über 5 Jahre</i>
Fahrlässige Delikte nach Strafgesetzbuch (StGB) gegen Leib und Leben Eigentum und Vermögen, Öffentliche Einrichtungen, Lebensqualität, Umwelt							
Alle fahrlässigen Delikte nach StGB	StGB	117					
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen Leib und Leben							
Nach StGB Artikel 111-118, 127-129, 230bis, 234, 264							
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen körperliche Integrität und Gesundheit							
Nach StGB Artikel 122-126, 140, 183, 187-190, 195, 231, 234							
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen Eigentum und Vermögen							
Nach StGB Artikel 138-143, 232, 233							
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen öffentliche Einrichtungen							
Nach StGB Artikel 237-239, 265-270							
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen die Lebensqualität							
Nach StGB Artikel 173-186, 197-198, 234, 264, 260, 261							
Vorsätzliche Delikte nach StGB gegen die Umwelt							
Nach StGB Artikel 233, 234							

 Mögliche Strafmasse

Werden auch vorsätzliche Delikte in die Betrachtung einbezogen (untere Hälfte von Tabelle 6), ergeben sich ebenfalls geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von betroffenen Rechtsgütern. Die Strafmasse sind viel eher geprägt vom Verschulden und der Gesinnung des Täters, der Art und Weise der Tatausübung und dem Erfolg der Tat. Höchststrafen sind für Delikte angedroht, die Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge haben. Die Bestrafung von Verletzungen anderer Rechtsgüter wird häufig aus der Optik bemessen, ob die Verletzung solcher Rechtsgüter Todesfälle oder schwere Körperverletzungen zur Folge haben können.

Strafverschärfend wirkt auch eine hohe Zahl von Betroffenen. Aus diesem Grund werden Delikte gegen staatliche Einrichtungen streng bestraft. Ebenfalls vergleichsweise hohe Stra-

fen werden für Vermögensdelikte vorgesehen, besonders, wenn solche gewerbs- oder bandenmässig begangen werden.

Beeinträchtigungen der Lebensqualität werden oft nur auf Antrag und mit geringeren Strafen geahndet.

Bestimmungen zur Bestrafung vorsätzlicher Verletzungen von Umweltgütern fehlen im Strafgesetzbuch weitgehend (Ausnahme Art. 230bis, Abs. 1, Bst. b). Solche sind in den Strafnormen der Spezialgesetze enthalten. Das Strafmass reicht dort nicht über Gefängnisstrafen hinaus.

Höchsten Stellenwert unter den Rechtsgütern genießt damit – beurteilt am Strafmass – das Leben des Menschen, gefolgt von der körperlichen Integrität. Gemessen am Strafmass ebenfalls hoch bewertet sind Eigentum und Vermögen sowie öffentliche Einrichtungen des Staates. Dagegen kann aufgrund der Strafandrohungen auf eine geringere Bedeutung der Rechtsgüter Lebensqualität und Umwelt in der Rechtsordnung geschlossen werden.

2.4 Integrale Schaden- und Risiko-Indikatoren

2.4.1 Indikatoren und Messgrössen

Die Beschreibung von Schäden und Risiken erfolgt durch Indikatoren. Sachrisiken werden beispielsweise in Geldbeträgen pro Jahr angegeben. Personenrisiken werden zumeist in der Dimension von Betroffenen pro Jahr dargestellt (z.B. Anzahl Todesfälle pro Jahr). Im Vordergrund stehen dabei physische Schäden wie Todesfälle oder Verletzungen, teilweise aber auch psychische Beeinträchtigungen wie beispielsweise der ‚Alarmfaktor‘, definiert als Dauer einer Alarm- oder Angstsituation multipliziert mit der Anzahl der betroffenen Personen (BUWAL, 1991).

Für die Darstellung von weiteren Beeinträchtigungen der Persönlichkeit und von Umweltrisiken existieren teilweise spezifische Indikatoren. Beispiele solcher Indices für Umweltschäden sind die Fläche geschädigter Lebensgrundlagen, die Einschränkung der ökologischen Qualität, tote (Gross-) Tiere, die Fläche eines geschädigten Ökosystems, die kontaminierte Bodenfläche oder die kontaminierte (oberirdische oder unterirdische) Wasserfläche (Beroggi, 1994; KATARISK, Bevölkerungsschutz, 2003; ‚Handbuch I zur Störfallverordnung‘, Anhang G, BUWAL, 1991; Egli, 2000; Blong, 2003; Scheringer, 1994; Robinson R. et al., 2003; Kölz und Duvernay, 2005).

Die Fachliteratur kennt Sets von mehr als 70 Indikatoren mit gegen 200 quantifizierbaren Messgrössen (Berg et al., 1994) (Tabelle 7).

Tabelle 7 Indikatoren und Messgrößen zur Darstellung der Beeinträchtigung verletzbarer Werte

<i>Kategorie</i>	<i>Art des Schadens/Indikator/Messgrösse</i>	<i>Quelle</i>
<i>Leib und Leben</i>	- Anzahl Todesopfer	div.
	- Anzahl verlorene Lebensjahre	[1] [2] [3]
	- YLL (Years Lost Life)	[4]
	- Geldwerte für Todesfallschäden	[5]
	- Anzahl Verletzte	[6]
	- QALY (Quality-Adjusted Life-Years)	u. a. [4]
	- DALY (Disability-Adjusted Life Years)	u. a. [4]
	- Geldwerte für Verletzungen/Gesundheitsschäden	[5]
<i>Sachgüter</i>	- Geldwerte für Sachschäden	div.
	- getötete Grosstiere	[7]
	- DI (Damage Index)	[8]
<i>Ökologische Werte</i>	- Fläche beschädigter Lebensgrundlagen	[6]
	- Fläche mit eingeschränkter ökologischer Qualität	[6]
	- Fläche eines geschädigten Ökosystems	[7]
	- Fläche von kontaminiertem Boden	[7]
	- Fläche von kontaminiertem Wasser	[7]
<i>Lebensqualität</i>	- Anzahl Evakuierte (Dauer der Evakuierung)	[6]
	- Anzahl Unterstützungsbedürftige	[6]
	- Alarmfaktor	[7]
	- LQI (Life Quality Index)	[9] [10]
	- Geldwerte für Abfindungen	[5]

Legende zu den Quellen

- [1] Merz, H. A., Schneider Th., Bohnenblust H. (1995)
 [2] Seiler, H. (2000)
 [3] Egli, M. (2000)
 [4] Proske, D. (2004)
 [5] Leonardo-Productions-AG (2006). Programm zur Berechnung von Personenschäden
 [6] Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2003). KATARISK
 [7] BUWAL (1991). Handbuch I zur Störfallverordnung
 [8] Blong, R. (2003)
 [9] Pandey, M. D. und Nathwani J. S. (2003)
 [10] Pandey, M. D., Nathwani J. S., et al. (2006)

Der Index YLL (Years Lost Life) beschreibt die Differenz zwischen mittlerer Lebenserwartung mit einem bestimmten Risiko und ohne dieses Risiko.

Der QALY (Quality-Adjusted Life-Years) umschreibt die ‚gesundheitsangepassten‘ Lebensjahre als Aufrechnung der Lebenszeit multipliziert mit einem Wert für den Gesundheitszustand. Komplementär dazu stellt der DALY (Disability-Adjusted Life Years) die Differenz zwischen mittlerer Lebenserwartung bei voller Gesundheit und dem QALY dar.

Der Alarmfaktor umschreibt die Dauer einer Alarmsituation oder eines Angstzustandes multipliziert mit der Anzahl betroffener Personen.

Zur Darstellung der Lebensqualität gibt es über 20 Lebensqualitätsparameter und daraus gebildete Indices, wie etwa den HDI (Human Development Index) der UNO, welcher auf der Lebenserwartung, der Schreib- und Lesefähigkeit und dem Pro-Kopf-Einkommen beruht.

Der LQI (Life Quality Index) wird aufgrund des realen Bruttoinlandproduktes pro Person (G) und der Lebenserwartung (E) nach der Formel $LQI = C * G^q * E$ berechnet (Pandey, 2003; Pandey, 2006). C ist dabei eine von der jeweiligen Volkswirtschaft abhängige Konstante. Der Exponent q bezeichnet die Elastizität des Konsumnutzens und ergibt sich aus dem Verhältnis von Arbeitszeit und Freizeit. Für die wirtschaftlich entwickelten Länder liegt q zwischen 0.15 und 0.2.

Die in der Literatur gebräuchlichen Messgrößen weisen unterschiedliche Bezugs- und Masseinheiten auf, die bei Vergleichen zu beachten sind, so z.B.:

- für ein ‚durchschnittliches‘ Mitglied der Gesellschaft;
- für ein ‚durchschnittliches‘ Mitglied einer bestimmten Personengruppe;
- pro Zeiteinheit (meist pro Jahr);
- pro Zeit der Gefahrenexposition;
- pro gefahrenen Kilometer;
- pro Fall;
- pro Fläche;
- als Teil der totalen Todesfallwahrscheinlichkeit.

Gewisse Schadenindikatoren üben Stellvertreterfunktion für weitere Schäden aus, so z.B. die Anzahl Todesfälle für die Gesamtheit der Personenschäden. Dies erfordert zuverlässige Informationen zur Beziehung zwischen den Stellvertretern und den durch sie vertretenen Schäden (Seiler, 1997).

2.4.2 Qualität und Eignung von Indikatoren

Geeignete Indikatoren müssen folgende Kriterien erfüllen (Hahn et al., 2003):

- Stichhaltigkeit (validity): Misst der Indikator das interessierende Schlüsselement?
- Zuverlässigkeit (reliability): Ist die Messung über längere Zeit konsistent?
- Sensitivität (sensitivity): Reagiert der Indikator auf Veränderungen des Schlüsselementes?
- Verfügbarkeit (availability): Ist die Messung/Informationsbeschaffung einfach?
- Objektivität (objectivity): Können Messdaten unter sich ändernden Verhältnissen reproduziert werden?

Die bekannten und verbreitet angewendeten Indikatoren erfüllen diese Eignungskriterien oft nur teilweise (Tabelle 8).

Tabelle 8 Beurteilung einiger Indikatoren nach Eignungskriterien. Es gibt nur wenige durchwegs geeignete Indikatoren.

Kategorie	Indikator	Stichhaltigkeit	Zuverlässigkeit	Sensitivität	Verfügbarkeit	Objektivität
		+ = „erfüllt“; - = „nicht erfüllt“				
Leib und Leben	Anzahl Todesfälle	+	+	+	+	+
	Anzahl Verletzte	+/-	+	+	+	+/-
Sachwerte	Geldeinheit	+	+	+	+	+
Umweltqualität	Geschäd. Lebensgrundlage	+/-	+/-	+	+/-	+/-
	Geschäd. ökolog. Qualität	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Lebensqualität	Anzahl Evakuierte	+/-	+	+	+/-	+/-
	„Alarmfaktor“	+/-	+/-	+	+/-	+/-
	Unterstützungsbedürftige	+/-	+/-	+	+/-	+/-

Geeignet sind nach dieser gutachtlichen Beurteilung vor allem Zahlenangaben zu Todesfällen sowie Geldangaben zu Sachschäden.

2.4.3 Indikatoren zur vergleichenden Darstellung verletzbarer Werte

Eine wichtige Voraussetzung für ein gesamtheitliches und effizientes Management von Risiken ist die Vergleichbarkeit verschiedener Arten von Schäden. Meist werden für diese Vergleiche Geldwerte herangezogen (Monetarisierung).

Mögliche Varianten solcher Vergleiche sind (Seiler, 1997):

- Monetarisierung: z.B. Quantifizierung von Personenschäden durch eine auf sozialwissenschaftlicher Ebene angegangenen Ermittlung des ‚Value of Social/Statistical Life‘ (VOSL) (z.B. Guenther, 1997; Viscusi, 1998; Krupnick, 2002; Persson, 2001; Johansson, 2002; Perreira, 2002);
- Erhebungen zu Grenzkosten und Grenznutzen aufgrund konkreter Umstände: z.B. Ermittlung der Kosten zur Rettung eines Menschenlebens (z.B. Tengs, 1995; Kishimoto, 2003);
- Kollektive Aufwandmethode: Durch die Rechtsordnung geschützte Güter haben mindestens einen so grossen Wert, wie der finanzielle Aufwand zur Implementierung der Gesetzgebung (z.B. reines Wasser hat den Wert des Aufwands für den Gewässerschutz);
- Haftpflichtrechtliche Bewertung;
- Wertigkeit der Rechtsgüter, beurteilt anhand der Positionierung der Rechtsnorm, der Höhe der Strafandrohung oder der Wertungshierarchien, die induktiv aus Rechtsnormen hergeleitet werden können;
- Pragmatische Herleitungen in der Praxis: z.B. der Störfallwert gemäss Vollzugshilfen zur Störfallverordnung (BUWAL, 1991).

Das ‚Handbuch I zur Störfallverordnung‘, Anhang G (BUWAL, 1991 und BUWAL, 2001) schlägt zur vergleichenden Darstellung verschiedener Arten von Schäden einen Störfallwert vor. Damit lassen sich Schäden wie Todesfälle und Sachschäden, aber auch Verletzungen, Beeinträchtigungen der Lebensqualität durch Evakuierungen oder Alarmierungen (Angstzustände) sowie ökologische Schäden durch Beeinträchtigung von Ökosystemen, Boden und Grundwasser untereinander vergleichen (Tabelle 9).

Tabelle 9 Der Störfallwert als Metrik für den Vergleich verschiedener Arten von Schäden (BUWAL, 1991).

Indikator	Mass-Einheit	Störfallwert und Schadenausmass				
		Störfallwert	0.02	0.32	0.60	0.89
Todesopfer	N	1	10	100	1'000	2'200
Verletzte	N	11	90	800	7'000	20'000
Evakuierte	N	4	80	1'000	14'000	30'000
Alarmierte	N * d	2'000	80'000	5 Mio.	200 Mio.	750 Mio.
Tote Tiere	N	40	600	8'000	120'000	350'000
geschädigtes Ökosystem	km ²	0.15	4	100	3000	10'000
Boden	km ²	0.08	2	40	1'000	3200
geschädigtes Grundwasser	km ²	0.08	2	40	1'000	3'200
Sachwerte	Mio. CHF	5	40	400	4'000	10'000

Die Festlegung der Schadenausmasse für die einzelnen Schadenindikatoren erfolgte pragmatisch nach für schweizerische Verhältnisse typischen Systemgrössen (z.B. Grösse einer Siedlung, eines geografischen Raumes, eines Sees, einer Tierherde usw.).

2.4.4 Monetarisierung von Schäden und Risiken

2.4.4.1 Methoden der Monetarisierung

Die bedeutendste Methode zur vergleichbaren Darstellung von Schäden ist – wie erwähnt – die Monetarisierung, welche bereits seit längerem in verschiedenen Lebensbereichen (v.a. Ökonomie und Recht) angewendet wird. Die Rechtspraxis besitzt beispielsweise im Haftpflicht- und Versicherungsrecht über grosse Erfahrung in der geldwerten Bemessung verschiedenartiger Schäden, vor allem von Sach- und Personenschäden oder auch von Beeinträchtigungen der Lebensqualität.

Auch bei der Anwendung des Indikators Geldeinheit stellen sich oft erhebliche methodische Probleme, beispielsweise durch die begrenzte Stichhaltigkeit und die schwierige Beschaffung von Informationen (availability).

Tabelle 10 Der Indikator Geldeinheit eignet sich mit Einschränkungen zur Beurteilung verschiedener Kategorien verletzbarer Werte.

Kategorie	Stichhaltigkeit	Zuverlässigkeit	Sensitivität	Verfügbarkeit	Objektivität
<i>menschliches Leben</i>	+/-	+	+	+/-	+
<i>menschliche Gesundheit</i>	+/-	+	+	+/-	+
<i>Sachwerte</i>	+	+	+	+	+
<i>Umweltqualität</i>	+/-	+	+	+/-	+
<i>Lebensqualität</i>	+/-	+/-	+	+/-	+

In der Ökonomie wurden zahlreiche Methoden entwickelt, um die verschiedenen Arten von verletzbaren Werten und Schäden in Geldwerten darzustellen (z.B. Wilhelm, 1997, Beispiel Lawinen).

Schäden und ‚verhinderte Schäden‘ können grundsätzlich über Kosten oder Nutzen bewertet werden. Idealerweise erfolgt eine Bewertung zu Marktpreisen. Solche sind jedoch in vielen Situationen nicht verfügbar, so dass auf sogenannte Schattenpreise zurückgegriffen werden muss (Abbildung 7). Als Schattenpreise werden Preise bezeichnet, die als Folge fehlender Marktpreise mit einem alternativen Bewertungsverfahren ermittelt wurden. Bedeutend ist dabei die Schadenmethode, nach welcher der Nutzen eines Gutes oder einer Leistung mindestens so hoch anzusetzen ist wie die Kosten zur Reparatur der Schäden, die bei Nichtbereitstellung der Leistung entstehen würden (Wilhelm, 1997).

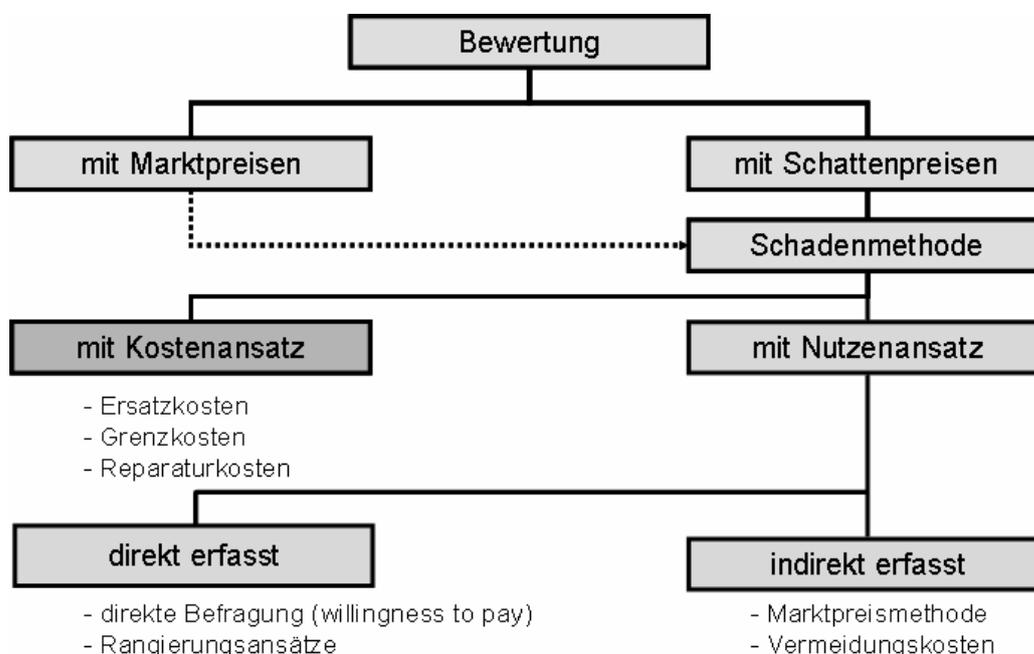


Abbildung 7 Monetäre Bewertung von Schäden Als Ersatz für fehlende Marktpreise müssen alternative Bewertungen mit Schattenpreisen vorgenommen werden (Wilhelm, 2006)..

Für die Ermittlung der ‚Schattenpreise‘ stehen verschiedene Methoden zur Verfügung (Tabelle 11).

Tabelle 11 Arten von Schäden und Bewertungsmethoden (Wilhelm, 2006).

<i>Bereich</i>	<i>Indikator</i>	<i>Bewertungsmethoden (Bsp.)</i>
<i>Leib und Leben</i>	Todesfälle	Grenzkosten, Humankapital
	Verletzte	Heilungskosten
	Evakuierte	Zeitkosten
<i>Sachwerte</i>	Gebäude	Versicherungswerte
	Fahrhabe	Marktwert
<i>Wirtschaftsaktivität</i>	Betriebsausfall	Opportunitätskostenansatz
	Unterbruch Strasse	Zahlungsbereitschaft
<i>natürliche Ressourcen</i>	Wald	Waldwertschätzung
	Schutzgebiet	Reisekostenmethode
<i>Sozialgefüge</i>	Notstandssituation	Vermeidungskostenansatz

Begriffe in Tabelle 11

Mit dem Grenzkostenansatz wird ein verletzbarer Wert nach der Höhe der Kosten bemessen die eine Gesellschaft maximal bereit ist zu investieren um einen Schaden an diesem Wert (z.B. Todesfall) zu verhindern.

Unter Opportunitätskosten versteht man den entgangenen Nutzen einer alternativen, theoretisch nächst besten Mittelverwendung.

Mit der Reisekostenmethode wird der Wert eines Gutes nach dem Aufwand (Reisekosten) bewertet, den die Nutzer auf sich nehmen um dieses Gut zu nutzen (Wilhelm, 1997).

Um den Wert des öffentlichen Gutes zu ermitteln, werden mit dem Vermeidungskostenansatz die privaten Massnahmen bewertet, die bei Nichtbereitstellung eines öffentlichen Gutes getätigt werden (Wilhelm 1997).

2.4.4.2 Menschliches Leben und menschliche Gesundheit

Die wichtigsten zu bewertenden Kostenelemente im Zusammenhang mit Beeinträchtigungen von Leben und Gesundheit sind die Leistungspotentialverluste – etwa der Verlust der Arbeitsleistung – und die ‚menschlichen Kosten‘. Unter ‚menschlichen Kosten‘ werden Geldbeträge verstanden, die „ausgegeben worden sind oder hätten ausgegeben werden müssen, um das Risiko des Verlustes an Lebenserwartung, des physischen und psychischen Leidens des Opfers, der Verminderung der Lebensqualität, einer bleibenden äusserlichen Verunstaltung sowie des psychischen Leidens der Freunde und Verwandten des Opfers zu mindern bzw. dafür Schmerzensgeld zu zahlen“ (Wilhelm, 1997). Daneben bestehen aber auch weitere Kostenelemente wie medizinische Kosten, Verwaltungskosten und sonstige ökonomische Kosten (Wilhelm, 1997).

a) Menschenleben

Nebst der Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung von Todesfällen sind der Humankapitalansatz und der Marktansatz die hauptsächlichsten Bewertungsverfahren im Zusammenhang mit Todesfallrisiken (Wilhelm, 1997).

Die Zahlungsbereitschaft (Vermeidungskostenansatz) äussert sich in tatsächlich getätigten Aufwendungen oder in der durch Umfragen erhobenen Zahlungsbereitschaft zur Rettung eines Menschenlebens. Die Zahlungsbereitschaft variiert allerdings sehr stark (CHF 0.6 bis CHF 140 Mio. pro gerettetes Menschenleben, siehe auch Kapitel 2.6.2.2.).

Generell sind diese Angaben sehr stark von der in Betracht gezogenen Volkswirtschaft abhängig: ‚reiche‘ Volkswirtschaften vermögen bedeutend mehr für Sicherheit aufzuwenden als ‚arme‘ (Schneider, 1996).

Der Humankapitalansatz zieht zukünftige Einkommen, die mit Todesfällen verloren gehen, zur Bewertung heran. Aufgrund statistischer Zahlen der Schweizer Bevölkerung ergibt die Bewertung nach dem Humankapitalansatz etwa CHF 1.2 Mio. für ein Menschenleben (Wilhelm, 1997).

Guenther (1997) beziffert den sozialen Wert eines Menschenlebens (value of a societal life) zwischen U.S. \$ 600'000 und U.S. \$ 7'000'000, mit einem Betrag von U.S. \$ 4'000'000 als ‚konservativen‘ Durchschnitt (U.S. \$ zum Wert im Jahr 1990).

Der Marktansatz schliesslich geht davon aus, dass Menschen höhere Risiken freiwillig eingehen, falls sie besser entlohnt werden. Aus dem Marktansatz (Bereitschaft gegen Lohnerhöhung von x CHF ein y höheres Todesfallrisiko einzugehen) ergeben sich Beträge von CHF 5 – 15 Mio. pro Menschenleben. Die Ergebnisse wurden aus Vergleichen zwischen Lohn- und Risikodifferenzen ermittelt und streuen zwischen U.S. \$ 100'000 und U.S. \$15.6 Mio. bei Befragungen sowie von U.S. \$ 600'000 bis U.S. \$16.2 Mio. bei Untersuchungen des tatsächlichen Verhaltens (Viscusi, 1998; Sommer, 2001).

b) Menschliche Gesundheit

Zur Bewertung der menschlichen Gesundheit werden vor allem Statistiken zu Kosten physischer Personenschäden herangezogen, seltener auch Untersuchungen zur Zahlungsbereitschaft. So basieren die Angaben in KATARISK (Bevölkerungsschutz, 2003a) auf Statistiken zum Strassen- und Schienenverkehr (ARE, 2002). Die sozialen Kosten für Personenschäden bei Verkehrsunfällen beliefen sich im Jahre 1998 auf CHF 12.3 Mia. (597 Todesopfer, 100'380 Verletzte). Daraus leitet die KATARISK-Studie Grenzkosten von 0.6 bis 20 Mio. CHF für die Verhinderung von Todesfällen und CHF 4'000 bis CHF 300'000 für Verletzte und Kranke ab (Bevölkerungsschutz, 2003a).

Wilhelm (1997) gibt für verletzte Personen aufgrund von Zahlen der Schweizer Unfallversicherungsanstalt und einem Faktor zur Abschätzung der wirtschaftlichen Folgekosten einen Bewertungsansatz von CHF 14'100 pro Fall einer Personenverletzung infolge Lawinen an.

In der Studie von Perreira (2002) erklärten sich die Befragten bereit U.S. \$ 0.7 bis 1.4 Mio. zu bezahlen um Invalidität in der zweiten Lebenshälfte zu vermeiden oder ungefähr U.S. \$ 47'000 bis U.S. \$ 95'000 für jedes vermiedene Jahr von Invalidität nach dem 62. Lebensjahr.

2.4.4.3 Ökonomische Werte

a) Sachwerte

Sachwerte werden in der Regel nach dem Marktwert oder den Erstellungs- bzw. den Beschaffungskosten bemessen. Die KATARISK-Studie zieht die Wiederherstellungs- oder Wiederbeschaffungskosten als Grundlage heran (Bevölkerungsschutz, 2003a). Geeignete Hinweise ergeben auch die Versicherungswerte. Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Risikoberechnungs-Tools ‚EconoMe‘ wurden Werte für verschiedene Arten von Objekten evaluiert (BAFU, 2007b). Beispielsweise wird der Wert einer Wohneinheit zwischen CHF 550'000 und 650'000 angesetzt. Bei Gebäuden sind die Struktur- und Inhaltswerte zu berücksichtigen. Der Wert des Gebäudeinhaltes liegt zwischen 15 und 20 Prozent des jeweiligen Wertes von Wohngebäuden. Bei Gewerbe- und Industriebauten kann dieser Wert sogar ein Mehrfaches des Gebäudewertes betragen (Wilhelm, 1997).

Für Vieh nennt Wilhelm (1997) einen Wert von CHF 2'300 pro Grossvieheinheit, basierend auf dem Fleischwert. Weitere Werte zu Nutztieren finden sich auch in Borter (1999). Nicht generell bezifferbar sind in der Regel die immateriellen Werte (Archive, Kulturgüter).

b) Wirtschaftliche Aktivität

Nebst den unmittelbaren direkten Wertverlusten machen die indirekten Folgen in der Regel einen erheblichen Teil der Konsequenzen eines Ereignisses aus. Zu einem wesentlichen Teil bestehen solche indirekten Folgen in einer Verminderung der Wirtschaftsaktivität. Wie bereits erwähnt, können Naturereignisse auch neue Wertschöpfungen ermöglichen (Wilhelm, 1997). Auch bewirken sie manchmal eine Verlagerung der Wertschöpfung an andere Orte, so dass Produktionsausfälle im Schadengebiet einhergehen mit erhöhten Wertschöpfungen in einem anderen Gebiet.

Für Produktions-, Ertrags- und Mietzinsausfälle wurden nach verschiedenen Naturereignissen Werte zwischen 15 und 56% des primären Sachschadens ermittelt (Tabelle 12).

Tabelle 12 Betriebliche Folgeschäden von Naturereignissen sind im Vergleich zu den direkten Schäden von sehr unterschiedlicher Bedeutung.

<i>Ereignis</i>	<i>Jahr</i>	<i>Sachschäden in Mio. CHF</i>	<i>betriebl. Folge- schäden in Mio. CHF</i>	<i>Anteil</i>	<i>Quelle</i>
<i>Hochwasser Brig-Glis</i>	1994			18%	[1]
<i>Lawinenwinter</i>	1999	440	245	56%	[2]
<i>Lawinenwinter, nur Bergbahnen</i>	1999	17	78	459%	[3]
<i>Orkan Lothar</i>	1999	730	250	34%	[2]
<i>Orkan Lothar, nur Bergbahnen</i>	1999	8	39	488%	[3]
<i>Hochwasser (Privatversicherer)</i>	2005	1335	200	15%	[4]

Legende zu den Quellen

- [1] Wilhelm, C. (1997)
- [2] Bründl M.; Hegg, C. (2001)
- [3] Nöthiger, C. J. (2001)
- [4] BWG (2005). Bericht über die Hochwasserereignisse 2005

Für einzelne Branchen und Gebiete können die indirekten Schäden ausserordentlich hohe Bedeutung erlangen, wie eine Untersuchung über die Auswirkungen des Lawinenwinters und des Orkans Lothar 1999 auf die Bergbahn- und Skiliftunternehmen der Schweiz zeigt (Nöthiger, 2001 sowie Tabelle 12 und Tabelle 13). Die indirekten Schäden infolge Mindereinnahmen betragen hier im Mittel etwa das Fünffache der unmittelbaren Sachschäden.

Tabelle 13 Die hochgerechneten finanziellen Folgen des Lawinenwinters 1999 und des Orkans Lothar 1999 für die Bergbahn- und Skiliftunternehmen der Schweiz (ohne Tessin).

	Lawinenwinter 1999		Orkan Lothar 26.12.1999		Beide Ereignisse zusammen	
	Anlage-schäden in CHF	Minderein-nahmen in CHF	Anlage-schäden in CHF	Minderein-nahmen in CHF	Anlage-schäden in CHF	Minderein-nahmen in CHF
BE	9'562'000	10'422'000	1'107'000	6'282'000	10'669'000	16'704'000
GR	3'331'000	25'755'000	0	7'693'000	3'331'000	33'448'000
VS	2'993'000	23'480'000	1'607'000	13'737'000	4'600'000	37'217'000
ZS	870'000	8'348'000	2'626'000	7'740'000	3'496'000	16'088'000
CH	17'393'000	77'806'000	7'595'000	39'279'000	24'988'000	117'085'000

BE = Kt. Bern, GR = Kt. Graubünden, VS = Kt. Wallis, ZS = Zentralschweiz (LU/NW/OW/SZ/UR),
CH = Schweiz (ohne Tessin).

c) Interventionsmassnahmen

Bei Naturereignissen entstehen Interventions- und Rettungskosten. Beispielsweise leisteten die Feuerwehren zur Bewältigung der Unwetterschäden 2005 im Kanton Obwalden 28'242 Stunden oder ca. 3'200 Einsatztage, die mit CHF 850'000 abgegolten wurden. Dies entspricht lediglich 0.2% der Gesamtschadenssumme von CHF 400 Mio.. Gleichzeitig können dem Interventions- und Rettungsbereich etwa 3'000 Einsatztage Militärhilfe und mindestens 800 Einsatztage ziviler Einsatzkräfte zugerechnet werden (Amt für Militär und Bevölkerungsschutz OW, 2006). Im Rahmen dieser Arbeit wurde nicht weiter untersucht, wie stabil das Verhältnis zwischen Interventionskosten und Schadenssumme eines Ereignisses ausfällt. Beobachtungen in Einzelsituationen weisen jedoch auf eine hohe Effizienz von Interventionsmassnahmen hin. Der Stellenwert von Interventionsmassnahmen im Risikomanagement ist in letzter Zeit angestiegen. Es ist daher denkbar, dass die Schadenssumme künftiger Ereignisse als Folge (anteilmässig) höherer Interventionskosten tiefer ausfällt.

2.4.4.4 Umwelt

Ökologische Schäden umfassen einerseits Beeinträchtigungen der Natur als Lebensgrundlage des Menschen, andererseits Beeinträchtigungen der Natur an sich. Verschiedentlich wird dargelegt, dass der mit Umweltschäden im Zusammenhang stehende ökonomische Schaden als unterster Wert zu betrachten ist, da die Umwelt auch um ihrer selbst Willen geschützt werden muss und nicht nur soweit sie dem Menschen dienlich ist (Seiler 1995d).

Angaben zur Quantifizierung von Werten und Leistungen der Umwelt bestehen vor allem soweit, als die Umweltgüter eine Bedeutung als Lebens- und Wirtschaftsgrundlage aufweisen (KATARISK-Studie (Bevölkerungsschutz, 2003a) und Abbildung 8).

Umweltleistungen können unterteilt werden in die Bereitstellung von Verbrauchsgütern (z.B. Brennstoffe) und Kapitalgütern (z.B. Böden). Aus diesen Umweltleistungen resultieren die folgenden Umweltnutzungen (BAFU, 2005):

- Nutzung der Umwelt als Produktionsinput durch die Lieferung von erneuerbaren (Pflanzen, Tiere, Wind, Sonne, usw.) und nichterneuerbaren Ressourcen (Erdöl, Mineralien, usw.);
- Nutzung der Umwelt als Aufnahmemedium für Reststoffe (Emissionen) wie Abfälle, Abgase, Abwasser, Radioaktivität, usw.;

- Nutzung der Umwelt als Standort und Lebensraum für menschliche Aktivitäten (Landwirtschaft, Industrie, Wohnen, Freizeit);
- Nutzung der Umwelt als öffentliches Konsumgut. Die Erhaltung wertvoller Landschaften und der Schutz von vom Aussterben bedrohter Tierarten kann die Lebensqualität erhöhen.

Für die Ermittlung von Wald- und Flurschäden werden oft Wiederherstellungskosten nach Schadenereignissen herangezogen (Bevölkerungsschutz, 2003a) (Abbildung 8). Auch die Angaben von Wilhelm (1997) basieren auf Zahlen zu Schadenereignissen und ergeben für Lawinschäden in Wäldern einen Bewertungsansatz von CHF 37'000/ha.

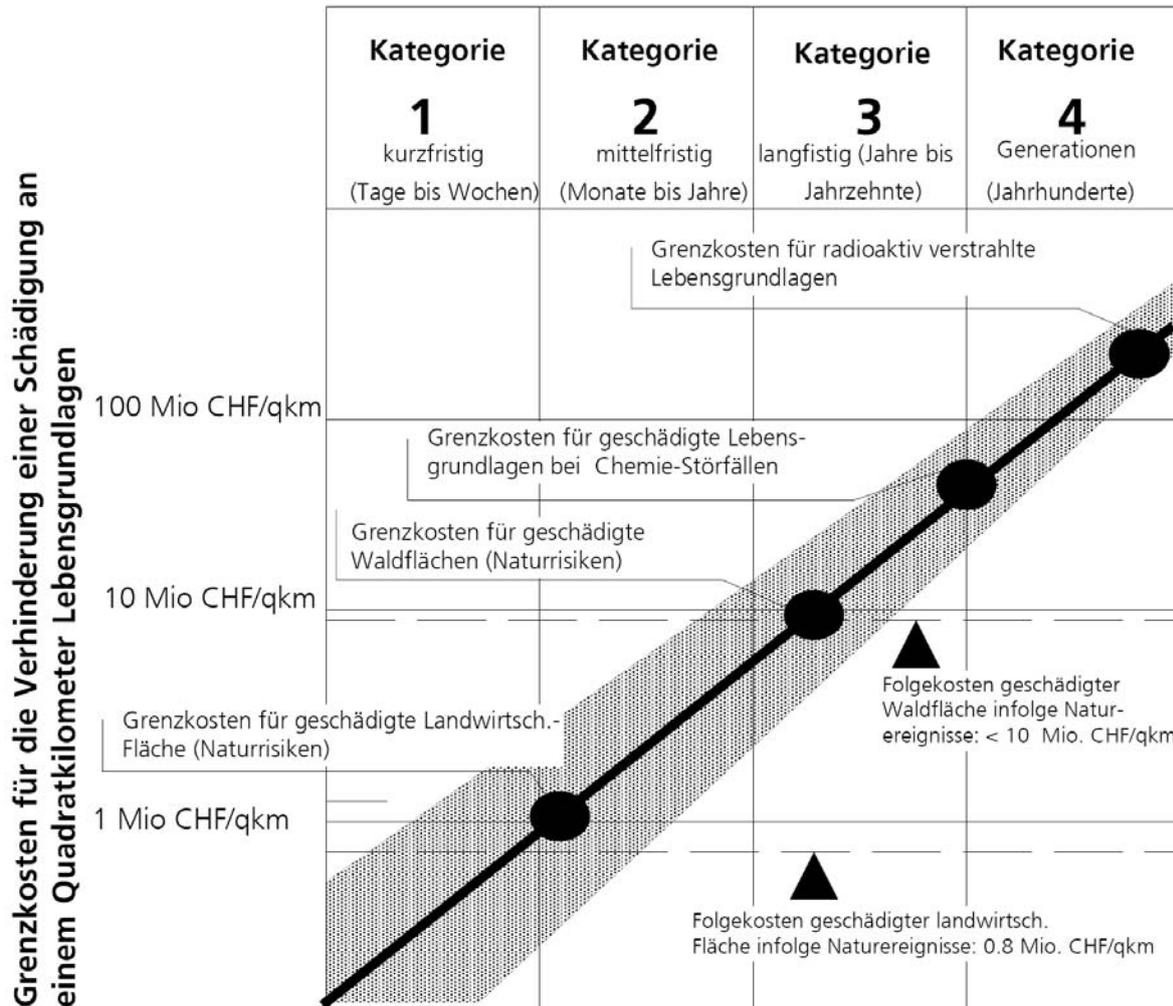


Abbildung 8 Für die Bewertung von Umweltschäden ist vor allem die Dauer der Beeinträchtigung massgebend (Bevölkerungsschutz, 2003a).

2.4.4.5 Lebensqualität

Angaben zu Kosten oder Vermeidungskosten (Grenzkosten) bei Beeinträchtigung der Lebensqualität bestehen vereinzelt und lückenhaft. Für Unterstützungsbedürftige schätzt Wilhelm 1997 eine Zahl von CHF 5'000 pro Person und Ereignis. Die KATARISK-Studie errechnet unter Beizug der Richtlinien für die Bemessung der Sozialhilfe sowie aufgrund von Erfahrungszahlen der Fürsorgeämter und Fürsorgestatistiken Grenzkosten pro Unterstützungsbedürftigen von CHF 10'000 bis CHF 100'000 (pflegeintensive langfristig Unterstützungsbedürftige) (Bevölkerungsschutz, 2003).

Bei der Festlegung der Grenzkosten für den Schadenindikator ‚Evakuierte‘ greift die KATA-RISK-Studie auf die Annahmen der Schweizer Bundesbahnen (SBB) zurück (SBB, 1993). Dabei wurde ein Betrag von CHF 10'000 pro Evakuierten als Grenzkosten eingesetzt (Bevölkerungsschutz, 2003).

Der in der Literatur verwendete Life Quality Index (LQI) beschreibt die Abhängigkeit zwischen Bruttoinlandprodukt und Lebenserwartung (Pandey, 2003; Pandey, 2006) und ist im Sinne der in Kapitel 2.3.1. und 2.3.2. angeführten verletzbaren Werte und Indikatoren zur Lebensqualität nicht anwendbar.

2.4.4.6 Gesellschaftliche Strukturen und Aversion

Unbekannt sind monetäre Angaben zur Bewertung gesellschaftlicher Strukturen oder zur Bemessung von Schäden an gesellschaftlichen Strukturen. In schweizerischen Verhältnissen sind relevante Beeinträchtigungen gesellschaftlicher Strukturen am ehesten bei ausserordentlich grossen oder besonders schlimm bewerteten Ereignissen denkbar.

In vielen Risikobeurteilungen wird für Grossereignisse ein Aversionsfaktor verwendet (Kröger, 1996). Aversion stellt ein empirisch feststellbares und theoretisch begründbares Phänomen dar, Ereignisse mit grossem Schadenausmass stärker zu gewichten, als es aufgrund des zugehörigen Schadenerwartungswertes angezeigt wäre (BAFU, 2007). Neuere Forschungsarbeiten setzen die Aversion nicht nur in Verbindung mit dem Ausmass eines Ereignisses, sondern auch mit einem Referenzrisiko (Plattner, 2005). Ereignisse mit einem (ungewohnt) grossen Schadenausmass führen zu einer überproportionalen Reaktion der betroffenen Gemeinschaft und stossen überproportional stark auf Ablehnung.

Die Aversion steht dabei oft für die nicht direkt erfassbaren Nebenfolgen oder Konsequenzen eines Schadenereignisses (Kapitel 2.4.4.3). Diese Nebenfolgen umfassen zu einem erheblichen Teil Beeinträchtigungen der Gesellschaft und der Lebensqualität. Darunter fallen beispielsweise (Bohnenblust und Schneider, 1984; Bohnenblust und Troxler, 1987; Schneider, 2004; Plattner, 2005):

- Schäden, die durch das Zusammenbrechen betroffener Systeme entstehen;
- Schäden bei Folgeereignissen, die durch das Grossereignis induziert werden;
- Kosten der Untersuchung und Kosten, die durch den Erlass neuer Gesetze im Nachgang eines Ereignisses entstehen;
- der Verlust an Vertrauen in die zuständigen Behörden und Stellen;
- die Überschätzung des Risikos durch grosse Schadenereignisse und die daraus folgenden, ‚zu teuren‘ Schutzmassnahmen;
- der ‚Signalwert‘ eines solchen Ereignisses, der darin besteht, dass in der Gesellschaft das Bedürfnis entsteht, dass solche Ereignisse nie mehr passieren dürfen;
- Beeinträchtigung der zukünftigen Entwicklung einer Organisation, einer Industrie (z.B. Tourismus) oder eines Unternehmens (z.B. durch den Verlust an Marktanteilen);
- der Aufwand, der zur Wiederherstellung des ursprünglichen Systemzustandes nötig ist.

Die Aversionsfaktoren können allenfalls zur Darstellung der Schäden und Risiken für gesellschaftliche Institutionen und des Risikos einer Beeinträchtigung der Lebensqualität herangezogen werden.

2.5 Tolerierbarkeit von Effekten

2.5.1 Begriffe

Das akzeptierte Risiko wird definiert als Risiko, das ein Individuum (oder eine Gruppe) bereit ist, aufgrund eigener Entscheidung und als Resultat ihrer alltäglich-intuitiven Risikobewertung ohne Widerspruch hinzunehmen (informelle Bewertung). Die Akzeptanz eines Risikos entspricht einer (empirisch feststellbaren) Bereitschaft von Individuen und/oder Gruppen, einen Risiko-Zustand oder einen risikobehafteten Vorgang ohne Widerspruch hinzunehmen (NDK, 2001). Diese Bereitschaft lässt sich aus Aussagen (expressed preferences) oder dem tatsächlichen Verhalten der betroffenen Individuen (revealed preferences) herleiten (Tabelle 14). Aussagen und tatsächliches Verhalten weichen dabei oft erheblich voneinander ab. In der Literatur werden Unterschiede von bis zu Faktor 1000 zwischen dem als tolerierbar ausgedrückten (expressed preferences) und dem tatsächlich akzeptierten Risiko (revealed preferences) ausgewiesen (Ko, 2003; Finlay und Fell, 1997).

Das tolerierbare Risiko basiert auf Normen (sog. approved preferences) oder empirischen Überlegungen (formelle Bewertung). Die Tolerierbarkeit des Risikos wird definiert, indem entweder aufgrund normativer Kriterien ein Risiko als erlaubt oder zulässig bezeichnet wird oder indem ein Risiko festgelegt wird, für das die Aussicht besteht, dass es für Individuen und/oder Gruppen tolerierbar ist (NDK, 2001; Plattner, 2005). Es sollte im Idealfall in einem politischen Meinungsbildungsprozess festgelegt werden, an dem sich neben den Experten auch Interessensgruppen und politischen Entscheidungsträger beteiligen (Heinimann, 2002). Im Zentrum dieser Arbeit stehen die tolerierbaren Risiken.

Tabelle 14 Übersicht über die verwendeten Begriffe zur Bewertung von Risiken.

	<i>Informelle Bewertung</i>		<i>Formelle Bewertung</i>
<i>Bewertung durch</i>	Individuen, Gesellschaft		Staat, Staatliche Stellen
<i>Fachausdruck deutsch</i>	Akzeptiertes Risiko		Tolerierbares Risiko
<i>Fachausdruck englisch</i>	Expressed preferences	Revealed preferences	Approved preferences
<i>Umschreibung</i>	Verbal ausgedrücktes Sicherheitsbedürfnis	Durch Handlungen ausgedrücktes Sicherheitsbedürfnis	In Regeln festgelegte Sicherheitsstandards, „Schutzziele“
<i>Basis der Bewertung</i>	Risikowahrnehmung		Gesetze (ökonomische Prinzipien)

Es ist anzunehmen, dass die formelle Bewertung durch die informelle Bewertung beeinflusst wird. Dies dürfte vor allem dann der Fall sein, wenn Schutzziele nicht aufgrund von Risiko-statistiken, sondern aufgrund des Risikoempfindens der Bevölkerung festgelegt werden.

Eine detaillierte Darstellung wichtiger Begriffe zu Naturgefahren und Risiken befindet sich in Anhang I.

2.5.2 Wahrnehmung, Risikoakzeptanz und Tolerierbarkeit

Starr (1969) untersuchte in den 1970er Jahren tatsächlich akzeptierte Risiken aus Unfallstatistiken und verglich diese Risiken mit dem damit verbundenen Nutzen für den Risikobetroffenen. Die Untersuchungen ergaben folgende grundlegenden Erkenntnisse:

- Das mit einer Aktivität eingegangene Risiko steigt exponentiell in Abhängigkeit vom damit erzielten Einkommen.
- Freiwillige Risiken dürfen 1000mal grösser sein als ‚unfreiwillige‘ Risiken.
- Das tolerierbare Risiko für freiwillige Aktivitäten entspricht etwa der mittleren Sterbewahrscheinlichkeit infolge Krankheit.
- Die Tolerierbarkeit des Risikos ist etwa proportional zur dritten Potenz des (realen oder imaginären) Nutzens (Zahlungsbereitschaft für diese Aktivität).
- Das tolerierbare Risiko steigt mit dem Bewusstsein des Nutzens (dargestellt durch die Zahl der Benutzer, der Werbung für und der Nützlichkeit einer Aktivität).
- Das akzeptierte Risiko ist umgekehrt proportional zur Zahl der involvierten Personen.
- Am Beispiel der Atomenergie vertritt Starr (1969) die Auffassung, dass betriebswirtschaftliche Überlegungen zu einem Sicherheitsstandard führen, der deutlich über der öffentlichen Akzeptabilität liegt.

Die Forschung befasste sich auch später wiederholt mit den Zusammenhängen zwischen wahrgenommenem und akzeptiertem Risiko (Litai, 1983, Slovic, 1987). Gewisse Kriterien (Freiwilligkeit, Ernsthaftigkeit, Ursprung, Wirkungseintritt, Exposition, Kontrollierbarkeit, Vertrautheit, Nutzen, Notwendigkeit, Reparierbarkeit, Fairness der Risikoübernahme) führen dazu, dass objektiv gleiche Risiken unterschiedlich wahrgenommen und damit auch unterschiedlich akzeptiert werden. Litai (1983) verwendete zum Vergleich verschiedener Risikobewertungen so genannte Konversionsfaktoren.

Tabelle 15 Die Art des Risikos beeinflusst die Wahrnehmung und Bewertung entscheidend: Risiko-Konversionsfaktoren (RCF) (Litai et al., 1983).

<i>Risiko-Konversion</i>	<i>Wert des Konversionsfaktors</i>
natürlich/‚man-made‘	20
gewöhnlich/katastrophal	30
freiwillig/unfreiwillig	100
verspätet/sofort	30 (11)
kontrollierbar/unkontrollierbar	5-10
alt/neu	10
nötig/unnötig	1 (7)
regelmässig/gelegentlich	1

Der Zusammenhang zwischen wahrgenommenem und akzeptiertem Risiko überträgt sich – zumindest bezüglich einzelner Faktoren – auch auf das tolerierbare Risiko. Was besser akzeptiert ist, gilt auch als besser tolerierbar. Die Risikobewertung und damit die Festlegung von Schutzzielen steht unter dem Einfluss von Wahrnehmung, Nutzen, Aversion, gesellschaftlichem Kontext und Werthaltungen (Abbildung 9).

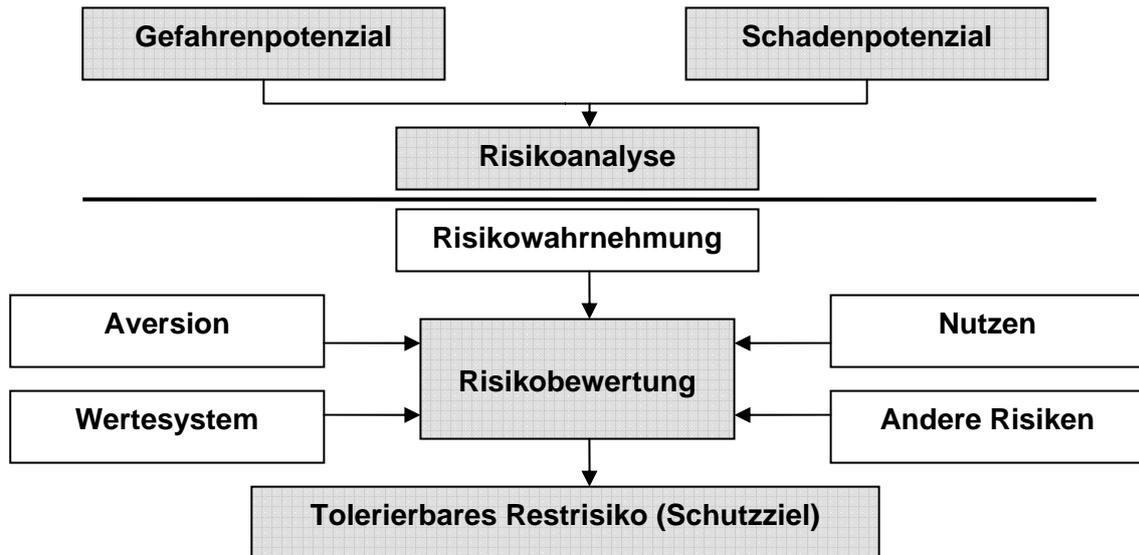


Abbildung 9 Schutzziele und ihre Einflussfaktoren nach Heinimann (2002).

Naturrisiken werden deutlich besser akzeptiert als menschengemachte Risiken (Tabelle 15). Auch Seiler (1997) vertritt die Ansicht, dass bezüglich Naturgefahren ‚etwas höhere‘ Risiken akzeptiert werden als bezüglich technischen Risiken. Gemäss Untersuchungen von Viscusi (1995) werden Naturrisiken aber auch überschätzt, vor allem im Vergleich zu sozialen Risiken (Abbildung 10).

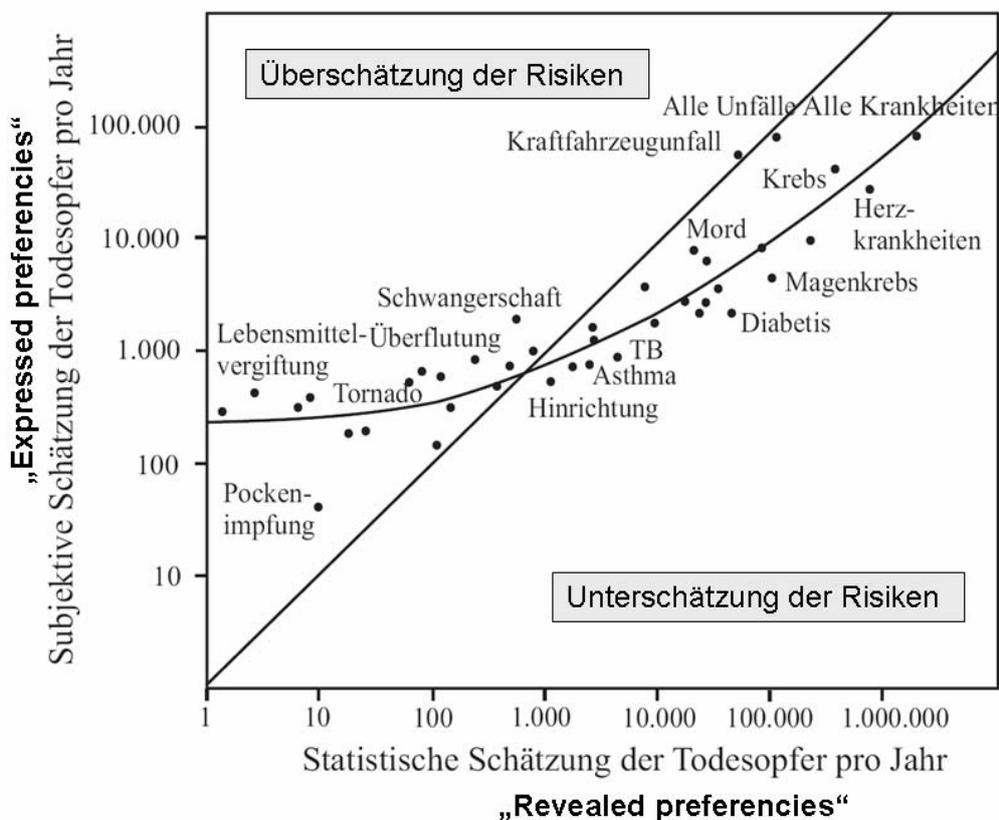


Abbildung 10 Subjektive Wahrnehmung und statistische Schätzung von Todesopfern pro Jahr weichen voneinander ab (Viscusi, 1995 gemäss Darstellung von Proske, 2004).

2.5.3 Schutzziele im Risikomanagement

Die Schutzziele stellen eine normative Festlegung dar (Seiler, 1995f; Greminger, 2002; Heinemann, 2002), die sich häufig auf eine bestimmte Situation begrenzt (Tabelle 14). Die Festlegung erfolgt dabei meist (hierarchisch) durch Experten oder Verwaltungsbehörden. Eine demokratische Legitimation durch die Risikobetroffenen fehlt in der Regel. Dennoch besteht meist eine breite Akzeptanz unter den beteiligten Akteuren.

Die ersten Festlegungen zu tolerierbaren Risiken entstanden mit dem Aufkommen der Nukleartechnologie. Farmer (1967) führte im Umgang mit Kernkraft Risiken eine sogenannte Boundary-Line zwischen akzeptierbaren und nicht akzeptierbaren Risiken ein. Diese Festlegung setzte eine probabilistische Risikoanalyse voraus. Farmer setzte den Ankerpunkt seiner Toleranzlinie für ein einzelnes Kernkraftwerk bei einer Wahrscheinlichkeit von $1.5 \cdot 10^{-4}$ für eine Freisetzung von 10^4 Curies I^{131} fest. Bei einer solchen Freisetzung wird mit 33 Todesfällen (Schilddrüsenkrebs) gerechnet. Die Steigung der Toleranzlinie definierte Farmer „völlig subjektiv“ mit -1.5 im doppelt logarithmischen Raum und führte damit eine überproportionale Gewichtung grosser Schäden ein.

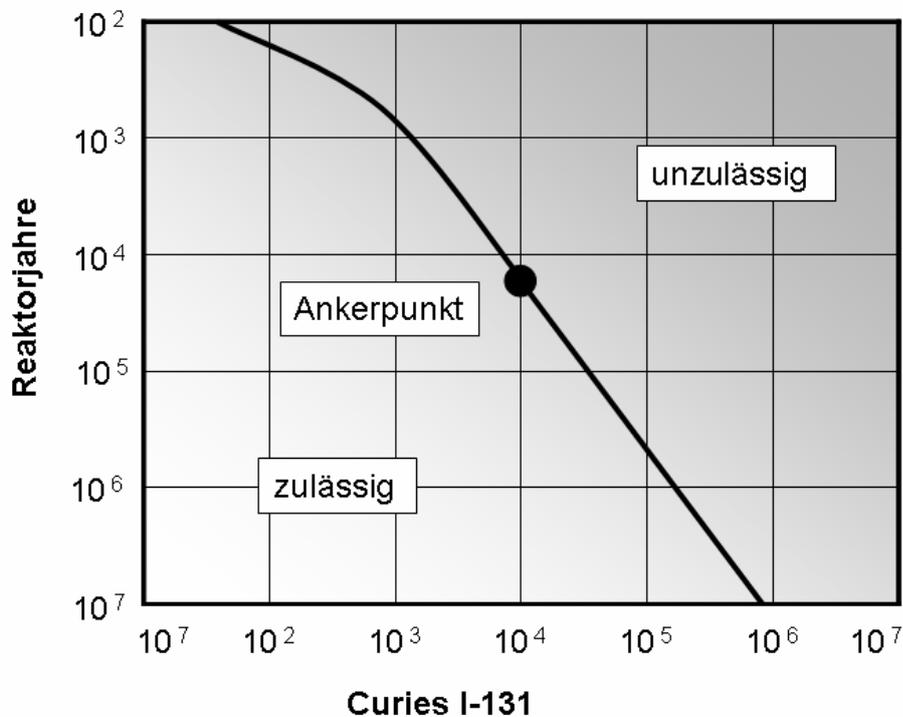


Abbildung 11 'Farmer-Kurve' zur Abgrenzung zwischen zulässiger und unzulässiger Freisetzung von radioaktivem I^{131} (Farmer, 1967).

2.6 Grenzwerte für tolerierbare Risiken

2.6.1 Grenzwerte der Verletzbarkeit

In der Schweiz werden seit längerem bei der Gefahrenkartierung und der Festlegung der künftigen Raumnutzung verschiedene Stufen (Gefahrenstufen) hinsichtlich Wirkungen von Naturprozessen auf Menschen (und Tiere) sowie auf Gebäude unterschieden (BFF, 1984). Massgebend sind dabei Häufigkeit und Intensität eines Gefahrenprozesses (Abbildung 12).

I n t e n s i t ä t	stark	9	rot 8	7	
	mittel	6	blau 5	4	
	schwach	3	2	gelb 1	weiss oder gelb-weiss gestreift
		hoch	mittel	gering	sehr gering
		Wahrscheinlichkeit			

Abbildung 12 Gefahrenstufen im Intensitäts-/Wahrscheinlichkeitsdiagramm für Naturprozesse (BWW, BUWAL, BRP, 1997).

Tabelle 16 Intensitäten gefährlicher Prozesse (Heinimann et al., 1998).

Gefahrenarten	Mass der möglichen Wirkung	starke Intensität	mittlere Intensität	schwache Intensität
Lawinen	Lawinenendruck	$P > 30 \text{ kN/m}^2$	$P > 3 \text{ kN/m}^2$	---
	Lawinenendruck	$P > 30 \text{ kN/m}^2$	$30 \text{ kN/m}^2 > P > 3 \text{ kN/m}^2$	$P < 3 \text{ kN/m}^2$
Sturz	kinetische Energie (Translation + Rotation)	$E > 300 \text{ kJ}$	$300 \text{ kJ} > E > 10 \text{ kJ}$	$E < 10 \text{ kJ}$
	kinetische Energie Masse und Volumen	$E > 300 \text{ kJ}$	---	---
Eissturz ist je nach gegebenen Verhältnissen wie Steinschlag, Felssturz oder wie Lawinen zu behandeln				
Hochwasser/ Murgang	Fließgeschwindigkeit und Überschwemmungshöhe (Wasser + Feststoffe)	$h > 2 \text{ m}$ oder $v \times h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$2 \text{ m}^* > h > 0.5 \text{ m}$ oder $2 \text{ m}^2/\text{s}^* > v \times h > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$h < 0.5 \text{ m}$ oder $v \times h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$
	Mittl. Mächtigkeit der beim Einzeler- eignis an der Böschung erwarteten Abtragung (d= senkrecht zur Böschung)	$d > 2 \text{ m}$	$2 \text{ m} < d < 0.5 \text{ m}$	$d > 0.5 \text{ m}$
	Geschwindigkeit und Mächtigkeit (h) der fließenden Massen	$h > 1 \text{ m}$ und $v > 1 \text{ m/s}$	$h > 1 \text{ m}$ oder $v > 1 \text{ m/s}$	---
Rutschung	Differentielle Bewegungen in Zug- / Scher- / Druckzonen; Anhaltspunkte: Geschwindigkeiten und Verschie- bungsbeträge	starke Differentialbewegun- gen; $v > 0.1 \text{ m} / \text{Tag}$ bei ober- flächlichen Rutschungen; Verschiebung $> 1 \text{ m}$ pro Er- eignis	$v: \text{ dm} / \text{Jahr}$ ($> 2 \text{ cm} / \text{Jahr}$)	$v < 2 \text{ cm} / \text{Jahr}$
Hangmuren	umgelagertes Volumen; Mächtigkeit (d) der mobilisierbaren Schicht	$d > 2 \text{ m}$	$2 \text{ m} > d > 0.5 \text{ m}$	$d < 0.5 \text{ m}$
Absenkung / Einsturz		---	Dolinen vorhanden	---

Die Angaben der Häufigkeit und der Intensität erfolgen in je drei Stufen (BWW, BUWAL, BRP, 1997). Bei den Häufigkeiten wird unterschieden zwischen 0-30jährigen Ereignissen (hohe Wahrscheinlichkeit), 30-100jährigen Ereignissen (mittlere Wahrscheinlichkeit) und 100-300jährigen Ereignissen (geringe Wahrscheinlichkeit). Die Intensitäten sind mit Wertebereichen für physikalische Phänomene verbunden (Heinimann et al., 1998 und Tabelle 16):

- Druckwirkungen (Lawinen);
- Kinetische Energien (Sturzprozesse);
- Fliessgeschwindigkeit und Fliesshöhe sowie Überschwemmungshöhe und Ablagerungshöhe (Hochwasserprozesse und Übermürungen).

Es werden folgende Stufen unterschieden:

- starke Intensität: Menschen und Tiere sind auch innerhalb von Gebäuden gefährdet; mit erheblichen Schäden an Gebäuden bis zu plötzlichen Gebäudezerstörungen ist zu rechnen;
- mittlere Intensität: Menschen und Tiere sind ausserhalb von Gebäuden stark, innerhalb von Gebäuden jedoch kaum gefährdet; Schäden an Gebäuden sind möglich;
- schwache Intensität: Menschen und Tiere sind innerhalb und ausserhalb von Gebäuden kaum gefährdet; mit Sachschäden in Gebäuden (z.B. Kellerräume) muss gerechnet werden.

Diese Wahrscheinlichkeits- und Intensitätsstufen stellen Grenzwerte der Verletzbarkeit dar.

2.6.2 Grundlagen zu Grenzwerten des tolerierbaren Risikos

2.6.2.1 Gesellschaftlich akzeptierte Risiken

Die Festlegung der Höhe des tolerierbaren Risikos basiert auf sozialem empirischer Forschung (Starr, 1969; Litai, 1983) und Erhebungen zu gesellschaftlich widerspruchslos hingegenommenen Risiken (Schneider, 1996). Die Gesellschaft kennt beispielsweise eine ganze Reihe offensichtlich akzeptierter, individueller Todesfallrisiken (Tabelle 17).

Tabelle 17 Widerspruchslos hingegenommene mittlere individuelle Todesfallrisiken (Schneider, 1996).

<i>Individuelles Todesfallrisiko pro Jahr</i>	<i>Todesfallrisiko über alle Ursachen</i>	<i>Berufsrisiken</i>	<i>Diverse Risiken</i>
$1 \cdot 10^{-5}$			Brand in Gebäude, Bergwandern
$5 \cdot 10^{-5}$		Arbeiten im Büro	Autofahren
$1 \cdot 10^{-4}$		Arbeiten in chemischer Industrie	10'000 km als Fussgänger zurücklegen, Deltafliegen
$5 \cdot 10^{-4}$		Bauarbeiten allg.	
$1 \cdot 10^{-3}$	Person 25-jährig	Holzfällen, Forstarbeiten	Motorradfahren
$1.5 \cdot 10^{-3}$			1 Flasche Wein/Tag
$3 \cdot 10^{-3}$	Person 45-jährig		
$4 \cdot 10^{-3}$			20 Zigaretten/Tag
$2 \cdot 10^{-2}$	Person 65-jährig		
$5 \cdot 10^{-2}$	Person 75-jährig		

Einige Autoren postulieren, dass ein Risiko tolerierbar sei, wenn es das Todesfallrisiko um maximal 1% verglichen mit allen anderen Todesfall-Ursachen, erhöht (Ale, 1991; Vrijling, 1995 und 1998; Morgan, 1997). Grundlage der Betrachtung ist dabei die Altersklasse mit der

geringsten Sterblichkeitsrate, nämlich jene der 10-14 Jährigen mit einer sich aus der Summe aller Ursachen ergebenden Todesfallwahrscheinlichkeit von 10^{-4} bis 10^{-3} (Abbildung 13). Flueler und Seiler (2003) leiten auf ähnliche Weise eine maximal tolerierbare Todesfallwahrscheinlichkeit bei unfreiwilligen Risiken von 10^{-5} ab.

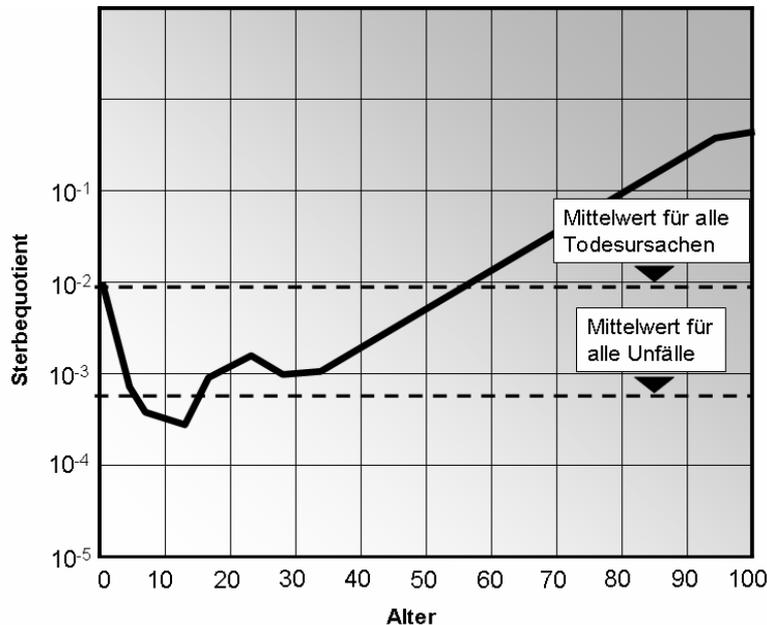


Abbildung 13 Sterbequotient nach Alter (Bundesamt für Statistik, Schweiz, 2000). Tolerierbare Risiken sollen einen Anteil von wenigen Prozent des tiefsten Sterbequotienten nicht übersteigen.

2.6.2.2 Zahlungsbereitschaft zur Vermeidung von Risiken

Eine weitere Grundlage zur Festlegung tolerierbarer Risiken sind die in grosser Zahl vorhandenen Studien über die Zahlungsbereitschaft für risikovermindernde Massnahmen (z.B. Stiefel, 1985; Viscusi, 1994; Tengs, 1995; Schneider, 1996; Wood, 1997; Dini, 1998; Gerdtham, 2002; Kishimoto, 2003). Die Zahlungsbereitschaft (Vermeidungskostenansatz) entspricht dem Betrag, den die Gesellschaft zur Vermeidung von Krankheiten und Unfällen und damit verbundenen Todesfallrisiken auszugeben bereit ist. Aus diesen Untersuchungen lassen sich Angaben über Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen ableiten (Tabelle 18).

Tabelle 18 Literaturangaben zur Zahlungsbereitschaft (Grenzkosten) für die Rettung eines Menschenlebens.

Währung	unterer Wert	oberer Wert	Quelle/Autor	Bemerkungen
Mio. U.S. \$	¹⁾ 0.9	¹⁾ 140	[1]	Statistik tatsächlicher Kosten
Mio. U.S. \$	0.6	4	[2]	Konsumentenverhalten
Mio. U.S. \$		2.6	[3]	Aufwendungen Verkehrssicherheit
Mio. Can. \$	1.2	3.8	[4]	Tatsächliche Zahlungsbereitschaft
Mio. U.S. \$		12	[5]	Befragung

¹⁾ Umgerechnet aus Angaben zu Grenzkosten pro gerettetes Lebensjahr; unterer Wert gilt für medizinische, oberer Wert für Umweltschutzmassnahmen.

Legende zu den Quellen

- [1] Tengs, T. O., Adams M. E. et al. (1995)
- [2] Viscusi, W. K. (1998)
- [3] Persson, U.; Norinder, A. et al. (2001)
- [4] Krupnick, A.; Alberini, A. et al. (2002)
- [5] Perreira, K. M.; Sloan, F. A. (2002)

Dabei fällt eine sehr grosse Divergenz zwischen den für verschiedene Risikosituationen ermittelten Grenzkosten auf. So untersuchten Tengs et al. (1995) mehr als 500 Massnahmen zur Verhinderung von vorzeitigen Todesfällen. Die Studie zeigt eine Spanne zwischen U.S. \$ 19'000 pro gewonnenes Lebensjahr für medizinische Massnahmen und U.S. \$ 2'800'000 für Umweltschutzmassnahmen auf.

Die Ergebnisse solcher Studien waren oft Anlass für Kritik an der Effizienz bestimmter Massnahmen, vor allem jener, die sich aus den Regeln zum Umweltschutz ergeben (Dini, 1998; Lutter, 1999; Subramanian, 2000; Gerdtham, 2002; Kishimoto, 2003).

2.6.2.3 Berechnungen tolerierbarer Risiken

Einen Ansatz zur Berechnung von Grenzwerten des tolerierbaren Risikos liefert Whittaker (1986). Er setzt das akzeptierbare Risiko mit der allgemeinen Veränderung der Lebenserwartung in Verbindung. Das akzeptierbare Risiko wird dargestellt als Quotient zwischen der allgemeinen jährlichen Zunahme der Lebenserwartung über der aufsummierten Lebenserwartung einer Person. Dieser Ansatz erfüllt die Pareto-Regel. Ein einzelnes Individuum wird durch die Auferlegung eines Risikos nicht schlechter gestellt, die Gesellschaft jedoch profitiert vom mit dem Risiko verbundenen Nutzen. Die Werte für das akzeptierbare Risiko variieren mit dem Alter (und der damit vorhandenen Lebenserwartung) der Person sowie der mittleren Lebenserwartung und der allgemeinen Zunahme der Lebenserwartung in der Gesellschaft, in der die Person lebt.

Auch aus der Formel zum Lebensqualitätsindex LQI lässt sich eine Angabe zur Zahlungsbereitschaft für lebensverlängernde Massnahmen ableiten (Pandey, 2003; Pandey, 2006) (Kapitel 2.4.1). Für einen konstanten LQI bei bekanntem Ausgangs-Brutto-Inlandprodukt (G) und bekannter Lebenserwartung (E) lässt sich unter Annahme eines q errechnen, um wie viel sich das Brutto-Inlandprodukt bei einer bestimmten angestrebten Veränderung der Lebenserwartung ändert. Daraus ergibt sich ein Wert für die Zahlungsbereitschaft für diese Veränderung der Lebenserwartung.

Tolerierbare Risiken können auch aufgrund der ‚zulässigen‘ Intensitäten gemäss Schutzzielmatrices errechnet werden (Kapitel 2.6.3.2). Dabei ergeben sich für verschiedene Aktivitäten oder Arten von Raumnutzung Werte für tolerierbare Objektrisiken und tolerierbare individuelle Risiken. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden solche Berechnungen durchgeführt (Kapitel 2.7.1.2).

Ebenso lässt sich die Höhe der tolerierbaren Risiken pro Gefahrenquelle aus Akzeptanzlinien in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen (F/N-Diagramme) berechnen. Auch hiezu wurden umfangreiche Berechnungen durchgeführt (Kapitel 2.6.4).

2.6.2.4 Abstufung der Grenzwerte

Die Höhe des tolerierbaren Risikos variiert gemäss anerkannter Praxis insbesondere nach dem Grad der Freiwilligkeit (Schneider, 1984; Stiefel, 1985; Schneider, 1996; Bohnenblust und Slovic, 1998). Freiwilligkeit, aber auch Beherrschbarkeit, persönlicher Nutzen, Zurechenbarkeit oder Langfristigkeit eines Risikos haben einen Einfluss auf die Höhe der Schwellenwerte (Griffiths, 1994; Seiler, 1995a, 1995c, 1995e, 2000 und 2002; Tansel, 1995; Subramanian, 2000; Frederick, 2003). Für freiwillige Risiken wird eine Todesfallwahrscheinlichkeit etwa in der Grössenordnung der natürlichen Sterbewahrscheinlichkeit, also 10^{-2} bis 10^{-3} pro Jahr angegeben. Für vollkommen unfreiwillig eingegangene Risiken liegen die angegebenen Werte etwa 1000mal tiefer, also zwischen 10^{-5} und 10^{-6} pro Jahr (Merz et al., 1995; Vrijling, 1995 und 1998; Stallen, 1996). Teilweise gelten noch tiefere Werte. Die UK Health and Safety Executive legt den Toleranzwert für unfreiwillige Risiken bei $3 \cdot 10^{-7}$ pro Jahr fest (Cassidy, 1996).

Die Freiwilligkeit ist in erster Linie Ausdruck der vorhandenen Handlungsoptionen. Entscheidend ist ferner der direkte Nutzen, den der Risikobetroffene aus einer Handlung zieht. Vrijling

(1995 und 1998) und Stallen (Stallen, 1996) versuchen, die Risiko-Kategorien durch Einführung eines ‚Policy factors‘ genauer zu umschreiben (Tabelle 19).

Tabelle 19 ‚Policy factor‘ zur Klassierung von Risikokategorien (nach Vrijling 1998). Freiwilligkeit und direkter Nutzen beeinflussen die Höhe des tolerierbaren Risikos.

<i>Wert des ‚Policy-Factors‘ als Funktion von Freiwilligkeit und Nutzen</i>			
<i>Policy-Factor</i>	<i>Freiwilligkeit</i>	<i>Direkter Nutzen</i>	<i>Beispiel</i>
10^2	total freiwillig	ja	Bergsteigen
10^1	freiwillig	ja	Motorradfahren
10^0	neutral	ja	Autofahren
10^{-1}	unfreiwillig	teilweise	Arbeit in Fabrik
10^{-2}	unfreiwillig	nein	Wohnen bei Flüssiggastankanlage

Schneider (1996) führte zur Kategorisierung der Risiken nebst der ‚Freiwilligkeit‘ auch die ‚Möglichkeit der Einflussnahme‘ ein (Abbildung 14).

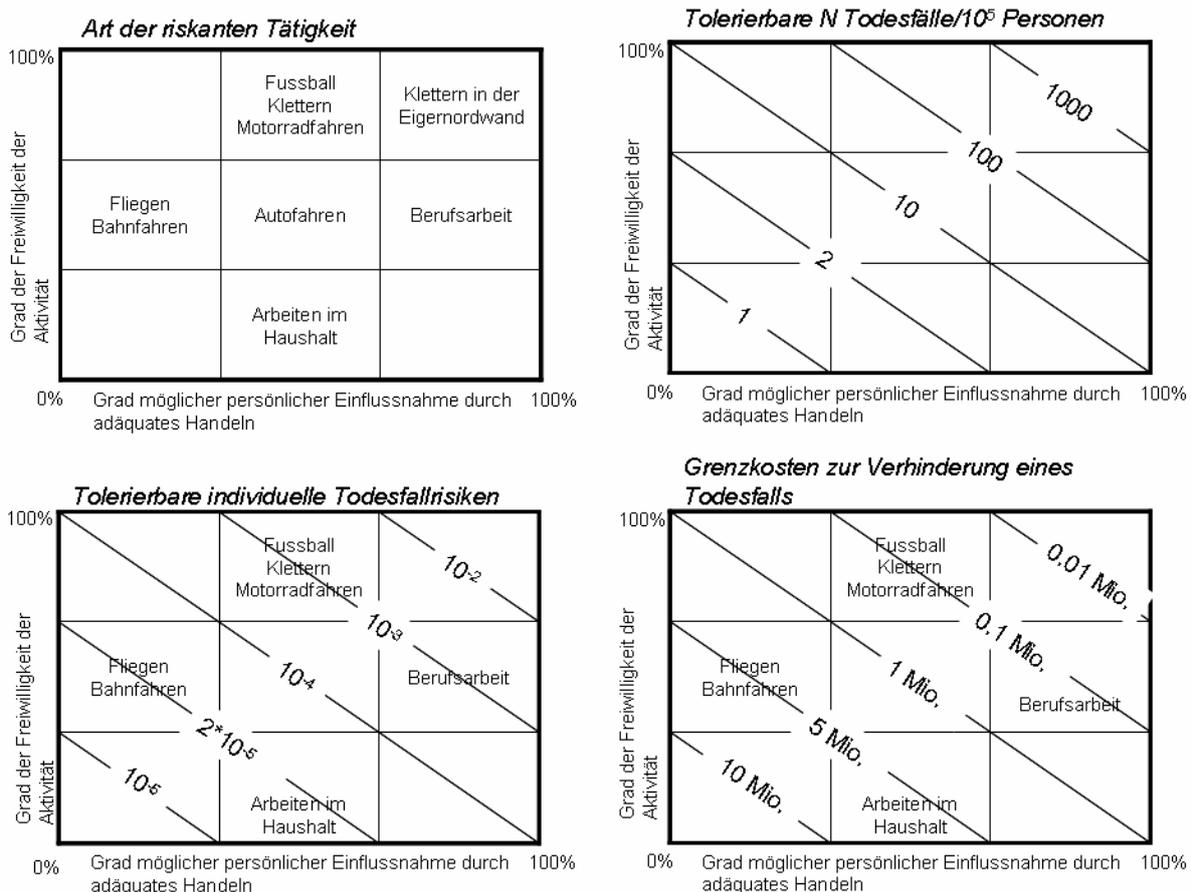


Abbildung 14 Risikokategorien nach Grad der Freiwilligkeit und Möglichkeit der Einflussnahme. Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken und Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen stehen in einem umgekehrt proportionalen Verhältnis (Schneider, 1996).

Wie bereits dargelegt, liegt der Unterschied zwischen unfreiwilligen und freiwilligen tolerierbaren Todesfallrisiken in einem Verhältnis von 1:1000. (Die Diagonalenwerte in Abbildung 14 oben rechts entsprechen tolerierbaren Todesfallrisiken pro 100'000 Personen und einem

Jahr). Damit ergeben sich Werte für ein tolerierbares individuelles Todesfallrisiko von 10^{-2} und 10^{-5} pro Jahr (Abbildung 14 unten links).

Einzelne Autoren widersetzen sich dem Konzept einer generellen Abstufung von Risiken nach dem Grad der Freiwilligkeit (Ramsberg, 2002). Eine Reduktion der Aufwendungen zur Verhinderung von Todesfällen bei freiwilligen Risiken sei nur gegeben, wenn der Risikobetroffene

- alle relevanten Informationen über das Risiko, den Nutzen und die Alternativen besitzt;
- die Fähigkeiten und die Erfahrung hat, diese Informationen zu verarbeiten;
- für sein eingegangenes Risiko kompensiert wurde.

2.6.3 Grenzwerte für tolerierbare individuelle Todesfallrisiken

2.6.3.1 Grenzwerte in der Literatur

Zulässige individuelle Todesfallrisiken werden als Grenzwerte angegeben. Zu den frühesten derartigen Festlegungen gehören jene von Starr (1981), der eine tolerierbare obere Grenze von 10^{-4} pro Jahr für kernkraftwerkbedingte Todesfallrisiken angab. Im gleichen Zusammenhang nannte er einen Zielwert von 10^{-8} pro Jahr, was einem Hundertstel des minimalen Risikos durch Naturgefahren entspricht, dem alle Leute ausgesetzt sind. Diese Werte würden gesellschaftlich akzeptiert und berücksichtigen einen Spielraum für Unsicherheiten.

In den meisten Literaturangaben bewegen sich tolerierbare Todesfallwahrscheinlichkeiten zwischen 10^{-6} und 10^{-3} pro Jahr (Merz et al. 1995; Bohnenblust und Slovic, 1998; Seiler, 2000) (Tabelle 20). Die Angaben zur Höhe des tolerierbaren Risikos variieren stark (Faktor 1'000 bis 10'000) und hängen von der Art der Risiken (freiwillig/selbstbestimmt oder unfreiwillig/fremdbestimmt) und vom Kontext ab (Merz et al., 1995). Für Risiken am Arbeitsplatz gilt verbreitet ein Wert von 10^{-4} (Wilhelm, 1999). Dieser Wert wurde auch für naturgefahrenbedingte Berufsrisiken von Strassendiensten angegeben (Margreth, 2003). Insgesamt herrscht in der Literatur ein breiter Konsens darüber, dass das unfreiwillig eingegangene tolerierbare individuelle Todesfallrisiko den Wert von 10^{-5} bis 10^{-6} nicht übersteigen sollte. Einen höheren Wert schlägt jedoch der Leitfaden Risikokonzepnt Lawinen der PLANAT vor (Bründl M. et al., 2006).

Die tolerierbare Todesfallwahrscheinlichkeit ist bei Naturrisiken höher angesetzt als bei technischen Risiken – anhand der untersuchten Beispiele etwa im Verhältnis 2:1 (oberer Wert) bis 70:1 (unterer Wert) (Abbildung 15).

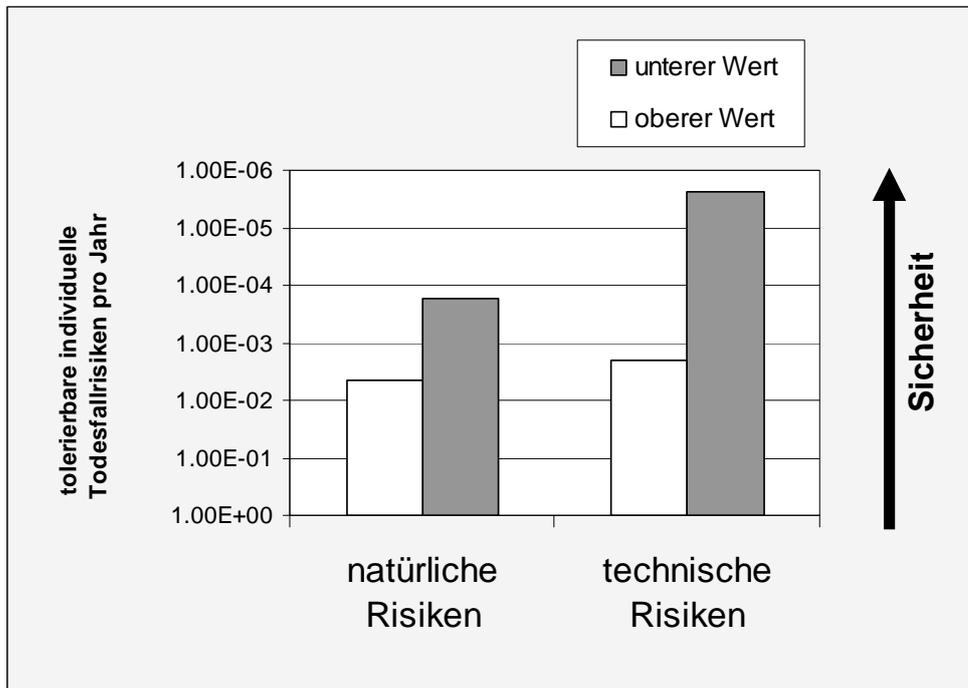


Abbildung 15 Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken mit natürlicher und technischer Ursache gemäss Angaben in der Literatur. Für technische Risiken sind deutlich höhere Sicherheiten gefordert.

Ferner zeigt eine Zusammenstellung der Grenzwerte für tolerierbare individuelle Todesfallrisiken, dass der Wert in den letzten 25 Jahren etwa konstant blieb (Tabelle 20).

Tabelle 20 Grenzwerte für individuelle Todesfallwahrscheinlichkeiten.

Anwendungsbereich	Bezeichnung des Schutzzieles/Autor	Jahr	Höhe des Grenzwertes (Todesfallwahrscheinlichkeit/Jahr)	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Kernkraftwerke	Starr	1981	10^{-8}	10^{-4}
Berufsrisiken WSUME	VBS (Bienz, 2000)	1991	10^{-4}	10^{-4}
Drittrisiken WSUME	VBS (Bienz, 2000)	1991	10^{-5}	10^{-5}
Hangrutsche best. Risiken	Fell	1994	10^{-3}	10^{-2}
Berufsrisiken	Paté-Cornell	1994	10^{-6}	10^{-4} bis 10^{-3}
gesellschaftliche Risiken	Paté-Cornell	1994	10^{-8} bis 10^{-7}	10^{-6} bis 10^{-5}
technische Risiken allgemein	Merz et al.	1995	10^{-6}	10^{-2}
Industriebetriebe, Pipelines	Cassidy	1996	$3 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}
Bauwesen	Schneider	1996	10^{-5}	10^{-2}
Naturrisiken allgemein	Borter	1999	10^{-6}	10^{-2}
Berufsrisiken Naturgefahren	Wilhelm	1999	10^{-4}	10^{-4}
Berufsrisiken	Paté-Cornell	2002	10^{-6}	10^{-3}
gesellschaftliche Risiken	Paté-Cornell	2002	10^{-7} bis 10^{-6}	10^{-4}
Hangrutsche best. Risiken	Ko	2003	10^{-5}	10^{-4}
Hangrutsche neue Risiken	Ko	2003	10^{-6}	10^{-5}
Fracht-/Personenzüge	Ko	2003	10^{-6}	10^{-6}
Erdbebengef. best. Gebäude	SIA	2004	10^{-5}	10^{-5}
Naturrisiken allgemein	PLANAT	2004	$4 \cdot 10^{-6}$	10^{-2}
Kernkraftwerke	INSAG	2006	10^{-6}	10^{-6}
Naturrisiken allgemein	PLANAT Leitfaden	2006	$2 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}

2.6.3.2 Grenzwerte in Schutzzielmatrices

Schutzzielmatrices stellen dar, welche Intensität eines Gefahrenprozesses bei einer bestimmten Jährlichkeit für eine bestimmte Art der Raumnutzung (Objektkategorie) zulässig ist. Dieses Schutzzielkonzept wird im Management von Naturrisiken verbreitet angewendet (Kapitel 2.7.6).

Mit der Methode gemäss Anhang II (Risiko als Integral im F/N-Diagramm mit linearer Skalierung) wurde berechnet, welche individuellen Risiken sich aus den Schutzzielen gemäss der Schutzzielmatrix nach BUWAL Umweltmaterialien 107 ergeben (Borter, 1999). Die Objektar-

ten wurden einer der vier Risikokategorien (‚Freiwilligkeitsklassen‘) zugeordnet (Schneider, 1984; Schneider, 1996) (Anhang III, 3. Spalte).

Anhand der tolerierbaren Intensitäten gemäss Schutzzielmatrix (Borter, 1999) wurden die kollektiven tolerierbaren Risiken pro Objektkategorie für eine normierte Fläche von 1 Are berechnet. Aus den in BUWAL Umweltmaterialien (Borter, 1999, Bd. II) enthaltenen Angaben zur Anzahl gefährdeter Personen und der Abschätzung der Identität der betroffenen Personen ergab sich die Anzahl betroffener Individuen (Anhang III, 4. Spalte), so dass sich mittels Division der Objektrisiken durch die Zahl betroffener Individuen das individuelle Risiko für jede Objektkategorie berechnen lässt. Es wurde von einer mittleren, ‚typischen‘ Anzahl betroffener Individuen ausgegangen. Im Einzelfall kann die Zahl betroffener Individuen erheblich variieren, was entsprechende Auswirkungen auf das Berechnungsergebnis zur Folge hat.

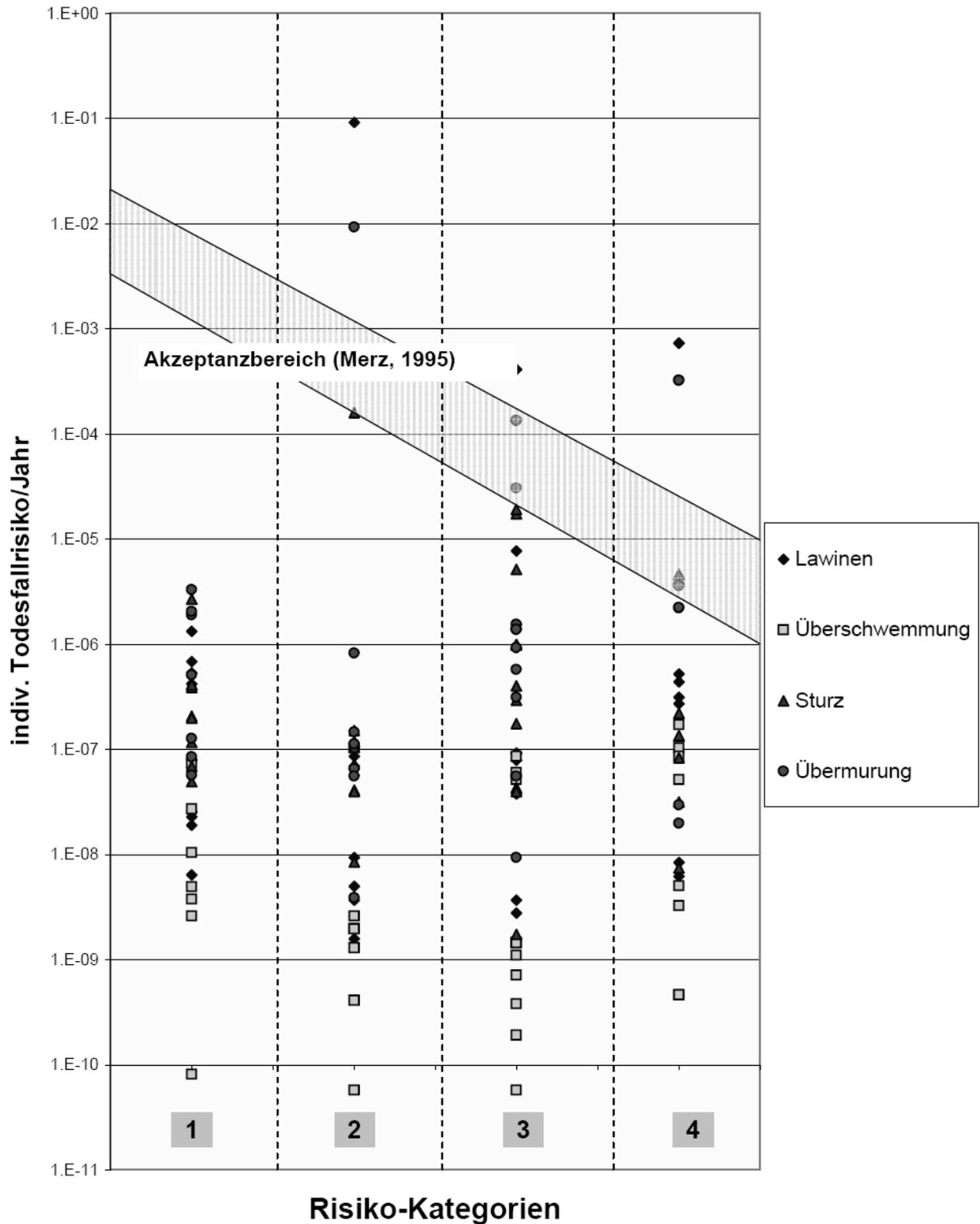


Abbildung 16 Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken einzelner Objektkategorien gemäss Schutzzielmatrix (Borner, 1999) im Vergleich zu tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken in der Literatur (Merz et al., 1995, schraffierter Bereich). Es werden vier Risiko-Kategorien zwischen freiwillig eingegangenen, beeinflussbaren [1] und unfreiwillig eingegangenen, unbeflussbaren [4] Risiken unterschieden.

Tabelle 21 Tolerierbares individuelles Risiko gemäss Schutzzielmatrix nach Borter (1999) im Vergleich zu den tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken nach PLANAT (2004)

<i>Objektkategorie</i>	<i>Risikokategorie¹⁾</i>	<i>tolerierbares individuelles Todesfallrisiko gem. Berechnung anhand Schutzziel-Matrix</i>	<i>tolerierbares individuelles Todesfallrisiko gem. Angabe in PLANAT (2004b)</i>
Lawinenrisiken			
Ein-/Zweifamilienhaus	4	$7.29 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Mehrfamilienhaus	4	$4.36 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Stall	3	$4.12 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Weidestall	2	$9.12 \cdot 10^{-2}$	10^{-3} bis $2 \cdot 10^{-4}$
Eisenbahn (Benutzer)	4	$8.39 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Gewerbebaute	3	$1.54 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Autobahn (Benutzer)	3	$2.78 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Gemeindestrasse (Benutzer)	3	$7.74 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Wanderweg	1	$4.18 \cdot 10^{-7}$	10^{-2} bis 10^{-3}
Überschwemmungsrisiken			
Ein-/Zweifamilienhaus	4	$4.62 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Mehrfamilienhaus	4	$8.58 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Stall	3	$1.92 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Weidestall	2	$1.30 \cdot 10^{-9}$	10^{-3} bis $2 \cdot 10^{-4}$
Eisenbahn (Benutzer)	4	$2.95 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Gewerbebaute	3	$8.58 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Autobahn (Benutzer)	3	$3.06 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Gemeindestrasse (Benutzer)	3	$6.01 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Wanderweg	1	$4.95 \cdot 10^{-9}$	10^{-2} bis 10^{-3}
Sturzrisiken			
Ein-/Zweifamilienhaus	4	$4.62 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Mehrfamilienhaus	4	$1.36 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Stall	3	$1.92 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Weidestall	2	$1.60 \cdot 10^{-4}$	10^{-3} bis $2 \cdot 10^{-4}$
Eisenbahn (Benutzer)	4	$7.50 \cdot 10^{-9}$	$3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-6}$
Gewerbebaute	3	$2.94 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Autobahn (Benutzer)	3	$1.75 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Gemeindestrasse (Benutzer)	3	$5.18 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-5}$
Wanderweg	1	$4.17 \cdot 10^{-7}$	10^{-2} bis 10^{-3}

Fortsetzung Tabelle nächste Seite.

Murgangrisiken

Ein-/Zweifamilienhaus	4	3.23 * 10 ⁻⁴	3 * 10 ⁻⁵ bis 4 * 10 ⁻⁶
Mehrfamilienhaus	4	3.59 * 10 ⁻⁶	3 * 10 ⁻⁵ bis 4 * 10 ⁻⁶
Stall	3	1.35 * 10 ⁻⁴	2 * 10 ⁻⁴ bis 3 * 10 ⁻⁵
Weidestall	2	9.23 * 10 ⁻³	10 ⁻³ bis 2 * 10 ⁻⁴
Eisenbahn (Benutzer)	4	2.95 * 10 ⁻⁸	3 * 10 ⁻⁵ bis 4 * 10 ⁻⁶
Gewerbebaute	3	1.54 * 10 ⁻⁶	2 * 10 ⁻⁴ bis 3 * 10 ⁻⁵
Autobahn (Benutzer)	3	9.38 * 10 ⁻⁹	2 * 10 ⁻⁴ bis 3 * 10 ⁻⁵
Gemeindestrasse (Benutzer)	3	3.05 * 10 ⁻⁵	2 * 10 ⁻⁴ bis 3 * 10 ⁻⁵
Wanderweg	1	2.05 * 10 ⁻⁶	10 ⁻² bis 10 ⁻³

¹ 1 = freiwillig, 4 = unfreiwillig



Schutzziel gem. PLANAT verletzt

Der Vergleich zwischen den berechneten tolerierbaren individuellen Risiken und den Grenzwerten, die in der Literatur für die jeweilige Risikokategorie angegeben sind, zeigte bei einigen Objektarten erhebliche Unterschiede (Abbildung 16, Tabelle 21 und Anhang IV). Bei Lawinen, Sturzprozessen und Murgängen liegen die errechneten Risiken für einzelne Objektarten deutlich über der oberen Akzeptanzlinie. Bei Überschwemmungen, für viele Objektarten auch bei den übrigen untersuchten Gefahrenprozessen, liegen die berechneten individuellen Todesfallrisiken dagegen teilweise weit unterhalb der unteren Akzeptanzlinie. Die detaillierten Resultate dieser Vergleichsrechnungen sind in Anhang IV grafisch dargestellt.

Insgesamt zeigt der Vergleich zwischen den berechneten Grenzwerten und den Angaben in der Literatur, dass die Anwendung der Schutzzielmatrix selten zur Überschreitung, häufig aber zur Unterschreitung tolerierbarer individueller Risiken führt. Der Vergleich macht auch deutlich, dass die Schutzzielmatrix nicht nur auf die unmittelbaren individuellen Todesfallrisiken ausgerichtet ist, sondern in ganz bedeutendem Mass andere Schäden, wie z.B. Sachschäden und indirekte Schäden berücksichtigt. So ergibt sich aus der Schutzzielmatrix z.B. für Verkehrsträger ein deutlich höherer Schutz, als dies aufgrund der tolerierbaren individuellen Risiken erforderlich wäre. Ebenso sieht die Schutzzielmatrix einen wesentlich höheren Schutz der Individuen in zusammenhängenden Siedlungsgebieten im Vergleich zu Individuen in Einzelgebäuden vor. Eine mögliche Erklärung dazu besteht in einer höheren Gewichtung von Grossschäden durch die Schutzzielmatrix.

2.6.4 Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen

Die meisten Angaben für Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen liegen zwischen CHF 0.5 bis 2 Mio. für freiwillige und CHF 5 bis 20 Mio. für unfreiwillige Risiken (Merz et al., 1995; Borter, 1999; PLANAT, 2004b). Für Arbeitsplatzrisiken wurden die Grenzkosten gemäss den meisten Literaturangaben bei CHF 4 Mio. festgelegt (Seiler, 2000; Bienz, 2000). Neuere Literatur empfiehlt, den Grenzkostenansatz im Management von Naturrisiken im Siedlungsraum oder an Verkehrsachsen generell bei CHF 5 Mio. pro verhinderten Todesfall festzulegen (Bründl et al., 2006).

Tabelle 22 Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen.

Bezeichnung des Schutzzieles/Autor	Jahr	Höhe der Grenzkosten (Mio. CHF/verh. Todesfall)		Anwendungsbereich
		Unt. Grenze	Ob. Grenze	
<i>bfu (Seiler, 2000)</i>	1988	1	15	Nicht-Berufsunfälle
VBS	1991	4	8	Berufsrisiken WSUME
VBS	1991	10	20	Drittrisiken WSUME
<i>Merz et al.</i>	1995	0.5	2	technische Risiken, freiwillig
<i>Merz et al.</i>	1995	5	20	technische Risiken, unfreiwillig
<i>Schneider</i>	1996	0.01	10	Risiken allg., Bauwesen
<i>Borter</i>	1999	0.5	2	natürl. Risiken allg., freiwillig
<i>Borter</i>	1999	5	20	natürl. Risiken allg., unfreiwillig
SIA	2004	10	10	Erdbebengefahr, best. Gebäude
PLANAT	2004	1	2	natürl. Risiken allg., freiwillig
PLANAT	2004	10	20	natürl. Risiken allg., unfreiwillig
PLANAT Leitfaden	2006	5	5	Naturrisiken Siedlung/Verkehr

Ähnlich wie bei den Grenzwerten für individuelle Todesfallrisiken sind auch die Grenzkosten zur Verhinderung eines Todesfalls nach Risiko-Kategorien (Kapitel 2.6.1.4) abgestuft.

Schneider (1996) verbindet die beiden Konzepte und hält zwischen den Werten für tolerierbare individuelle Todesfallrisiken und jenen für tolerierbare Grenzkosten eine umgekehrt proportionale Abhängigkeit fest. Dabei werden im entsprechenden Diagramm (Abbildung 14, unten links) Grenzwerte von 10^{-5} für tolerierbare unfreiwillige Todesfallrisiken und von 10^{-2} für entsprechende freiwillige Risiken eingesetzt. Die Grenzkosten werden auf CHF 10 Mio. pro verhinderten Todesfall bei völlig unfreiwilligen und CHF 10'000 pro verhinderten Todesfall bei völlig freiwilligen Risiken angesetzt (Abbildung 14, unten rechts). Bei Verwendung dieser Werte ergibt das Produkt aus tolerierbarem Todesfallrisiko pro Jahr und den für die entsprechende Aktivität veranschlagten Grenzkosten an jeder Stelle des Diagramms konstant einen Betrag von CHF 100 pro Jahr.

Vereinzelt werden auch Grenzkostenwerte oder Kostenwirksamkeiten angegeben, die zur Erreichung eines tolerierbaren individuellen Risikos einzuhalten sind: Gemäss der Wegleitung zur Verbesserung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude gilt eine Erdbebensicherungs-massnahme als noch zumutbar, wenn die Kosten unter 100 Mio. CHF pro gerettetes Menschenleben liegen (Duvernay, 2005). Gemeint sind damit Aufwendungen mit dem Ziel, das individuelle Todesfallrisiko für eine bestimmte (höchstbetroffene) Person auf unter 10^{-5} pro Jahr zu reduzieren. Diese Festlegung der zumutbaren Kosten ist bemerkenswert. Es handelt sich um eine Vorgabe von Maximalkosten für die Reduktion individueller Todesfallrisiken. Der Wert wurde für individuelle Risiken um Faktor 10 höher angesetzt als für kollektive Risiken.

Der PLANAT ‚Synthesebericht – Strategie zur Umsetzung des Bundesratsbeschlusses vom 20. August 2003‘ empfiehlt in Fällen, in denen sich die Einhaltung des individuellen Risikos als sehr aufwändig erweist, die Grenzkosten für das individuelle Risiko beim 2 bis maximal 3-fachen Wert der Grenzkosten für das kollektive Risiko anzusetzen (PLANAT, 2004b).

2.6.5 Grenzkosten zur Verhinderung weiterer Schäden

In der Literatur sind auch vereinzelte Angaben zu Grenzkosten für andere Schadenindikatoren wie Verletzte, Evakuierte oder geschädigte Lebensgrundlagen zu finden. Die wenigen in der Literatur bekannten Angaben zu Umweltschäden bewerten diese aus der Optik der Umwelt als Lebensgrundlage der Menschen (Bevölkerungsschutz, 2003a; Wilhelm, 1997).

Tabelle 23 Grenzkosten zur Verhinderung verschiedener Arten von Schäden aus KATARISK (Bevölkerungsschutz, 2003a).

Schadenindikator	Definition	Grenzkosten
<i>physisch Geschädigte (P)</i>	Todesopfer	CHF 0,6 - 20 Mio./P
	Verletzte	CHF 4'000 - 300'000/P
	Mittelwert für Todesopfer, Verletzte, Kranke	CHF 1 - 2 Mio./P
<i>Evakuierte (Evak.)</i>	Mittelwert für Evakuierte	CHF 10'000/Evak.
<i>Unterstützungsbedürftige (Unt.)</i>	Kurzfristig mit hoher Selbständigkeit	CHF 10'000/Unt.
	Langfristig pflegeintensiv	CHF 100'000 /Unt.
<i>Lebensgrundlagen</i>	Landwirtschaftliche Nutzfläche (mittelfristige Schädigung)	CHF 1 Mio./km ²
	Wald (langfristige Schädigung)	CHF 10 Mio./km ²
	Langfristig geschädigte Lebensgrundlagen infolge chemischer Störfälle	CHF 50 Mio./km ²
	Langfristig geschädigte Lebensgrundlagen infolge KKW-Störfälle	CHF 200 Mio./km ²
<i>Sachschäden</i>		CHF 1/CHF

Die Grenzkosten zur Vermeidung von Schäden an Lebensgrundlagen stehen im Zusammenhang mit Kontaminationseffekten und sind daher für die Belange des Managements von Naturrisiken vermutlich hoch angesetzt. Bei Naturgefahren fallen meist nur die Räumungskosten und kurzzeitige Produktionsausfälle in Betracht, eine Dekontamination ist in der Regel nicht erforderlich.

Bei den Sachschäden spricht sich die KATARISK-Studie für maximal einen Franken pro verhinderten Franken Schaden aus (Bevölkerungsschutz, 2003a). In der Rechtsprechung wurde dieser Grundsatz untermauert durch die ‚Learned Hand Rule‘, nach welcher Sicherheitsmassnahmen solange getroffen werden müssen, als der Erwartungswert des dadurch vermiedenen Schadens grösser ist als die Kosten für seine Vermeidung (Mathis, 2004).

Bemerkenswert ist im Vergleich dazu der PLANAT-Schutzzielvorschlag 2004 (Tabelle 28), wonach die Grenzkosten für unfreiwillige Sachrisiken bis zum vierfachen Wert des vermiedenen Schadens angesetzt sind (PLANAT, 2004b). Diese Festlegung trägt dem Umstand Rechnung, dass bei Risiken mit geringer Freiwilligkeit und Selbstbestimmung die mit den Risiken verbundenen indirekten Kosten und die Pflicht zur Risikoverminderung schwerer wiegen (Th. Schneider, Mitverfasser des Syntheseberichtes, schriftliche Auskunft vom 11.7.2006). Neuere Vorschläge plädieren für maximale Grenzkosten von 1 CHF/CHF (Bründl et al., 2006).

2.6.6 Akzeptanzlinien in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen

2.6.6.1 Lage der Akzeptanzlinien

Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramme (F/N-Diagramme) werden in der Beurteilung und Bewertung technischer Risiken häufig verwendet (Kapitel 2.7). In einem Punktdiagramm werden Risikoszenarien nach Häufigkeiten (Abszisse) und nach Konsequenzen (Ordinate) dargestellt. Die Aggregation der Szenarien zum Gesamtrisiko erfolgt durch mathematische Integration der Fläche, die durch die Punkte der verschiedenen Szenarien und die Achsen des Diagramms begrenzt ist (Anhang II). Die Tolerierbarkeit von Risiken wird (ähnlich wie bei Farmer's 'Boundary-Line', Kapitel 2.5.1.3) durch Diagonalen (sog. Akzeptanzlinien) im Diagrammfeld dargestellt (Abbildung 22). Über die Akzeptanzlinie hinaus reichende Szenarien gelten als nicht tolerierbar.

Ein Vergleich der Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen zeigt erhebliche Unterschiede zwischen den betrachteten Ländern und/oder Behörden sowie zwischen der Art der betrachteten Risiken. In Tabelle 24 sind die Eckwerte der Akzeptanzlinien aus der vergleichenden Zusammenstellung in einem Bericht von Ball (1999) dargestellt. Einige Akzeptanzlinien stellen dar, dass es ein Mass an Schädigungen gibt, das unabhängig von der Eintretenswahrscheinlichkeit als untragbar zu bezeichnen ist. Das Handbuch I zur Störfallverordnung gibt dieses maximal zulässige Schadenausmass mit ca. 2'200 Todesfällen (innert 30 Tagen als direkte Folge des Störfalles) und CHF 10 Mia. Sachschaden an (BUWAL, 1991). Andere Akzeptanzlinien legen diesen Wert bei 1'000 Todesopfern fest. Das Handbuch zur Störfallverordnung beschreibt auch ein Schadenmass, das ungeachtet der Eintretenswahrscheinlichkeit zulässig ist: ein Ereignis mit 2 Todesfällen liegt in jedem Fall im akzeptablen Bereich (Abbildung 22).

2.6.6.2 Berechnete tolerierbare Risiken in F/N-Diagrammen

Nach dem Verfahren in Anhang II (Risiko als Integral im F/N-Diagramm mit log-/log-Skalierung) wurden tolerierbare Objektrisiken für die verschiedenen Akzeptanzlinien berechnet (Abbildung 17).

Die aus verschiedenen Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen (Ball, 1999) errechneten tolerierbaren Risiken zeigen eine grosse Streubreite auf. Die tolerierbaren Risiken, im vorliegenden Fall Todesfallrisiken liegen oft um 2-3 Zehnerpotenzen auseinander.

Hohe Sicherheitsanforderungen ergeben sich aus den Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen bei Staudämmen und Gefahrgutbetrieben. Um bis zu Faktor 10 tiefer sind die geforderten Sicherheiten bei Gefahrguttransporten, Störfällen allgemein oder Kernanlagen. Unberücksichtigt bleibt bei diesen Darstellungen – wie bei den Darstellungen von Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen generell – die mutmassliche Grösse des Wirkungsgebietes. Störfälle in Kernanlagen betreffen im Fall einer Freisetzung von Radioaktivität ein sehr grosses Wirkungsgebiet, auf das sich das tolerierbare Risiko verteilt. Pro Flächeneinheit sind deshalb die tolerierbaren Risiken im Fall von Kernanlagen sehr gering.

Tabelle 24 Eckwerte von Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen: Die Akzeptanzlinien in bekannten F/N-Diagrammen (Ball, 1999; BUWAL, 1991) zeigen bedeutende Unterschiede in Lage und Neigung.

Name der Kurve	Ankerpunkt					Bemerkungen / Besonderheiten / minimales oder maximales Schadenausmass (SA)
	Land	Jahr	Wahrscheinl.	Schaden T-fälle	Neigung	
Farmer	UK	1967	$1.5 \cdot 10^{-4}$	≥ 33	-1.5	Kernreaktor
Groningen	NL	1978	$1 \cdot 10^{-4}$	≥ 10	-1/-2	Gefahrgut; Obergrenze ALARA ^{*)} ; max. SA: 1000 Todesfälle (Tf.)
Groningen	NL	1978	$1 \cdot 10^{-8}$	≥ 10	-1/-2	Gefahrgut; Untergrenze ALARA; max. SA: 10 Tf.
Kinchin	UK	1982	^{*)} $8 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-1	Kernreaktor, Sofort-Tf.
Kinchin	UK	1982	^{*)} $3 \cdot 10^{-6}$	≥ 10	-1	Kernreaktor, Todesfall-Spätfolgen
Hong Kong	HK	1988	$1 \cdot 10^{-4}$	≥ 10	-1	Neuer Gefahrgutbetrieb; max. SA: 1000 Tf.
Netherlands	NL	1980s	$1 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-2	Best. Gefahrgutbetrieb; Obergrenze ALARA; max. SA: 1000 Tf.
Netherlands	NL	1980s	$1 \cdot 10^{-7}$	≥ 10	-2	Best. Gefahrgutbetrieb; Untergrenze ALARA; max. SA: 100 Tf.
ACDS	UK	1991	$2 \cdot 10^{-4}$	≥ 500	-1	Gefahrgutstrecke; Obergrenze ALARA; max. SA: 10'000 Tf.
ACDS	UK	1991	$1 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-1	Gefahrgutstrecke; Untergrenze ALARA; max. SA: 100 Tf.
Offshore	UK	1991	^{*)} $7 \cdot 10^{-3}$	≥ 10	-1	Offshore-Installation mit 150 Betroffenen; Obergrenze ALARA; max. SA: 1'000 Tf.
Offshore	UK	1991	^{*)} $5 \cdot 10^{-6}$	≥ 10	-1.3	Offshore-Installation mit 150 Betroffenen; Untergrenze ALARA; max. SA: 1'000 Tf.
Störfall-VO	CH	1991	^{*)} $1 \cdot 10^{-6}$	≥ 30	-2	Div. Risiken; Obergrenze ALARA; min. SA: 9 Tf.; max. SA: ca. 2'200 Tf.
Störfall-VO	CH	1991	^{*)} $1 \cdot 10^{-8}$	≥ 30	-2	Div. Risiken; Untergrenze ALARA; min. SA: ca. 2 Tf.; max. SA: 500 Tf.
HK DG-Trsp.	HK	1997	$1 \cdot 10^{-4}$	≥ 10	-1	Flüssiggas-Transporte; max. 1'000 Tf.
HK DG-Trsp.	HK	1997	^{*)} $1 \cdot 10^{-3}$	≥ 10	-1	Chlorgas-Transporte; Obergrenze ALARA; max. SA: 1'000 Tf.
HK DG-Trsp.	HK	1997	^{*)} $1 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-1	Chlorgas-Transporte; Untergrenze ALARA; max. SA: 1'000 Tf.
Netherlands	NL	1996	$1 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-2	Best. Gefahrgutbetrieb; Obergrenze ALARA; keine Untergrenze ALARA; max. SA: 1000 Tf.
Netherlands	NL	1996	$1 \cdot 10^{-4}$	≥ 10	-2	Gefahrguttransporte pro km; Obergrenze ALARA; keine Untergrenze ALARA; max. SA: 1000 Tf.
Störfall-VO	CH	2001	^{*)} $1 \cdot 10^{-5}$	≥ 10	-2	Gefahrguttransporte pro 100 m; Obergrenze ALARA; min. SA: 10 Tf.
Störfall-VO	CH	2001	^{*)} $1 \cdot 10^{-7}$	≥ 10	-2	Gefahrguttransporte pro 100 m; Untergrenze ALARA; min. SA: 10 Tf.

^{*)} Lage Ankerpunkt bestimmt aus grafischer Darstellung

^{**)} ALARA: as low as reasonably achievable; ALARP: as low as reasonably possible

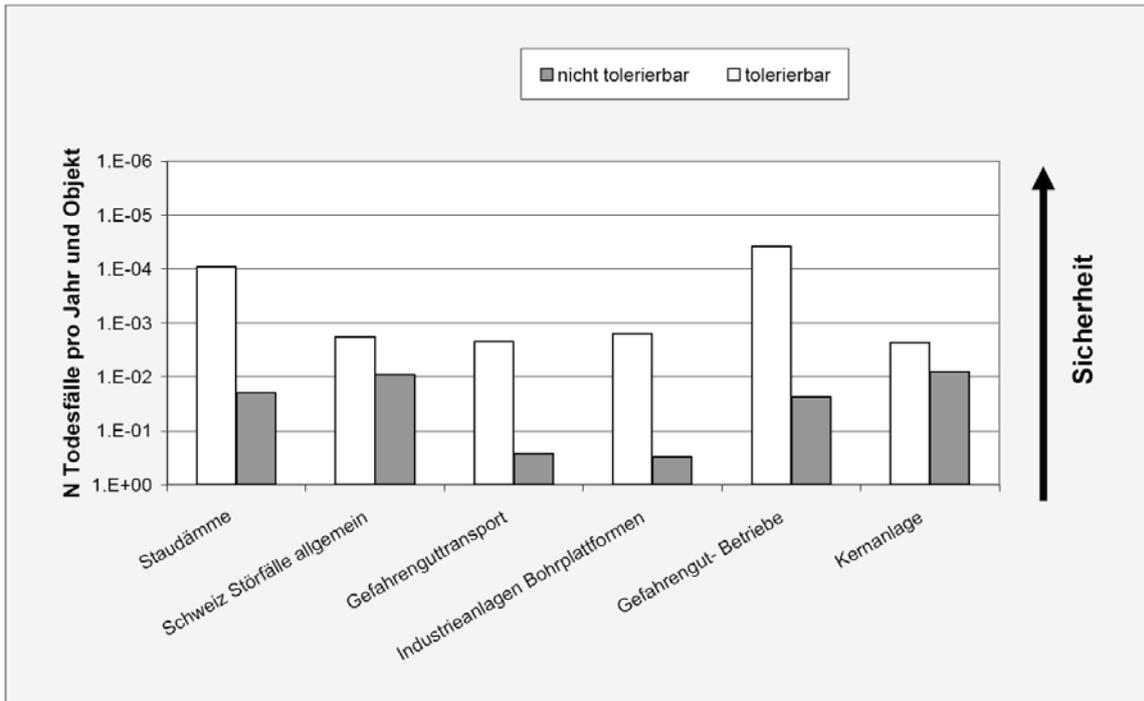


Abbildung 17 Die tolerierbaren Todesfall-Objektrisiken für verschiedene Typen gefährlicher Anlagen zeigen Abweichungen bis zu Faktor 10^2 (eigene Berechnungen).

Interessanterweise sind die tolerierbaren Risiken im Lauf der Zeit eher gestiegen. So wurde in den 1970er und 1980er Jahren das tolerierbare Risiko für Gefahrgutbetriebe in den Niederlanden noch 10mal geringer (Sicherheitsanforderungen 10 mal höher) angesetzt als Mitte der 90er Jahre für solche Betriebe in Hongkong, Grossbritannien und der Schweiz (Abbildung 18).

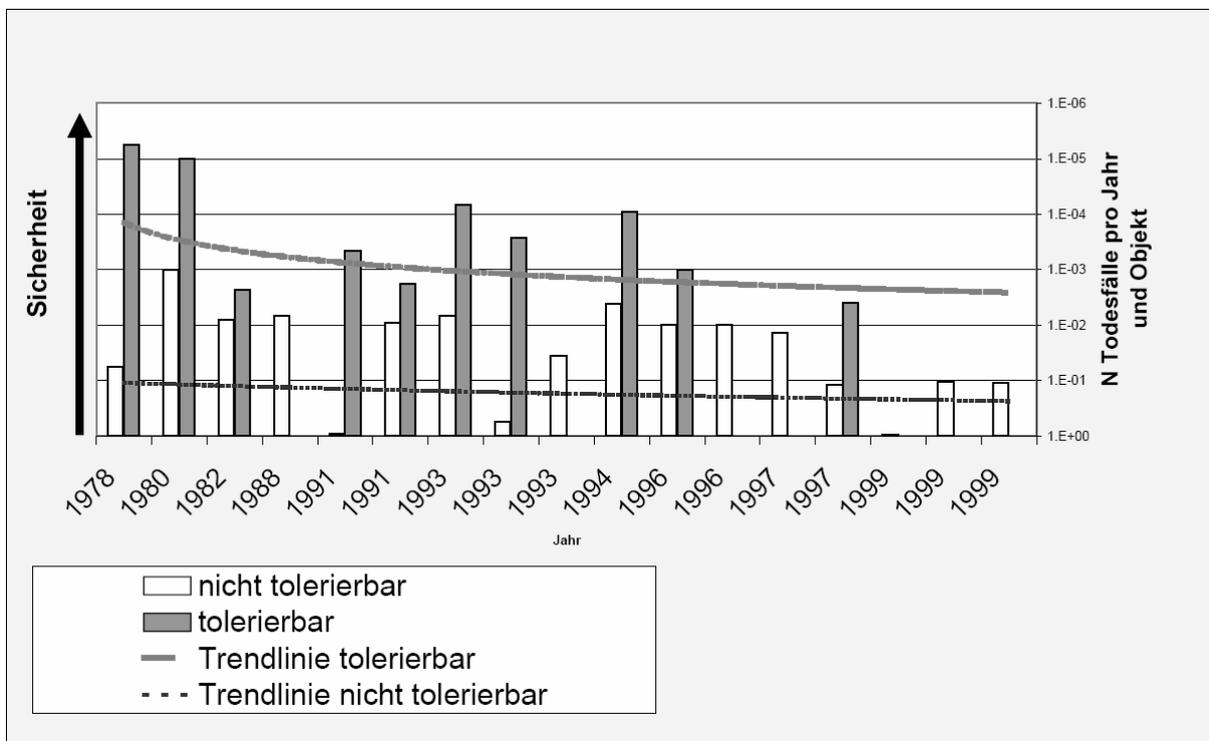


Abbildung 18 Entwicklung der tolerierbaren Todesfall-Objektrisiken zwischen 1978 und 2000. Im Laufe der 20 Jahre reduzierten sich die Sicherheitsstandards etwa um Faktor 10 (eigene Berechnungen).

Für einen Vergleich zwischen technischen Risiken und Naturrisiken wurden tolerierbare Risiken für 61 Sturz-, Lawinen- und Wildbachgefahrengebiete in der Gemeinde Engelberg (Kanton OW) mit den obigen Berechnungen von technischen Objektrisiken verglichen. Die Berechnung der tolerierbaren Risiken erfolgte mittels der Schadenerwartungswerte und der tolerierbaren Intensitäten anhand der Schutzzielmatrix (Borter, 1999) für 22 Sturzgebiete, 15 Lawinengebiete und 20 Gefahrengebiete mit Wildbach- und Hangprozessen (Tabelle 25).

Tabelle 25 Berechnung tolerierbarer kollektiver Risiken pro Gefahrenquelle für Naturgefahren in Engelberg.

<i>Art der Gefahr</i>	<i>Anzahl berücksichtigte Gefahrenquellen</i>	<i>Mittlere Grösse der Gefahrenquelle</i>	<i>Tolerierbares Risiko pro Gefahrenquelle</i>
<i>Einheit</i>	<i>N</i>	<i>Are</i>	<i>Todesfälle pro Jahr</i>
Sturz	22	936.82	0.022978
Lawine	15	2'819.97	0.332730
Wildbach/Hangprozesse	20	3'109.05	0.014486
<i>Mittel aller Gefahren</i>	57	2'194.57	0.101512

Die detaillierten Resultate sind in Anhang V dargestellt. Zwischen den einzelnen Gefahrenquellen bestehen erhebliche Unterschiede in der Grössenordnung von vier Magnituden. Besonders hoch sind die tolerierbaren Risiken in Lawinengebieten, geringer in Gebieten mit Wassergefahren und Hanginstabilitäten. Die mittlere Grösse pro Gefahrenquelle beträgt 22ha (entspricht einem kreisförmigen Wirkungsgebiet von 360m Durchmesser).

Der Vergleich mit internationalen Standards für technische Risiken und tolerierbaren Risiken gemäss Störfallverordnung in der Schweiz zeigt, dass die untersuchten natürlichen Gefahrenquellen ein deutlich, nämlich etwa zeh- bis hundertfach höheres tolerierbares Kollektivrisiko aufweisen (Abbildung 19).

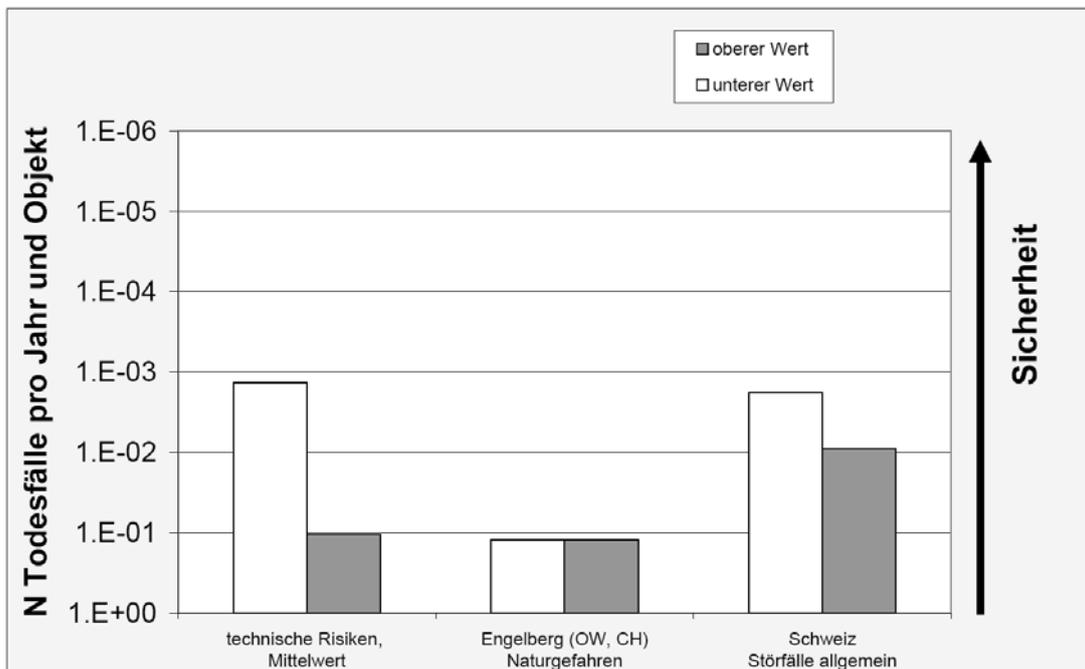


Abbildung 19 Tolerierbare Todesfall-Objektrisiken für verschiedene Risiko-Arten. Für die Naturgefahrengebiete ergeben sich etwa 10mal tiefere Sicherheitsstandards (eigene Berechnungen).

2.7 Schutzzielkonzepte

2.7.1 Entwicklung von Schutzzielkonzepten

Der praktische Umgang mit gefährlichen Prozessen kannte implizit schon immer Schutzziele, da seit jeher nicht alle denkbaren Massnahmen realisierbar waren. Obwohl dem klassischen Umgang mit Naturgefahren der Makel anlastet, der Gefahrenabwehr statt der Risikokultur verpflichtet zu sein, wurde bereits in vergangenen Jahrzehnten abgewogen, ob und welche Massnahmen ergriffen werden sollen. Unbestritten ist, dass in den letzten zehn Jahren ökonomische, ökologische und technologische Schranken des Umgangs mit Risiken zunehmend ins Bewusstsein rückten. Wesentlich ist dabei die Erkenntnis, dass jede gesellschaftliche Tätigkeit Nutzen bringt, aber auch Risiken birgt. Im öffentlichen Risikomanagement stellen sich auch Fragen der Rechtsgleichheit und Verhältnismässigkeit im Umgang mit Risiken. Diese Entwicklung verlangt zunehmend explizite Formulierungen tolerierbarer Risiken. Zuerst erfolgte dies im Bereich technischer Risiken.

Erste Festlegungen erfolgten in Form von Grenzwerten für die tolerierbaren Wahrscheinlichkeiten unerwünschter Vorgänge (z.B. Versagen eines Bauwerkes). Zunehmend wurden auch die Auswirkungen unerwünschter Vorgänge in die Überlegungen einbezogen, was zu einer Abstufung der Grenzwerte führte. Die unter Kapitel 2.5.1.3 erwähnte Einführung von Boundary-Lines (Farmer, 1967) stellte dabei einen bedeutenden Entwicklungsschritt dar. Dieser Ansatz wurde weiterentwickelt zur Darstellung tolerierbarer Risiken in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen (F/N-Diagramme). Diese jahrzehntealte Darstellung ist heute noch verbreitet.

Einen weiteren Schritt stellte der Einbezug von Effizienz- und Verhältnismässigkeitsüberlegungen dar. Das Mass des tolerierbaren Risikos wurde korreliert mit dem Nutzen der riskanten Tätigkeit und mit den Kosten der Risikoverminderung. Viele F/N-Diagramme tragen diesem Umstand Rechnung, indem sie zwischen tolerierbaren und untolerierbaren Risiken einen Zwischenbereich (ALARA- (as low as reasonably achievable) oder ALARP- (as low as reasonably possible) Bereich) einfügen, in dem Risiken nach Massgabe der Verhältnismässigkeit zu reduzieren sind.

Gegen den Ansatz der Darstellung von tolerierbaren Risiken in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen erwuchs in den 1990er Jahren Kritik in dreierlei Hinsicht:

1. Die Darstellung tolerierbarer Risiken in F/N-Diagrammen berücksichtigt keine einheitlichen und oft keine ausdrücklich definierte Systemgrösse. Dies wurde später für einzelne Risikosituationen (Verkehrswege, Rohrleitungen) korrigiert.
2. Die Akzeptanzlinien in F/N-Diagramme berücksichtigen das gesamte Risikoprofil insofern ungenügend, als damit die Tolerierbarkeit einzelner Szenarien beurteilt wird ohne gleichzeitig die übrigen Szenarien einzubeziehen.
3. Auch mit dem in neueren Ansätzen eingeführten ALARA-Bereich bleiben wirtschaftliche Überlegungen (Nutzen des Risikos, Kosten risikovermindernder Massnahmen) nur teilweise berücksichtigt.

Als Antwort auf diese Kritik wurde der sogenannte Grenzkostenansatz für die Darstellung tolerierbarer kollektiver Risiken entwickelt. Risikovermindernde Massnahmen sollten bis zu dem Punkt ergriffen werden, bei dem die Kosten für einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn ein bestimmtes Mass überschreiten.

Weitgehend losgelöst von den Entwicklungen im Umgang mit technischen Risiken wurden für den Umgang mit Naturrisiken qualitative Schutzzielmatrices entwickelt, zuerst für den Hochwasserschutz, später für den Umgang mit allen Naturgefahren. In diesen Matrices fliesen Nutzenüberlegungen und teilweise auch die Kosten risikovermindernder Massnahmen implizit ein. In den letzten Jahren wurde versucht, die für technische Risiken gebräuchlichen Grenzkosten- und Grenzwertdarstellungen zu übernehmen.

2.7.2 Grenzwerte für Versagenswahrscheinlichkeiten

Schutzziele wurden in den 1970er Jahren im Bauwesen und in der Nukleartechnologie als ‚Grenzwerte für Versagenswahrscheinlichkeiten‘ definiert (Proske, 2004). Vor allem ältere Festlegungen lassen das mit einem Versagen verbundene Schadenausmass unberücksichtigt und bilden somit nicht oder nur indirekt ein tolerierbares Risiko ab.

In späteren Darstellungen erfolgte eine qualitative Berücksichtigung des Schadenausmasses durch Abstufung der Werte nach Gebäudeart (JCSS, 1976), nach Anzahl der gefährdeten Personen (CEB, 1976; CIRIA, 1977), dem Nutzungszeitraum (CIRIA, 1977), der möglichen Vorankündigung des Versagens, der Beanspruchung des Bauwerkes (Allen, 1991) sowie von Kostenüberlegungen (Schueremans, 2001).

Ein Beispiel sind Angaben zu Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit und der Tragsicherheit im Probabilistic Model Code part 1 – Basis of Design (JCSS, 2001), auf den auch die SIA-Norm 260 (Grundlagen der Projektierung von Tragwerken) (SIA, 2003) abstützt (Tabelle 26).

Tabelle 26 Zielgrössen für maximale Wahrscheinlichkeiten einer Nichteinhaltung der Gebrauchstauglichkeit oder einer Überschreitung der Tragsicherheit (Wahrscheinlichkeit pro Jahr) (JCSS, 2001).

Grenzzustand der Folge eines Versagens	Gebrauchstauglichkeit		Tragsicherheit	
		Gering	mittel	hoch
Umschreibung		kleines Todesfallrisiko, geringe ökonomische Konsequenzen	mittleres Todesfallrisiko, erhebliche ökonomische Konsequenzen	hohes Todesfallrisiko, grosse ökonomische Konsequenzen
Beispiele		landwirtsch. Anlage	Büro-, Industrie-, Wohngebäude	Spitäler, wichtige Brücken
Relative Kosten von Sicherheitsmassnahmen		Wahrscheinlichkeit pro Jahr		
hoch	10^{-1}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}
normal	$5 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-6}$
gering	10^{-2}	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}

Die Nuklearindustrie kennt das System der Zielversagenswahrscheinlichkeiten (Zielwerte der International Nuclear Safety Advisory Group INSAG, 2006) zu maximal tolerierbaren Häufigkeiten von Kernschmelzen CDF (core damage frequency) oder der tolerierbaren Häufigkeit einer Freisetzung von Radioaktivität. Sinngemäss ähnliche Kriterien werden auch in anderen Industriebereichen, z.B. der chemischen Industrie angewendet (Gibson, 1980).

Tabelle 27 Zielwerte der International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG, 2006).

Ereignis	bestehende Anlagen	neue Anlagen
Häufigkeit einer Kernschmelze CDF	10^{-4}	10^{-5}
Freisetzung von Radioaktivität	10^{-5}	10^{-6}
individuelles Todesfallrisiko	10^{-6}	10^{-6}

2.7.3 Risiko-Grenzwerte als Schutzziele

Grenzwerte werden meist zur Beschreibung tolerierbarer individueller Risiken angewendet (Merz, 1995; Bohnenblust und Slovic, 1998; Borter, 1999). Seit Mitte 1990er Jahre erscheinen solche Grenzwerte sowohl in internationalen als auch in schweizerischen Publikationen (Abbildung 20).

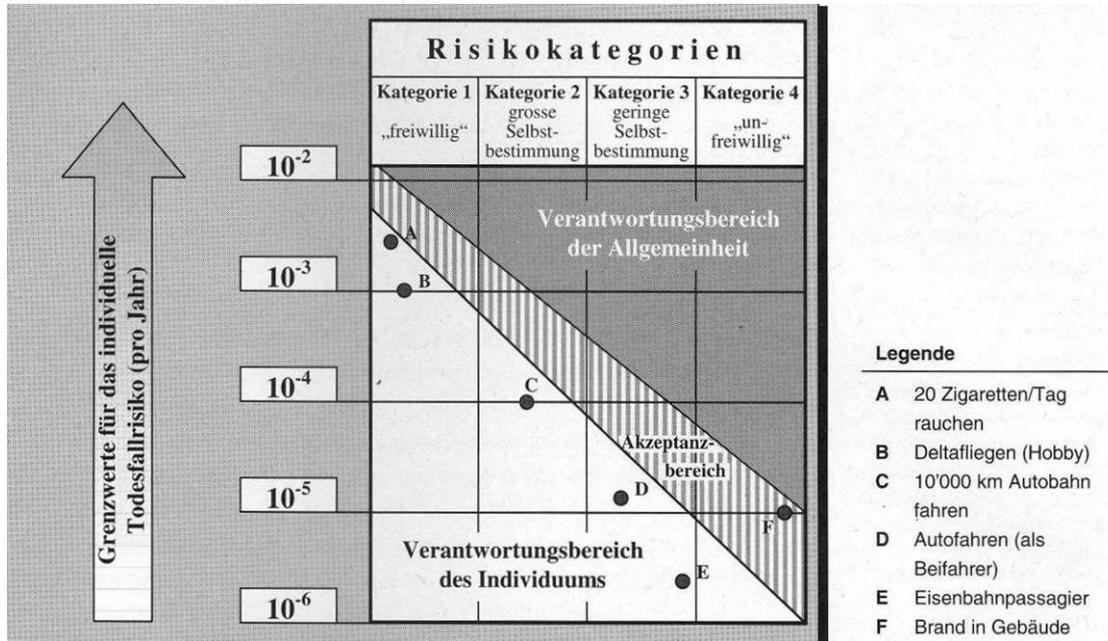


Abbildung 20 Schutzziele als Grenzwerte für das tolerierbare individuelle Todesfallrisiko (Merz et. al, 1995). Die Grenzwerte für ‚freiwillige‘ Risiken und ‚unfreiwillige‘ Risiken unterscheiden sich um einen Faktor 1:1'000 bis 1:10'000.

Eine Formulierung von Grenzwerten für tolerierbare kollektive Risiken ist untypisch. Dies würde die Festlegung einer einheitlichen Bezugsgrösse (z.B. Flächeneinheit) voraussetzen. Abgesehen von den in Kapitel 2.7.3 dargestellten, auf ein Objekt bezogenen Zielversagenswahrscheinlichkeiten sind deshalb Grenzwerte für kollektive Risiken wenig gebräuchlich.

Ein erwähnenswertes Beispiel zu solchen Grenzwerten im Bereich von Naturrisiken ist die isländische Regulation on hazard zoning due to snow- and landslides, classification and utilisation of hazard zones and preparation of provisional hazard zoning (Iceland, 2000; Bell, 2006). Die Regelung umschreibt tolerierbare kollektive Todesfallrisiken pro Gebäude für verschiedene Arten von Raumnutzungen (Wohngebiete, Industriegebiete, Erholungsgebiete).

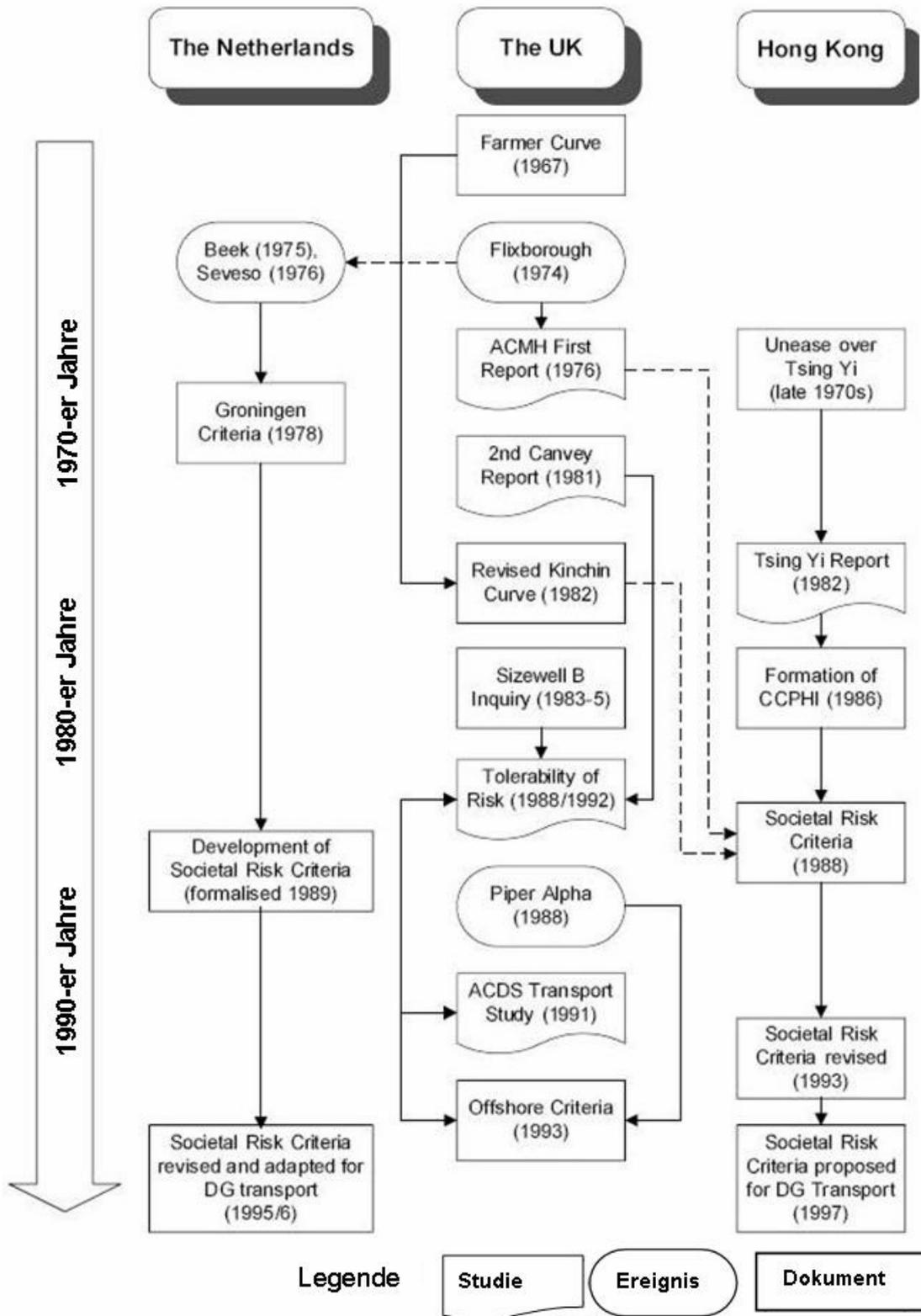


Abbildung 21 Zeitliche Entwicklung der Schutzzielkonzepte (Ball und Floyd, 1999). Meist führten Unfallereignisse, oft aber auch grössere Studien zur Festlegung neuer Schutzziele (Societal Risk Criteria).

2.7.4 Tolerierbare Risiken in Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagrammen

Seit der erwähnten Einführung der ‚Boundary-Line‘ von Farmer (Kapitel 2.5.1.3) fanden ‚Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramme‘ (F/N-Diagramme) zunehmende Anwendung und Verbreitung bei der Darstellung tolerierbarer technischer Risiken (Societal Risk Criteria).

Am frühesten entwickelt wurden F/N-Diagramme (und andere Schutzziele für technische Risiken) in dicht besiedelten und industrialisierten Gebieten, so etwa Grossbritannien, den Niederlanden oder Hongkong (Ball und Floyd, 1999). Häufig lösten grössere Unfällen oder bedeutende Studienberichte die Festlegung neuer Schutzziele aus (Abbildung 21).

Die bekannteste derartige Darstellung von Schutzziele in der Schweiz ist im Handbuch zur Störfallverordnung enthalten (BUWAL, 1991 und 2001) (Abbildung 22). Charakteristisch in dieser und in den meisten anderen bekannten Schutzzieldarstellungen in F/N-Diagrammen ist der sogenannte ALARA- oder ALARP- Bereich zwischen dem tolerierbaren und nicht tolerierbaren Risikobereich. In diesem Bereich sind Massnahmen hinsichtlich ihrer Verhältnismässigkeit (z.B. Kosten-Nutzen-Verhältnis) zu prüfen und zu treffen.

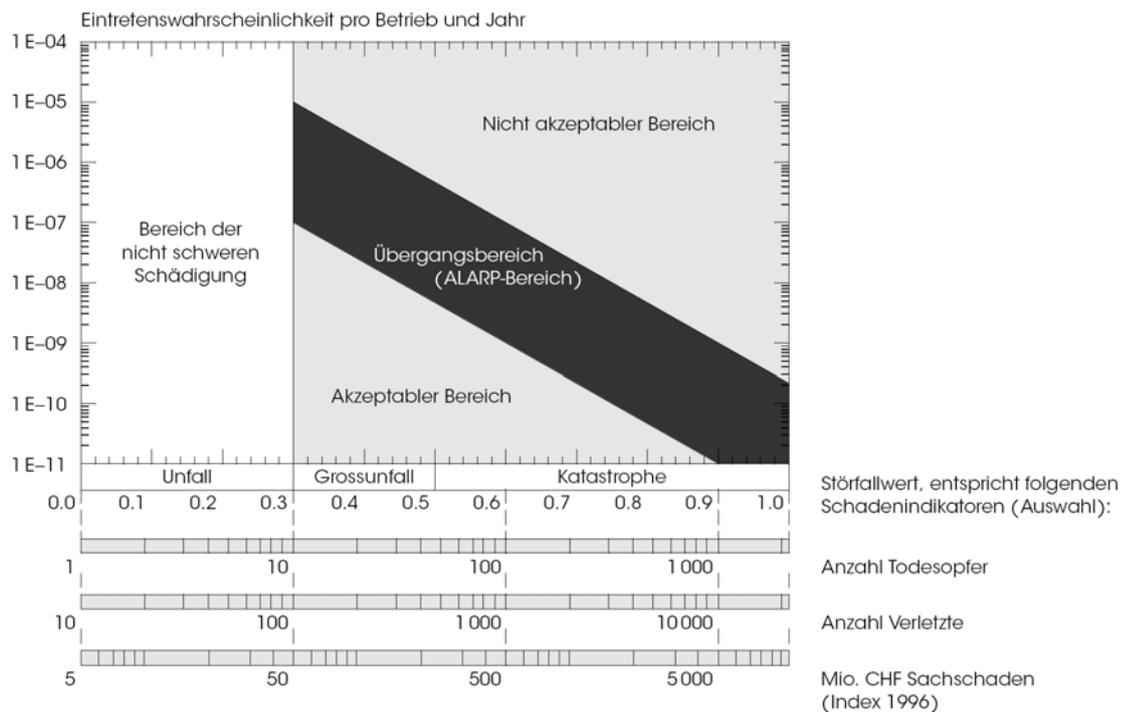
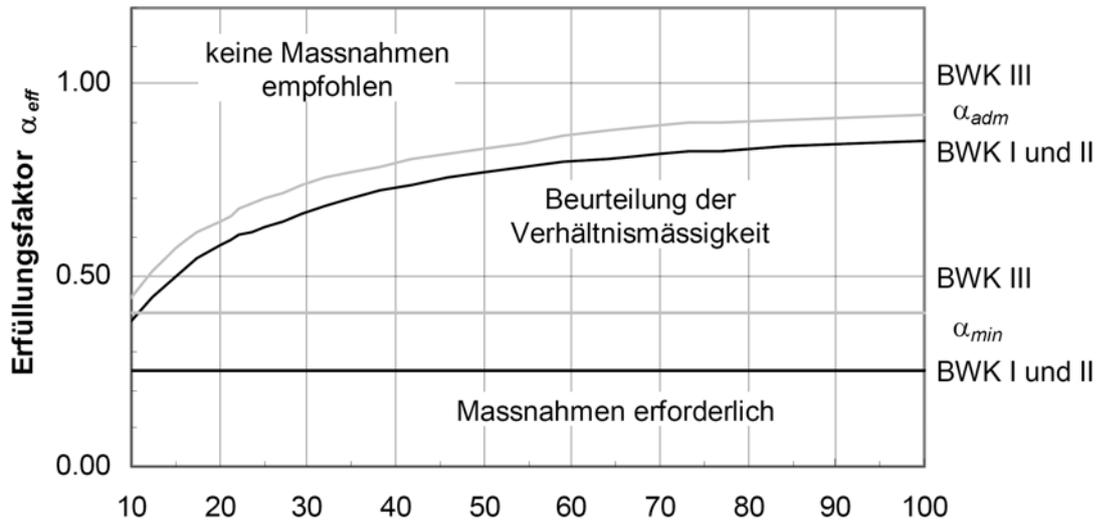


Abbildung 22 F/N-Diagramm der schweizerischen Störfallverordnung (BUWAL, 1991).

Eine Besonderheit des F/N-Diagrammes zur schweizerischen Störfallverordnung ist die Berücksichtigung verschiedener Indikatoren. Nebst der Anzahl Todesopfer, auf deren Darstellung sich die meisten andern F/N-Diagramme beschränken, sind weitere Beeinträchtigungen von Leib und Leben sowie Sach- und Umweltschäden erfasst. Vergleichbare Darstellungen fehlen. Für Umweltschäden sind einzig die Wrights Criteria als ähnliche Illustration von Schutzziele bekannt (Wright, 1993, zit. in Robinson R. et al., 2003).

Die Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen beziehen sich jeweils auf eine Risikoquelle, z.B. einen der Störfallverordnung unterstehenden Betrieb. Die Ausdehnung des Wirkungsbereiches der Risikoquelle oder die Grösse des betrachteten Systems sind nicht normiert. Eine Ausnahme bilden die Richtlinien für Verkehrswege der Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung, welche die für die Beurteilung massgebliche Länge einer Verkehrsachse auf 100m, jene einer Rohrleitung auf 300m normieren.

Im Management von Naturrisiken sind F/N-Diagramme als Schutzzieldarstellungen nicht bekannt. Nach vergleichbaren Prinzipien aufgebaut sind aber die Schutzziele für die Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude (Duvernay, 2005) (Abbildung 23).



Der Erfüllungsfaktor α_{eff} stellt eine numerische Aussage über das Mass dar, in welchem ein bestehendes Tragwerk die rechnerischen Anforderungen an Neubauten gemäss geltender Norm erfüllt (SIA 260 f., 2004).

Ein Erfüllungsfaktor α von 0.25 entspricht dem individuellen Todesfallrisiko/Jahr einer dauernd anwesenden Person von 10^{-5} , ein Erfüllungsfaktor von 0.40 einem solchen von $5 \cdot 10^{-6}$. α_{min} beschreibt den einzuhaltenden, α_{adm} den mit verhältnismässigen Mitteln anzustrebenden Erfüllungsfaktor.

Die Bauwerksklassen (BWK) sind eine schematische Charakterisierung von Gebäuden gemäss Norm SIA 261. Die Klassierung berücksichtigt eine ähnliche Gefährdung von Personen, die Bedeutung des Bauwerkes für die Allgemeinheit und die Gefährdung der Umwelt infolge der Beschädigung des Bauwerkes (SIA, 2004). Beispiele: BWK I: Wohnbauten; BWK II: Einkaufszentren; BWK III: Akutspitäler.

Abbildung 23 Schutzziele für die Erdbebensicherheit bestehender Gebäude (Duvernay, 2005).

2.7.5 Grenzkosten als Schutzziele

Alternativ zu den F/N-Diagrammen fand in den 1990er Jahren die Anwendung von Grenzkosten zur Darstellung tolerierbarer kollektiver Risiken Verbreitung in der Fachliteratur (Merz, 1995; Bohnenblust und Slovic, 1998; Borter, 1999). Entscheidend entwickelt wurde dieser Ansatz im Rahmen des Polyprojektes ‚Risiko und Sicherheit technischer Systeme‘ an der ETH Zürich (Kröger, 1996).

Tolerierbare kollektive Risiken werden als Grenzkosten zur Vermeidung eines Schadens, beispielsweise eines Todesfalls, formuliert (Abbildung 24). Dieser Ansatz erlaubt es, Systeme unterschiedlicher Grösse und Beschaffenheit miteinander zu vergleichen. Die Darstellung von Schutzziele als Grenzkosten setzt nebst der Kenntnis des Risikos auch Kenntnisse (i) der (optimalen) Risikoverminderungsmassnahmen, (ii) deren Kosten und (iii) deren Wirksamkeit voraus.

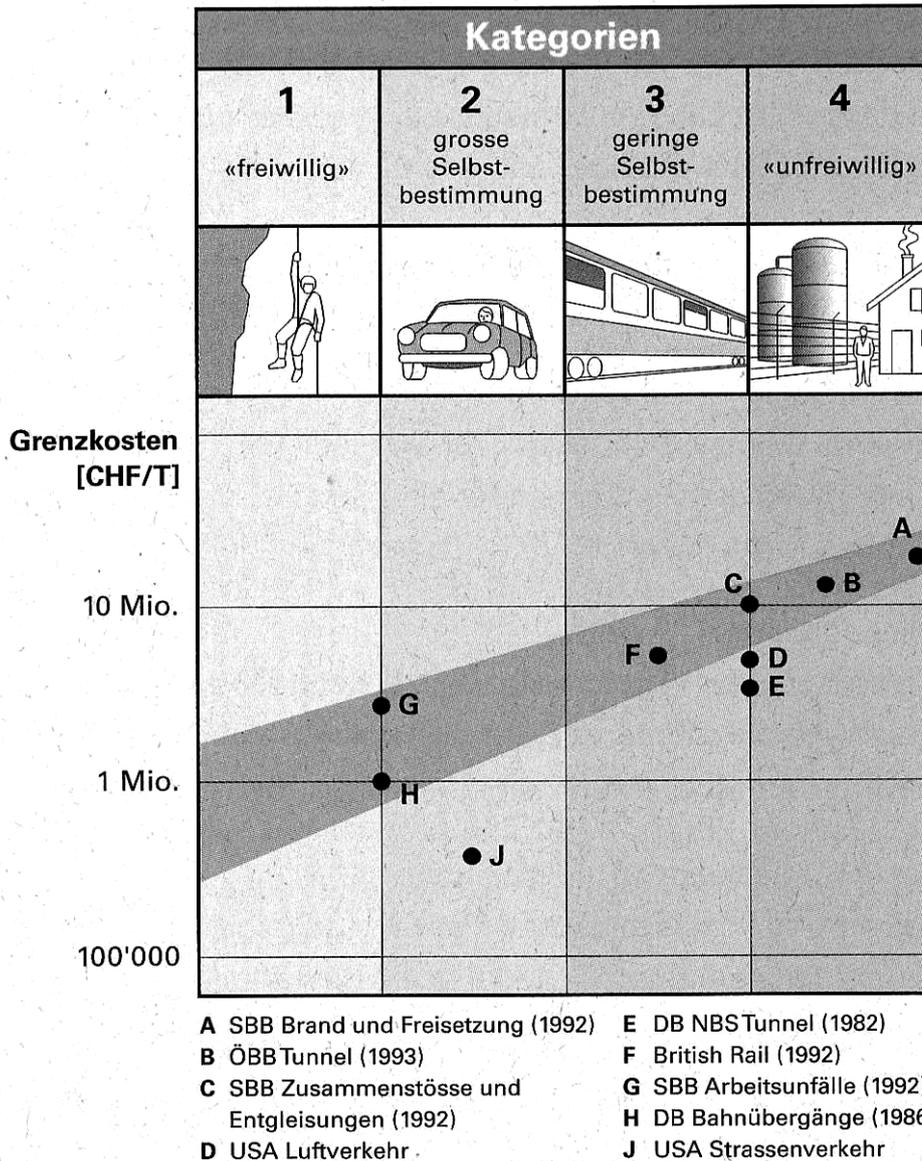


Abbildung 24 Grenzkosten zur Verhinderung eines Todesfalls [T] aus KATARISK (Bevölkerungsschutz, 2003).

Die Anwendung grenzkostenbasierter Schutzziele führt nicht für alle betroffenen Individuen zu gleich hohen Restrisiken. In der Literatur wird daher gleichzeitig mit der Anwendung des Grenzkostenansatzes die Einhaltung von Grenzwerten des tolerierbaren individuellen Risikos gefordert (Seiler, 2000; Flueler und Seiler, 2003) („Zwei-Regel-Ansatz“, Kapitel 3.2.4.4).

In letzter Zeit fanden Grenzkostenansätze zur Beschreibung tolerierbarer kollektiver Risiken auch im Umgang mit Naturrisiken Eingang in die Praxis (PLANAT, 2004b; Borter, 1999; Duvornay, 2005). Auch diese Vorschläge kombinieren die zwei Bedingungen der Einhaltung von Grenzkosten einerseits und von Grenzwerten für individuelle Todesfallrisiken andererseits (Tabelle 28).

Tabelle 28 Schutzziele für individuelle und kollektive Todesfall- und Sachrisiken (PLANAT, 2004b).

Risiko- Kategorie	Individuelles Todesfallrisiko Tolerierbare Todesfallwahrscheinlichkeit eines Individuums (x pro Jahr)	Kollektives Todesfallrisiko Grenzkosten zur Rettung eines Menschenlebens (Mio. CHF)	Sachrisiken Grenzkosten zur Verhinderung eines Sachschadens (x CHF pro 1 CHF Schadenkosten)
1 freiwillig	$10^{-2} - 10^{-3}$	1 - 2	1
2	$10^{-3} - 2 * 10^{-4}$	2 - 5	1
3	$2 * 10^{-4} - 3 * 10^{-5}$	5 - 10	3
4 unfreiwillig	$3 * 10^{-5} - 4 * 10^{-6}$	10 - 20	4

2.7.6 Schutzzielschemen und -matrices im Management von Naturrisiken

Mit der Inkraftsetzung des neuen Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) und des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100) wurden die staatlichen Massnahmen und Pflichten ausdrücklich auf den Schutz von Menschen und erheblichen Sachwerten beschränkt. Diese erforderte Vollzugshilfen, die eine systematische und nachvollziehbare Abgrenzung von zulässigen und unzulässigen Risiken ermöglichen.

Das Kreisschreiben Nr. 20 (BUWAL, Eidg. Forstdirektion, 1994) umschreibt die Ermittlung der Risiken und Schutzziele anhand einer Matrix. Nebst der Sicht der zuständigen Behörde ist dabei die Mitwirkung der Bevölkerung entscheidend. Das Restrisiko ist zusammen mit der Schutzzieldefinition von Fall zu Fall zu bestimmen. Das Ziel besteht darin, mittlere und grosse Risiken zu kleinen Risiken zu reduzieren (Abbildung 25).

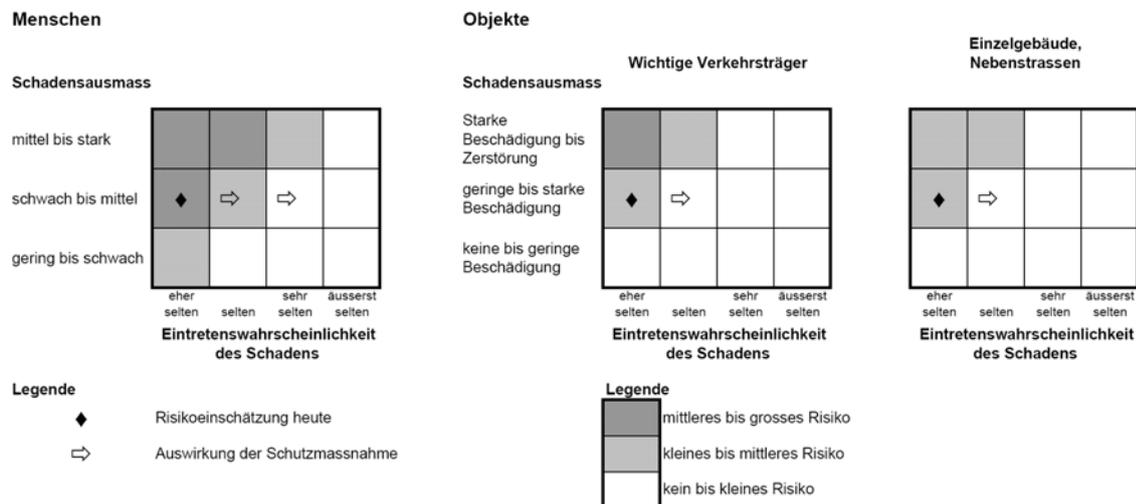


Abbildung 25 Schutzzieldarstellung aus: Anleitungsentwurf zur Durchführung einer Risikoanalyse (BUWAL, Eidg. Forstdirektion. Beilage zu KREISSCHREIBEN. Nr. 20, 1994). Die Darstellung enthält keine eigentlichen Schutzziele, sondern Hinweise auf möglichen Handlungsbedarf.

Dieser Ansatz wurde anfangs 1990er Jahre zur Projektbeurteilung angewendet, aber nicht weiterentwickelt. Im Management von Naturrisiken durchgesetzt hat sich die Darstellung von Schutzzielen als qualitative und semiquantitative Schemen und Matrices. Nach dem Hochwasser 1987 wurde im Kanton Uri eine erste solche Schutzzielmatrix für den Hochwasserschutz entwickelt (Uri, 1992) (Abbildung 26).

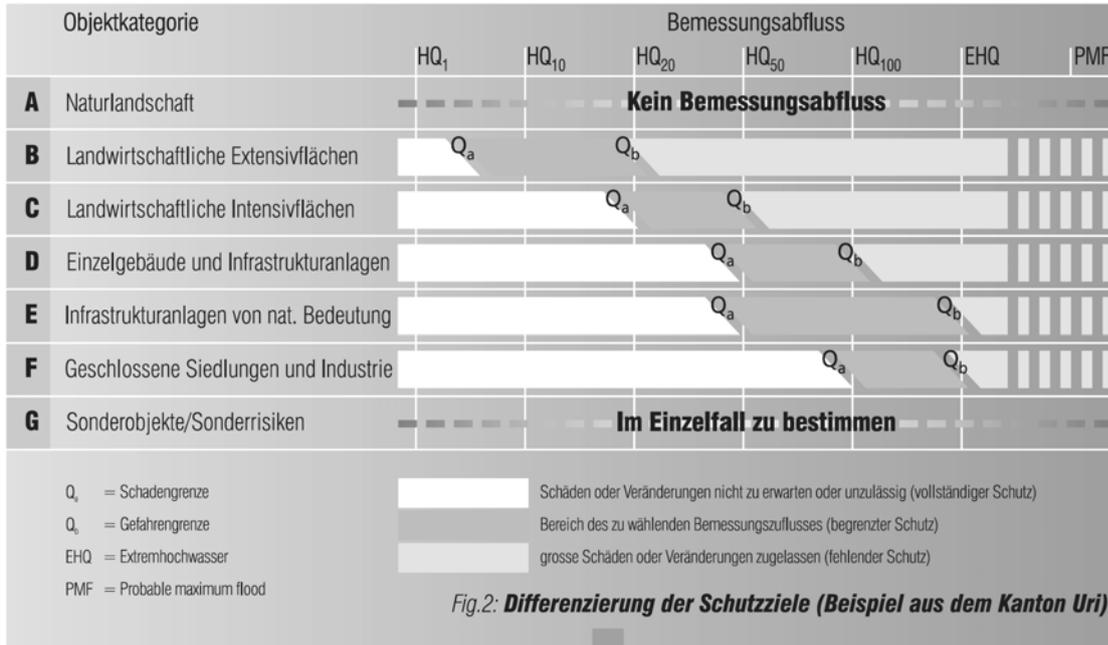


Abbildung 26 Schutzzielmatrix Hochwasserschutz Uri (Anforderungen an den Hochwasserschutz. Bundesamt für Wasserwirtschaft, 1995).

Einzelne Kantone entwickelten dieses Schema weiter zu detaillierteren Schutzzielmatrices (Kanton Bern, 2003; Kanton Luzern, 2003; Gefahrenkommission Graubünden, 2003). Eine differenziertere und generell anwendbare Schutzzielmatrix für alle Naturgefahren wird in der Schweiz seit 1999 verbreitet angewendet (Borter, 1999). Sie wurde zwischenzeitlich von verschiedenen Kantonen als Standard übernommen (z.B. Kanton Glarus, 2001) (Abbildung 27).

Kanton Glarus
Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren: Anhang (genehmigt vom Regierungsrat am 27. März 2001)

Schutzziele gemäss Art. 13 Abs. 3

Intensitäten: 0: Intensität Null 1: Schwache Intensität
 2: Mittlere Intensität 3: Starke Intensität

Vollständiger Schutz	Schutz bis schwache Intensitäten
Schutz bis mittlere Intensitäten	Keinerlei Schutz

Objektkategorie	Nr.	Sachwerte	Infrastrukturanlagen	Naturwerte	Zulässige Gefährdung		
					Wiederkehrperiode		
					1 - 30 (häufig)	30 - 100 (selten)	100 - 300 (sehr selten)
	1	Standortsgebundene Bauten, exkl. Sonderobjekte	Skitouren-, Bergtourenrouten (gemäss Karten SAC u.a.)	Oedland, Naturlandschaften	3	3	3
	2.1		Wanderwege und Loipen von kant. Bedeutung, Flurweg, Leitungen von kommunaler Bedeutung	Alpweiden	2	3	3
	2.2	Unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u.ä.)	Verkehrswege von kommunaler Bedeutung, Leitungen von kommunaler Bedeutung	Wald mit Schutzfunktion (Waldbau B und C), landwirtschaftlich genutztes Land	2	2	3
	2.3	zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Weiler, Ställe	Verkehrswege von kantonaler od. gr. kommunaler Bedeutung, Leitungen von nationaler Bedeutung, Bergbahnen, Zonen für Skiabfahrts- und Übungsgelände		1	1	2
	3.1		Verkehrswege von nationaler oder grosser kantonaler Bedeutung, Ski- und Sessellifte		0	1	2
	3.2	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bau-zonen, Campingplätze, Freizeit- und Sportanlagen sowie andere grosse Menschenansammlungen mit geringem Schutz gegen Gefahreineinwirkung	Stationen diverser Beförderungsmittel		0	1	1
	3.3	Sonderrisiken bez. Besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden	Sonderrisiken bez. Besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden	Quellenareal	Festlegung fallweise		

Abbildung 27 Schutzzielmatrix für gravitative Naturgefahren (Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren. Kanton Glarus, 2001).

2.8 Operationale Aspekte bei Schutzzielen

2.8.1 Anforderungen an die operationale Eignung von Schutzzielen

Naturgefahrenprozesse erstrecken sich oft über grössere Gebiete mit zahlreichen Betroffenen und unterschiedlichen Interessen. Ebenso entfalten Massnahmen ihre Wirkung oft über grössere Gebiete. Die operationale Eignung von Schutzzielen darf sich daher nicht auf eine einzelne Risikosituation (Einzelprojekt) beschränken, sondern misst sich auch am Anspruch der Einsetzbarkeit für das regionale Risikomanagement. Im Risikomanagement können somit die zwei Ebenen Region und Einzelprojekt/Einzelobjekt unterschieden werden (Tabelle 29).

Tabelle 29 Ebenen des Risikomanagements.

<i>Ebene</i>	<i>Zentrale Fragestellung</i>	<i>Typische Instrumente</i>
<i>Region</i>	Ermittlung des Handlungsbedarfs Priorisierung der Massnahmen	Risikoanalyse (Stufe 1 nach Borter, 1999), Schutzdefizitkarte
<i>Einzelprojekt/ Einzelobjekt</i>	Evaluation der optimalen Massnahme	Kosten-Nutzenanalyse (in Verbindung mit Risikoanalyse Stufe 2 od. 3 nach Borter, 1999), Grenzkostenbetrachtung

Kriterien für eine gute operationale Eignung sind die Berücksichtigung aller relevanten Risiken, die Beachtung aller massgeblichen Aspekte, die Messbarkeit und Vergleichbarkeit der tolerierbaren Risiken sowie die Anbindung der Schutzziele an grossräumig vorhandene oder einfach zu beschaffende Informationen.

2.8.2 Lücken bei den Informationsgrundlagen

Grossräumig liegen Informationen zur Raumnutzung weitgehend vor (Zonenpläne, Schadenpotenzialkarten). In vielen Gebieten sind heute zudem Angaben zur Gefährdungslage vorhanden (Gefahrenkarten). Allerdings sind Gefahren hinsichtlich Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit oft ungenügend erkannt und erkennbar. Ebenso sind die durch Gefahrenprozesse bewirkten Effekte ungenügend erforscht und quantifiziert. Beispielsweise bestehen erhebliche Datenlücken zum prozess- und intensitätsspezifischen Ausmass von Personen- und Sachschäden.

Auf weitere bedeutende Lücken der Messbarkeit und Vergleichbarkeit von tolerierbaren Risiken wurde bereits hingewiesen (Kapitel 2.4): Die Messbarkeit eines Schadens und damit verbunden die Berechenbarkeit eines Risikos ist in vielen Fällen, namentlich bei der Beeinträchtigung von gesellschaftlichen Institutionen, ökologischen Werten und der Lebensqualität noch überhaupt nicht gegeben.

Das Vorliegen und die Relevanz eines Schadens und damit die Bestimmbarkeit eines Risikos sind einzelfallbezogen (subjektiv) und lassen sich grundsätzlich nicht verallgemeinern (Berg, 1994).

Schliesslich fehlen allgemeine Angaben zur Wirksamkeit von Risikoverminderungsmassnahmen. Die Wirksamkeit von Massnahmen ist allgemein lückenhaft dokumentiert und hängt ausserdem stark von örtlichen Gegebenheiten ab.

2.8.3 Operationale Eignung von Schutzzieldarstellungen der Praxis

Von Interesse ist die Frage, wie weit die heute im Management von Naturrisiken bekannten Schutzziele sich angesichts der erwähnten Anforderungen für das regionale Risikomanagement eignen.

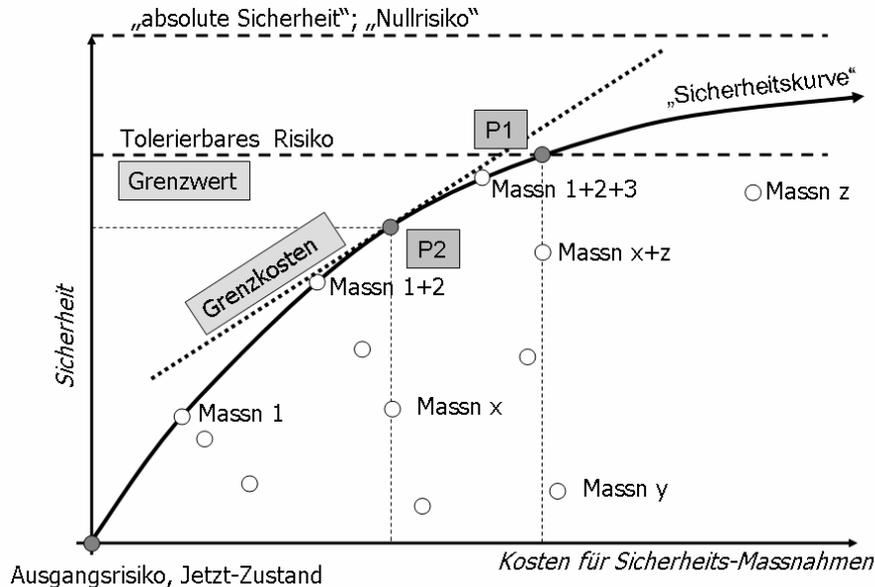


Abbildung 28 Grenzkosten und Grenzwerte als Schutzziele. Die ‚Sicherheitskurve‘ stellt die Verbindungslinie zwischen den kostenwirksamsten Massnahmen (-kombinationen) für jeden Sicherheitsgrad dar (linke oberste Punkte im Diagramm). Gemäss dem Grenzwertkriterium werden Massnahmen ergriffen, bis der Grenzwert des tolerierbaren Risikos erreicht ist (P1). Nach dem Grenzkostenkriterium werden Massnahmen bis zu dem Punkt (P2) ergriffen, an dem die Steigung der ‚Sicherheitskurve‘ der Vorgabe für Grenzkosten entspricht.

Schutzziele lassen sich nach zwei Grundkonzepten gliedern (Abbildung 28). Einerseits sind sie als Grenzwerte für tolerierbare Risiken formuliert, die – ungeachtet des hierfür erforderlichen Aufwandes – anzustreben sind (wirkungsorientierte Schutzziele). Diesem Grundkonzept entsprechen Grenzwertkriterien oder Schutzzielmatrices. Andererseits sind Schutzziele als Grenzkosten formuliert, bis zu deren Erreichen – ungeachtet des sich damit ergebenden Restrisikos – Massnahmen zu treffen sind. Die Anwendung des Grenzkostenkriteriums ermöglicht die Maximierung des Gesamtnutzens (effizienzorientierte Schutzziele).

Schutzziele lassen sich auch hinsichtlich Eignung für Einzelprojekte oder für Regionen klassieren (Abbildung 29). Für die Anwendung von Grenzwerten und Schutzzielmatrices sind Angaben zum vorhandenen Gefahrenpotenzial und den verletzbaren Werten erforderlich. Wo Gefahren- und Schadenpotenzialkarten vorliegen, sind grenzwertbasierte Schutzziele und Schutzzielmatrices grossräumig einsetzbar. Dank ihrer direkten Anbindung an Gefahrenkarten und Schadenpotenzialkarten eignen sich Schutzzielmatrices besonders gut für das regionale Risikomanagement.

Die Anwendung von auf Grenzkosten basierenden Schutzziele erfordert nicht nur Wissen über die Risiken, sondern auch über die Optionen der Risikoverminderung und deren Wirksamkeit. Im regionalen Risikomanagement ist meist eine grosse Zahl von Risikostellen gleichzeitig zu betrachten (z.B. zahlreiche Wildbäche, Lawinenzüge oder Steinschlagquellen). Zur Ermittlung der ‚Sicherheitskurve‘ ist für jede dieser Risikostellen eine erhebliche Anzahl von Varianten an Risikoverminderungsmassnahmen zu eruieren und hinsichtlich Kosten und Wirksamkeit zu analysieren. Erst wenn diese Informationen über alle denkbaren Varianten(kombinationen) zu allen Risikostellen vorliegen, sind die Voraussetzungen für die Anwendung grenzkostenbasierter Schutzziele gegeben. In der Realität ist dies nur für räumlich eng begrenzte Fragestellungen (Einzelprojekte) möglich. Das Grenzkostenkriterium ist daher im regionalen Risikomanagement kaum anwendbar.

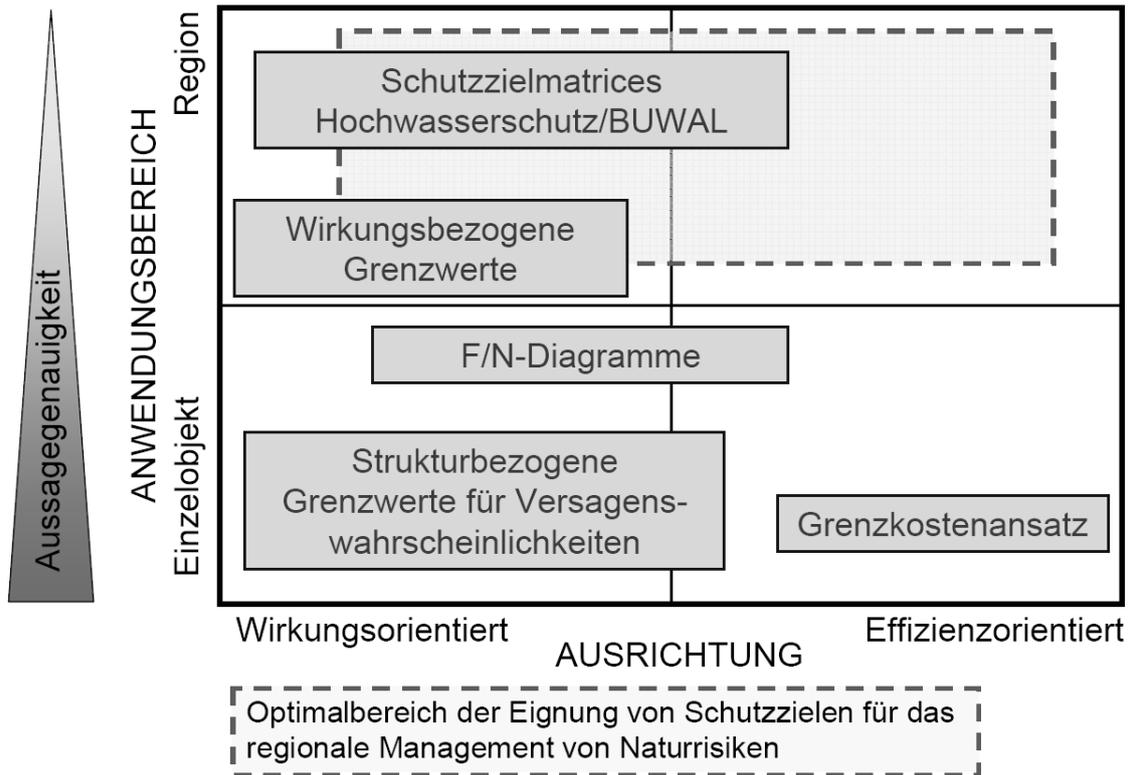


Abbildung 29 Gliederung der Schutzzielarstellungen hinsichtlich ihrer Ausrichtung (wirkungs- oder effizienzorientiert) und ihrem Anwendungsbereich (Einzelobjekt oder Region). Regional einsetzbare und zugleich effizienzorientierte Schutzzielarstellungen fehlen.

Die im Bereich technischer Risiken häufig angewendeten F/N-Diagramme kombinieren die Vor- und Nachteile der grenzwert- und grenzkostenbasierten Schutzziele. Für den nicht tolerierbaren Bereich gelten die obigen Feststellungen zu Grenzwerten, im Übergangsbereich die Ausführungen zu Grenzkosten (Kapitel 2.8.3). Ähnlich wie die F/N-Diagramme zu beurteilen sind die Schutzziele zur Erdbebensicherheit an bestehenden Gebäuden. Die Anwendung dieser Schutzziele erfordert viele Detailinformationen über die Eigenschaften eines einzelnen Objektes und ist daher für regionales Risikomanagement mit grossem Aufwand verbunden.

2.9 Organisation und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken

2.9.1 Politische und organisatorische Rahmenbedingungen

2.9.1.1 Rollen und Verantwortlichkeiten im Risikomanagement

Das Management von Naturrisiken in der Schweiz wird heute von zahlreichen Beteiligten des öffentlichen und privaten Sektors auf unterschiedliche Weise getragen (Tabelle 30).

Tabelle 30 Akteure und typische Aufgaben im Management von Naturrisiken.

<i>Akteur</i>	<i>(typische) Aktivitäten, wahrgenommene Aufgaben</i>
Staat/Gemeinwesen	erkennt und bewertet Risiken bezieht Steuern von Risikobetroffenen und Drittpersonen zur Finanzierung von Risikoverminderungs-Massnahmen warnt und ergreift polizeiliche Massnahmen bei Gefahr ergreift Schadensbegrenzungsmassnahmen bei Ereignissen ergreift Präventionsmassnahmen oder unterstützt diese mit Beitragsleistungen leistet Hilfe in Schadenfällen erlässt Regeln zur Raumnutzung
Risikobetroffener	bezieht Sicherheitsleistungen von Staat und Drittpersonen leistet Beitrag an Risikoverminderung leistet Beitrag an Schadenbehebung bezahlt Versicherungsprämien duldet Schutzmassnahmen auf seinem Grundstück duldet Nutzungsbeschränkungen auf seinem Grundstück
Trägerschaft der Massnahme/Bauherrschaft	bezieht Sicherheitsleistungen von Staat und Drittpersonen führt Massnahmen aus leistet Beitrag an Finanzierung
Experte	beurteilt Risiken plant Massnahmen im Auftrag des Staates oder des Risikobetroffenen
Hilfswerk	bezieht Spenden von Drittpersonen und Risikobetroffenen leistet Hilfe in Schadenfällen
Versicherungen	bezieht Risikoprämien von Risikobetroffenen und Drittpersonen leistet Beiträge an Schadensbehebung verteilt Risiken in Raum und Zeit
Drittperson	finanziert Massnahmen über Steuergelder mit duldet Schutzmassnahmen auf seinem Grundstück

Alle Beteiligten leisten in einer bestimmten Weise Beiträge an das Risikomanagement und sind bezüglich ihrer eigenen betroffenen Werte auch Nachfrager von Sicherheitsleistungen. Gemessen an den Finanzströmen wird etwas mehr als die Hälfte der Aufwendungen (56%) durch die Privaten getragen, welche – als Betroffene und Nichtbetroffene – Versicherungsprämien leisten und auch in bedeutendem Masse Präventions- und Interventionsmassnahmen finanzieren (Abbildung 30). Die verbleibenden Aufwendungen werden hauptsächlich durch die Gemeinwesen getragen, wobei die Aufwendungen etwa zu gleichen Teilen auf Bund, Kanton und Gemeinden entfallen (PLANAT, 2004a).

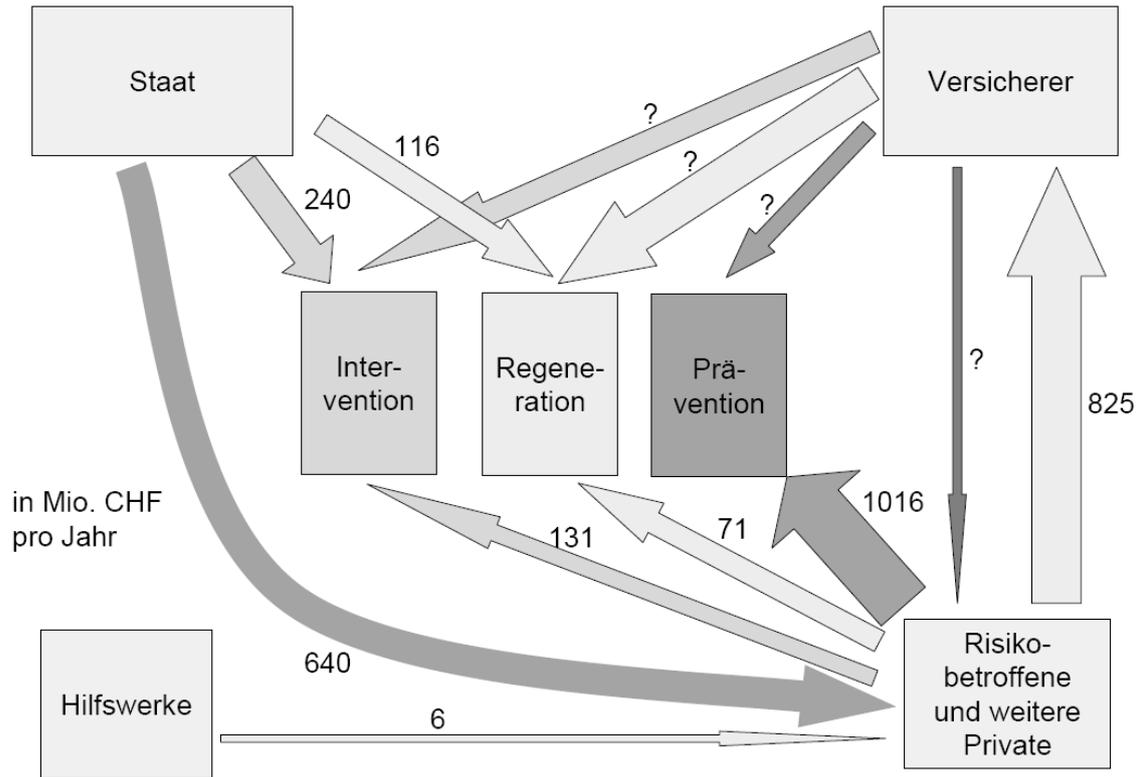


Abbildung 30 Finanzflüsse im Management von Naturrisiken der Schweiz (Zahlen 2004 in Mio. CHF). Etwas mehr als die Hälfte der Aufwendungen wird durch Private in Form von Versicherungsprämien sowie Beiträgen an Prävention, Regeneration und Intervention getragen.

2.9.1.2 Aufgabenteilung zwischen Bund, Kanton und Gemeinden

Dem Bund fallen im Management von Naturrisiken vor allem Grundsatz- und Strategieraufgaben zu. Artikel 76 und 77 der Bundesverfassung (SR 101) übertragen dem Bund eine Aufsichtspflicht und die Kompetenz, Grundsätze festzulegen. Der Bund schöpft diese Kompetenz in unterschiedlichem Masse aus. Weitreichend ist sein Einfluss im Bereich der Prävention: Bei vielen Projekten bestimmt der Bund – als massgeblicher Mitfinanzierer – die Gestaltung einzelner Massnahmen mit.

Die Aufgabenteilung zwischen Kanton und Gemeinden ist föderalistisch heterogen geregelt. In den meisten Kantonen liegt die eigentliche Verantwortung für das Management von Naturrisiken bei den Gemeinden (z.B. Art. 7 und 16 des Wasserbaugesetzes des Kantons Obwalden WBG, GDB 740.1). Die kantonale Verantwortlichkeit beschränkt sich auf ausserordentliche Lagen, in denen die Mittel einzelner Gemeinden nicht mehr ausreichen.

Bund und Kantone verstehen ihre Aufgabe subsidiär (Tabelle 31). Die formelle Hauptverantwortung liegt meist bei den Gemeinden. Jedoch sind die zur Erfüllung der Aufgaben erforderlichen fachlichen Ressourcen und Kompetenzen oft beim Bund und den Kantonen angesiedelt.

Tabelle 31 Heutige Aufgabenteilung Bund, Kanton, Gemeinde.

<i>Akteur</i>	<i>(typische) Aktivitäten, wahrgenommene Aufgaben</i>
Bund	stellt methodische Grundlagen bereit erlässt Grundsätze und Richtlinien zu Projekten begleitet Projektplanungen fachlich leistet Beiträge an Projekte beeinflusst Entscheide zu (Präventions-)massnahmen prüft Projekte und Abrechnungen im Detail erstellt und verbreitet Warnungen in Gefahrensituationen leistet Hilfe bei Katastrophen
Kanton	verfeinert und vollzieht die Grundsätze und Richtlinien erstellt Gefahrenkarten und Risikoanalysen prüft und genehmigt (Gefahren-) Zonenplanungen begleitet Projektplanungen fachlich leistet Beiträge an Projekte beeinflusst Entscheide zu Massnahmen prüft Projekte und Abrechnungen verbreitet Warnungen unterstützt die Gemeinden in ausserordentlichen Lagen
Gemeinde	ist formell hauptverantwortlich für die Sicherheit vor Naturgefahren plant Projekte leistet Beiträge an Projekte führt Massnahmen aus ergreift Notmassnahmen in ausserordentlichen Lagen erstellt (Gefahren-) Zonenpläne

2.9.1.3 Rahmenbedingungen NFA und effor2

Am 1.1.2008 trat die Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgaben zwischen Bund und Kantonen (NFA) in Kraft. Die NFA regelt die Beziehungen zwischen Bund und Kantonen auch im Management von Naturrisiken neu.

Für die staatliche Förderung des Risikomanagements steckt die NFA den folgenden Rahmen ab (Stahelin, 2003; Haering, 2002):

- Das Management von Naturrisiken ist eine Verbundaufgabe. Die Kantone und der Bund beteiligen sich gemeinsam an den Kosten der Leistungserbringung.
- Die Finanzierungsbeiträge des Bundes sind nicht von der Finanzkraft der einzelnen Kantone abhängig. Die unterschiedliche Finanzkraft wird durch den Ressourcenausgleich der NFA berücksichtigt.
- Für Zusatzlasten aufgrund der geografisch-topografischen Situation erhalten die Kantone einen geografisch-topografischen Lastenausgleich (GLA), der ihnen zweckungebunden zur Verfügung steht.
- Die Höhe des Bundesbeitrags hängt nicht von den Kosten einzelner Massnahmen ab.

Parallel zur NFA wird das Projekt effor2 umgesetzt. Dessen wesentliche Elemente sind (Stahelin, 2003):

- strategische Zielvorgaben des Bundes;
- Subventionierung von Ergebnissen statt von Massnahmen und Kosten;
- Abgeltung durch einheitliche Pauschalen;
- Förderung nach Prioritäten und Effizienzkriterien;
- Globalisierung der Beiträge durch Subventionierung mehrjähriger, wirkungsorientierter Programme;
- Delegation der operativen Programmverantwortung an die Kantone;
- Vereinheitlichung der Förderung nach Wald- und Wasserbaugesetzgebung.

Im Rahmen des präventiven Managements von Naturrisiken subventioniert der Bund die Produkte ‚Schutzbauten‘ und ‚Schutzwald‘. Schutzbauten nach Waldgesetz und solche nach Wasserbaugesetz werden in einer separaten Programmvereinbarung abgedeckt.

Für diese Produkte wurden bis Ende 2006 Ziele, Indikatoren, Vorgaben und Rahmenbedingungen in Zusammenarbeit zwischen Bund und den Kantonen entwickelt. Parallel dazu wird das nötige Instrumentarium aufgebaut (Controlling usw.). Im Jahr 2007 fanden die Verhandlungen mit den Kantonen zum Abschluss der Programmvereinbarungen statt (BAFU, 2007a).

Die Programmvereinbarung ‚Schutzbauten‘ umfasst ein sogenanntes Grundangebot (Einzelmassnahmen (Verbauungen, Messstellen, Warndienste) mit Kosten CHF <1 Mio.) und einen Programmteil Gefahrengrundlagen (Erarbeitung und Nachführung von Gefahrengrundlagen) (Tabelle 32).

Tabelle 32 Elemente des Vierjahresprogrammes einer Programmvereinbarung ‚Schutzbauten‘ (BAFU, 2007a).

Element	gesetzliche Grundlage	Inhalt	Rechtsform	Bundesbeitrag
Grundangebot technischer Schutz vor Naturgefahren	WBG, Art. 6 WaG, Art. 36	- Projekte mit Kosten < 1 Mio. Fr. - Periodische Instandstellung, Ersatz bestehender Schutzbauten < 1 Mio. Fr. - Messstellen, Warndienste	Programmvereinbarung	Globalbeitrag max. 35% der anrechenbaren Kosten
Gefahrengrundlagen	WBG, Art. 6 WaG, Art. 36	Grundlagen für das Risikomanagement (Kataster, Gefahrenkarten, Risikobeurteilungen, Konzepte etc.)	Programmvereinbarung	Globalbeitrag 50% der anrechenbaren Kosten
Einzelprojekte sind nicht Bestandteil der Programmvereinbarung. Sie werden wie bis anhin einzeln verfügt gemäss der dafür reservierten Mittel.				
Einzelprojekte	WBG, Art. 6 WaG, Art. 36 WBG, Art. 6 WaG, Art. 36	Einzelprojekt mit Kosten > 1 Mio. Fr. (Neubauten, periodische Instandstellungen)	Verfügung	35–45% der Kosten in Abhängigkeit der Wirksamkeit Bei erheblicher Belastung der Kantone kann der Bund seinen Beitrag auf höchstens 65% der anrechenbaren Kosten erhöhen.

Die Programmvereinbarungen ‚Schutzwald‘ umfassen Massnahmen zur Schutzwaldbehandlung und zur Sicherstellung der Infrastruktur für die Schutzwaldbehandlung (BAFU, 2007c).

Die NFA-Bestimmungen sehen eine strategische Rolle des Bundes und eine operative Rolle von Kantonen und Gemeinden vor. Die Ausführung der Massnahmen erfolgt meist durch die

Gemeinde oder Trägerschaften auf Gemeindeebene. Bund und Kanton fördern die Projekte finanziell.

Die vorgesehene Umsetzung der NFA-Grundsätze relativiert die Trennung zwischen strategischem (Bundesaufgabe) und operativem Risikomanagement (Kantons-/Gemeindeaufgabe) allerdings stark. Auf Stufe Kanton ist weiterhin ein Engagement im operativen Bereich üblich, da die Kantone meist über ein wesentlich grösseres Wissen im Management von Naturrisiken verfügen. Nach wie vor übernimmt sogar der Bund operative Mitverantwortung für Einzelprojekte. Projekte mit Kosten von mehr als einer Million CHF werden weiterhin durch den Bund im Detail technisch beurteilt.

Eine strategische Rolle nimmt der Bund durch eine differenzierte Förderung von Projekten wahr. Die Abstufung der Förderung liegt in der Spannweite von 10% der Beiträge und erfolgt aufgrund eines Ratings der Leistungen der Beitragsempfänger im integralen Risikomanagement einerseits und der Qualität der geplanten Massnahmen andererseits (BAFU, 2007a). Von Mehrleistungen des Bundes können beispielsweise Kantone profitieren, die Gefahrenkarten erstellt und planerisch umgesetzt haben. Ebenso werden Projekte höher gefördert, die sich durch besondere technische und ökologische Qualität auszeichnen oder in hohem Masse partizipativ geplant wurden.

2.9.2 Gesellschaftliche Entscheidungsverfahren

2.9.2.1 Arten von Entscheidungsverfahren und Entscheidungsebenen

Schutzziele sind einerseits eine Frage der Höhe des tolerierbaren Risikos andererseits eine Frage der Verteilung der Restrisiken. Die Höhe des tolerierbaren Risikos erfordert Entscheide darüber, wie viele Mittel zur Risikominderung bereitgestellt werden (Allokation). Gleichzeitig sind Entscheide erforderlich zur ‚gerechten‘ Verteilung der Restrisiken (Distribution). Solche gesellschaftlichen Entscheide können auf verschiedene Weise herbeigeführt werden (Frey, 2002):

- durch Preismechanismus;
- durch Demokratie;
- durch wirtschaftliche Interessengruppen;
- und durch Bürokratie und Verwaltung.

Von grosser Bedeutung ist dabei, ob die Entscheide auf der Ebene des gesellschaftlichen Grundkonsenses oder auf der Ebene laufender gesellschaftlicher Prozesse gefällt werden. Auf der Ebene des Grundkonsenses befinden sich die betroffenen Entscheidungsträger im Ungewissen darüber, wie sie persönlich von einem Entscheid betroffen sein werden. Wenn Abmachungen in diesem Zustand der Ungewissheit für alle von Vorteil sind, können sie meist freiwillig und einstimmig getroffen werden. Auf dieser Ebene ergeben sich ‚objektivierete‘, von kurzfristigen und partikularen Interessen unbeeinflusste Regelungen gesellschaftlicher Fragen.

Im laufenden gesellschaftlichen Prozess dagegen sind derartige Regelungen nicht mehr möglich. Der Zustand der Ungewissheit besteht nicht mehr. Die Entscheidungsträger wissen, wie sie ganz persönlich von einem Entscheid betroffen sind. Kurzfristige und partikulare Interessen prägen nun den Entscheid.

2.9.2.2 Charakteristiken gesellschaftlicher Entscheidungsverfahren

Sämtliche gesellschaftlichen Entscheidungsverfahren haben Vor- und Nachteile. Preismechanismus und Demokratie scheinen insgesamt die grössten Vorteile zu bieten, während die Entscheide unter dem Regime der Verwaltung und (wirtschaftlicher) Interessengruppen oft zu ineffizienten Lösungen führen (Frey, 2002).

Der Preismechanismus führt grundsätzlich zu einer effizienten Allokation sowie zu Fortschritt und Veränderung. Gewichtigste Nachteile dieses Entscheidungsverfahrens sind die Realität unvollständiger Märkte und – gerade für den Umgang mit Naturrisiken relevant – das Vorliegen öffentlicher Güter und Externalitäten.

Unter den demokratischen Entscheidungsmechanismen führen vor allem direkt-demokratische Verfahren zu effizienten Lösungen. Vereinzelt ergeben sich in demokratischen Verfahren allerdings nicht eindeutige Entscheide. Beim Vorliegen öffentlicher Güter verleiten demokratische Verfahren zudem zu strategischem Verhalten.

Ein grosses Problem des Entscheidungsverfahrens unter dem Regime wirtschaftlicher Interessengruppen liegt beim Umstand, dass nur ein Teil der Bevölkerung in Interessengruppen organisiert ist. Schlecht organisiert sind insbesondere Konsumenten und Steuerzahler. Durch Interessengruppen geprägte Entscheide sind nicht selten ineffizient, insbesondere infolge gegenseitiger strategischer Unterstützung („Stimmentausch“) und infolge Streben nach Einkommensgenerierung durch Umverteilung anstelle von wirtschaftlicher Produktion („Rent-seeking Society“).

Bürokratisch-hierarchische Strukturen haben sowohl in der Verwaltung als auch in der Privatwirtschaft grosse Bedeutung zur Umsetzung von Entscheiden. Ihr Nutzen liegt in der Einsparung von Transaktionskosten. Die bürokratischen Strukturen bieten aber wenig Anreize, sich volkswirtschaftlich optimal zu verhalten und bewirken oft ineffiziente Lösungen. Eine Kontrolle der Verwaltung im laufenden gesellschaftlichen Prozess ist schwierig.

2.9.2.3 Markt-Hierarchie-Paradigma

Nach Williamson (1975) hängt die optimale Koordinationsform zwischen den Akteuren von den Transaktionskosten ab (Markt-Hierarchie-Paradigma). Je tiefer die Transaktionskosten, desto effizienter ist der Markt, je höher diese sind, desto eher sind hierarchische Koordinationen zu bevorzugen. Die Wahl der effizientesten Organisationsform hängt nebst den Transaktionskosten von der Spezifität der Güter ab, in die investiert wird. Hochgradig spezifisch sind Investitionen, wenn die Werte, in die investiert wird, nur für den einen Verwendungszweck optimal genutzt werden können. Ebenso ist eine hierarchische Koordinationsform bei sehr grosser Unsicherheit das kostengünstigste institutionelle Arrangement (Abbildung 31).

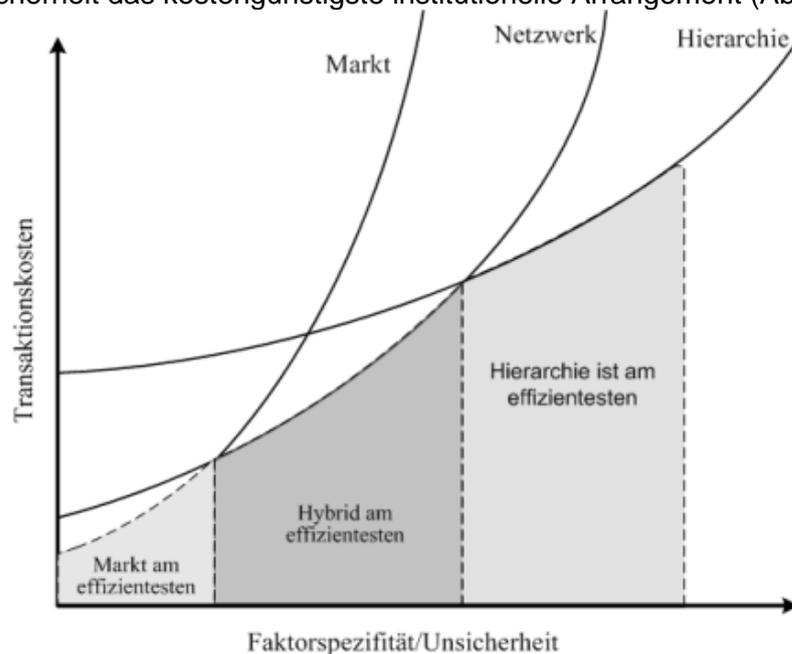


Abbildung 31 Die Effizienz der Koordinationsform zwischen gesellschaftlichen Akteuren hängt von Transaktionskosten, der Faktorspezifität und der Unsicherheit ab (Williamson, 1975).

Neben ökonomischen und rechtlichen Aspekten der Koordination der Marktteilnehmer sind soziale Kontrollmechanismen von grosser Bedeutung. Dazu gehören Vertrauen, Kultur und Reputation (Wikipedia, 2006). Vertrauen verkürzt die Verhandlungsdauer, senkt die Kontrollkosten und ist somit effizienzsteigernd. Unter einer Kultur werden Gemeinsamkeiten in Präferenzen, Werten, Zielen und Kompetenzen verstanden, die die Koordinationskosten minimieren können. Bei längerfristigen Beziehungen kann es in sehr einheitlichen Kulturen aber auch zu neuen Koordinationskosten aufgrund von Abhängigkeiten und opportunistischem Verhalten kommen. Gute Reputation verringert die Informations- und Verhandlungskosten.

Wie in Kapitel 2.9.1 dargelegt, ist das Management von Naturrisiken sehr stark geprägt durch hierarchische Strukturen und Entscheidungsverfahren. Häufig sind von Entscheiden über Risikoverminderungsmassnahmen zahlreiche Personen(gruppen) betroffen, deren Interessen zu koordinieren sind. Dies generiert hohen Aufwand, der als Transaktionskosten zur Bereitstellung von Sicherheitsmassnahmen bezeichnet werden kann.

2.9.3 Ablauf der Planung

Am Anfang des heute üblichen Planungsablaufes im Risikomanagement auf regionaler Ebene steht idealerweise die Ermittlung von Schutzdefiziten aufgrund der Gefahrenkarte und der Schadenpotenzialkarte (Abbildung 32).

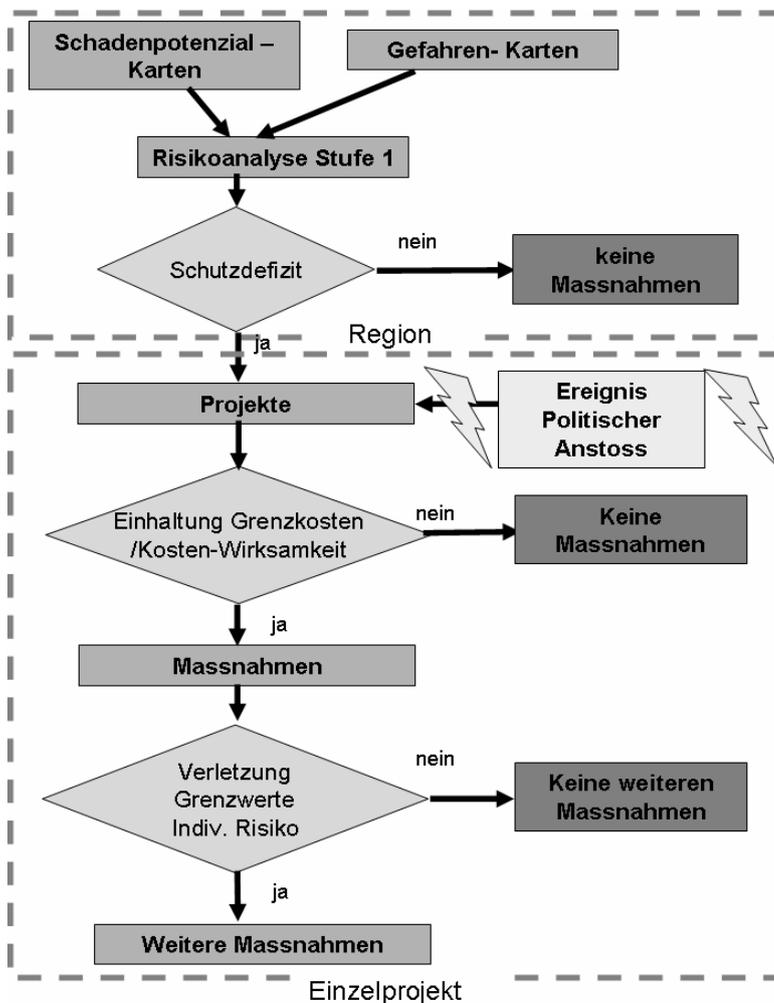


Abbildung 32 Ablauf des Managements von Naturrisiken. Eine Risikoanalyse auf regionaler Ebene (Stufe 1 nach Bortler, 1999) zeigt Schutzdefizite (Handlungsbedarf) und Prioritäten auf. Aus diesem Handlungsbedarf, oft aber auch aufgrund von Ereignissen und politischen Anstössen ergeben sich Projekte, die hinsichtlich wirtschaftlicher Kriterien und Erfüllung von Sicherheitsanforderungen zu prüfen sind.

2.9.4 Beteiligung der Betroffenen in Projekten zur Verminderung von Naturrisiken

2.9.4.1 Mitwirkung im formellen Verwaltungshandeln

Wie dargelegt ist das Management von Naturrisiken in der Schweiz stark durch die Verwaltung geprägt. Das schweizerische Verwaltungsrecht kennt eine Reihe von rechtlichen Handlungsformen (Richli, 2004), die in unterschiedlichem Mass Mitwirkungsmöglichkeiten für die von Entscheiden Betroffenen bieten (Tabelle 33). Auch das österreichische öffentliche Recht ist ähnlich gestaltet (Weber, 2005). Diese Handlungsformen finden auch im Management von Naturrisiken Anwendung.

Tabelle 33 Handlungsformen des schweizerischen Verwaltungsrechts (Richli, 2004).

Realakte Taterfolg	Rechtsakte Rechte und Pflichten						
	Öffentlich-rechtlich						Privat-rechtlich
	Gegen innen		Gegen aussen				
	Verwaltungs- verordnung	Dienstbefehl	Rechtsver- ordnung	Plan	Verfügung	Verwaltungs- rechtlicher Vertrag	Privat- rechtli- cher Vertrag

Wenn sich aus dem öffentlichen Handeln Konflikte mit den Interessen von Betroffenen ergeben, stehen diesen in vielen Fällen formelle Einsprache- und Beschwerdemöglichkeiten zur Wahrung ihrer Rechte offen. Pläne werden oft öffentlich aufgelegt mit Möglichkeit zur Einsprache. Verfügungen können mit Beschwerden angefochten werden. Diese formellen Mitwirkungsmöglichkeiten dienen meist der Bereinigung von Konflikten zwischen öffentlichem Handeln und Privatinteressen.

Bei verwaltungsrechtlichen Verträgen können die Vertragsparteien – staatliche Stellen und Privatpersonen – dagegen die Bedingungen partnerschaftlich aushandeln.

Im Risikomanagement erweisen sich diese klassischen Instrumente des Verwaltungsrechts angesichts der Komplexität der Fragestellungen, des häufig lückenhaften Wissens und des grossen öffentlichen Interesses oft als ungenügend (Seiler, 1997). In den letzten Jahrzehnten wurden daher neuere Verfahren geschaffen, die der besseren Integration und Koordination der verschiedenen Interessen dienen:

- Risikoermittlung als Basis für eine transparente Darstellung der Entscheidungsgrundlagen und eine rechtliche Beurteilung;
- Standardisierte und anerkannte Qualitätssicherungsverfahren (QS);
- Umweltverträglichkeitsprüfung mit der Möglichkeit zur öffentlichen Einsichtnahme;
- Kooperationsprinzip: Vereinbarung zwischen Staat und Privaten über durch die Privaten zu erreichendes Ziel;
- Informaler Rechtsstaat, informationspolitische Massnahmen zur Bewusstseinsbildung;
- Mediation, Konfliktregelungsverfahren: Aushandeln von Standards durch Ausgleich unterschiedlicher Interessen unter der Leitung des Staates.

2.9.4.2 Partizipative Projektplanung

Die Bedeutung einer partizipativen Projektplanung und -umsetzung ist heute allgemein anerkannt. Die Festlegung von Schutz- und Projektzielen stellt nicht eine reine Expertenangelegenheit dar (Heinimann, 2002). Je nach Grösse und Komplexität des Projektes erfolgt in vie-

len Projekten ein mehr oder weniger expliziter Einbezug der Stakeholder, beispielsweise im Rahmen von Projektsteuergruppen, Workshops, Hearings usw. Diese informelle Mitwirkung ermöglicht, wenn auch unter starker Einflussnahme der Experten, eine Projektgestaltung durch die Beteiligten (Abbildung 33).

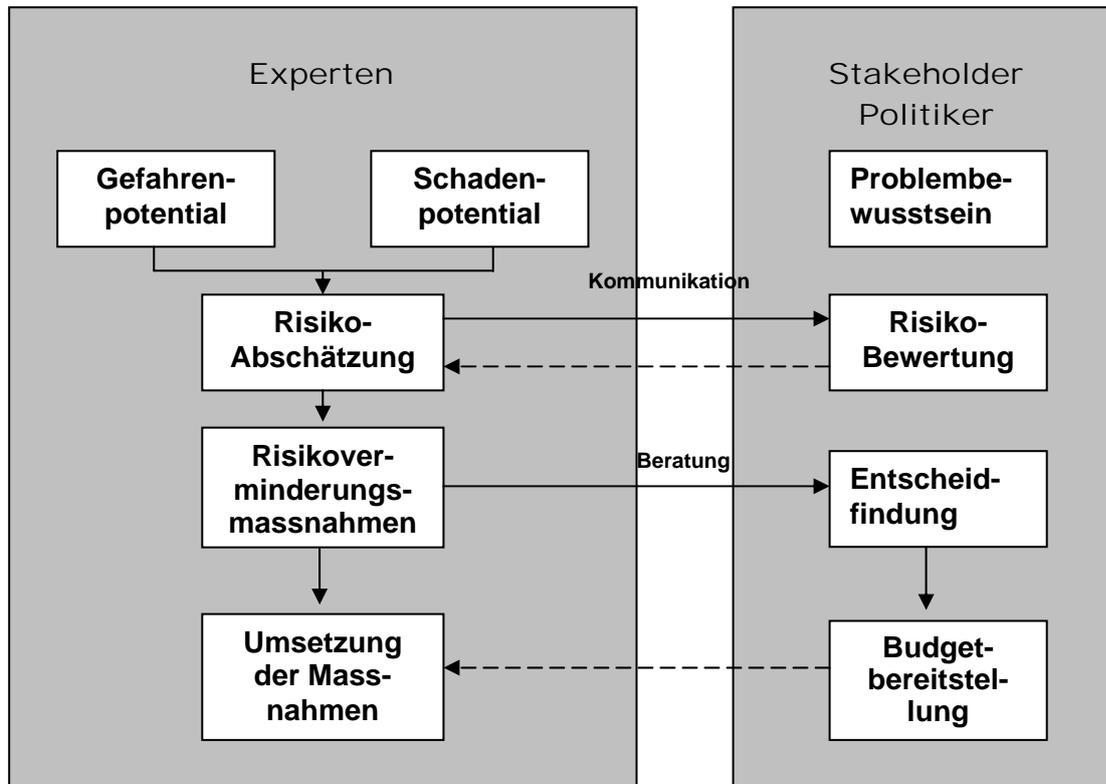


Abbildung 33 Zusammenarbeit von Experten und Laien (Heinmann, 2002).

Die Mitwirkungsverfahren der Stakeholder in der Projektplanung wurden in den letzten Jahren weiterentwickelt (Hostmann et al., 2005). Betroffene und Akteure werden identifiziert und in geeigneter Weise einbezogen. Die Art der Partizipation wird differenziert nach dem Mass der Betroffenheit und den Möglichkeiten der Einflussnahme der Akteure (Tabelle 34 und Abbildung 34). Die Akteure in den Quadranten A, B und D in Abbildung 34 können das Projekt stark beeinflussen oder sind stark betroffen. Je nach Betroffenheit oder Einflussmöglichkeiten kann der Einbezug der Betroffenen auf den zwei Ebenen regionales Risikomanagement und Einzelprojekt differenziert erfolgen.

Tabelle 34 Klassifizierung der Akteure (eigene Darstellung in Anlehnung an Hostmann et al., 2005).

Gruppe	Strategie	Beispiele von Akteuren	
		Stufe regionales Risikomanagement	Stufe Einzelprojekt
A	Diese Akteure sind vom Nutzen des Projektes zu überzeugen.	Interessenverbände	Bund, Kanton, Interessenverbände
B	Diese Akteure sind für den Projekterfolg entscheidend und besonders frühzeitig einzubeziehen.	Industrie und Gewerbe	Grundeigentümer, Unternehmungen
C	Diese Akteure können evt. vernachlässigt werden.		Erholungsnutzer
D	Diese Akteure sind genügend einzubeziehen zur Vermeidung von Konflikten und Projektverzögerungen (Rechtsmittel).	Grundeigentümer, Industrie und Gewerbe	Unternehmungen

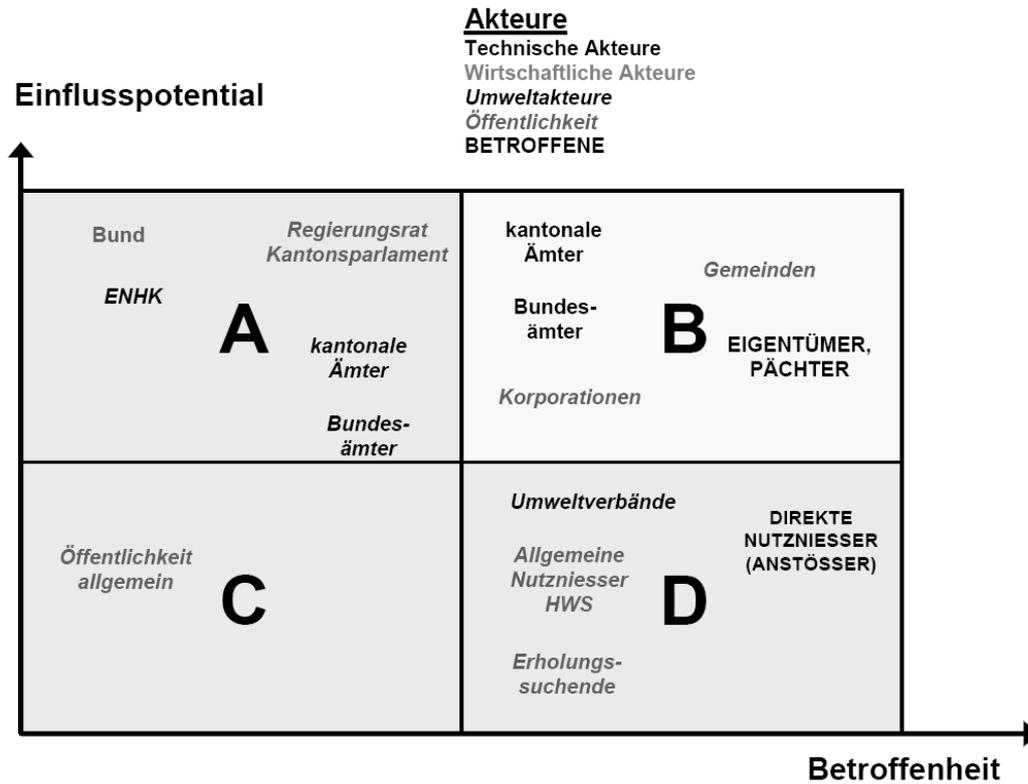


Abbildung 34 Einfluss-Betroffenheits-Matrix (Hostmann, 2005). Akteure beispielhaft dargestellt.

Der Einbezug der Akteure erfordert auf den Ebenen regionales Risikomanagement und Einzelprojekt an die verschiedenen Projektphasen angepasste Formen der Mitwirkung (Tabelle 35).

Tabelle 35 Themen und Formen des Einbezugs von Akteuren (eigene Darstellung in Anlehnung an Hostmann et al., 2005).

Ebene	<i>Region</i>		<i>Einzelprojekt</i>			
Projekt-Phasen	<i>Strategische Planung</i>	<i>Vorstudie</i>	<i>Projektierung (Vorprojekt)</i>	<i>Projektierung (Bauprojekt)</i>	<i>Realisierung</i>	<i>Nutzung</i>
Kernthemen	<i>Identifikation Akteure und Ziele, Zielgewichtung</i>	<i>Varianten-Evaluation, -diskussion, -entscheid</i>	<i>Projekt-Optimierung</i>	<i>Verminderung Interessenkonflikte</i>	<i>Minimierung Beeinträchtigungen</i>	<i>Erfolgskontrolle</i>
Akteure						
<i>direkt Betroffene, org. Interessengruppen</i>	persönliche Gespräche	persönliche Gespräche, Arbeitsgruppen	Arbeitsgruppen	Arbeitsgruppen		Arbeitsgruppen
<i>mittelbar betroffene Bevölkerung</i>	Workshop	Umfrage, Orientierungsvers., Exkursion, Vertretung in Arbeitsgruppen	Information, (Orientierungsvers.), Vertretung in Arbeitsgruppen	Vertretung in Arbeitsgruppen	Arbeitsgruppen, freiwillige Mitarbeit	Lehrpfad, Kurse, Schautafeln
<i>Fachstellen der Verwaltung</i>	persönliche Kontakte	Begleitgruppe	Konsultation			
<i>Allgemein (alle Akteure)</i>	Information, (Orientierungsvers.)	Information (Orientierungsvers.)	Information (Orientierungsvers.)	Information (Orientierungsvers.)	Information, Baustellenbe-sichtigung	Information

Mit Inkrafttreten der Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgaben zwischen dem Bund und den Kantonen (NFA) am 1.1.2008 ist eine Aufwertung der Mitwirkungsmöglichkeiten in zweierlei Hinsicht vorgesehen (BAFU, 2007a; BAFU, 2007c):

- Die Mittelflüsse zwischen Bund und Kantonen werden nicht mehr verfügt, sondern im Rahmen von verwaltungsrechtlichen Verträgen zwischen Bund und Kanton vereinbart.
- Der Umfang der Bundesförderung für Einzelprojekte (Bundesbeitragssatz) hängt unter anderem auch vom Umfang und der Qualität des partizipativen Planungsprozesses ab (Tabelle 36).

Tabelle 36 Kriterien zur Beurteilung des partizipativen Planungsprozesses (BAFU, 2007a).

<i>Kriterien zur Beurteilung des partizipativen Planungsprozesses</i>	<i>Punkte*</i>
Akteuranalyse zu Beginn des Projektes	1/0
Umfassende Information der Bevölkerung vor dem Auflageverfahren über Defizite des Ist-Zustandes, Ziele und Massnahmen des Projektes	1/0
Zieldefinition unter Einbezug der Akteure	1/0
Diskussion Massnahmenvarianten und Handlungsspielraum mit Akteuren, die grosse Betroffenheit und grosses Einflusspotenzial aufweisen	1/0
Total	Max. 4

* 1= JA, 0=NEIN

2.10 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf

2.10.1 Erfassung von Schäden und Risiken

Die Darlegungen zum Schadensbegriff und den verletzbaren Werten in Kapitel 2.2. bis 2.4. zeigen verschiedene Lücken und Handlungsbedarf zu Schutzziele im Umgang mit Naturrisiken auf (Tabelle 37).

Tabelle 37 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zur Erfassung von Schäden und Risiken als Grundlage zur Anwendung von Schutzzielen im Management von Naturrisiken.

Kap.	Thema	Erkenntnisse	Lücken	Handlungsbedarf
2.2.	Schadensbegriff	Ein Schaden ist ein Effekt, der - negativ bewertet - relevant und - erfassbar ist. <hr/> Erfordernis der Allgemeingültigkeit	Fehlen einer Praxis zum expliziten Umgang mit einer differenzierten und subjektiven Bewertung von Wert- und Rechtsgutverletzungen.	Treffen von plausiblen Annahmen zur allgemeingültigen Bewertung und Beurteilung der Relevanz von Schäden für das regionale Management.
2.3.	Verletzbare Werte	Verletzbare Werte/ Rechtsgüter sind - Leib und Leben - Sachwerte - ges. Strukturen - Naturwerte - Lebensqualität. <hr/> Hohe Bewertung von Leib und Leben, Sachwerte, gesellsch. Strukturen; tiefere Bewertung von Naturwerten und Lebensqualität.	Keine klare und allgemeinverbindliche Hierarchie unter den verletzbaren Werten.	Vorschlag zur Festlegung einer allgemeingültigen Hierarchie unter den verletzbaren Werten.
2.4.	Indikatoren und Metriken	zahlreiche Indikatoren und Metriken <hr/> Vergleichbarkeit der Indikatoren gering <hr/> Monetarisierung begrenzt anwendbar <hr/> Anzahl Todesfälle und Geldeinheiten für Sachwerte als einzige geeignete Indikatoren. <hr/> Einzelne Arten von verletzbaren Werten können nicht mit Indikatoren und Metriken beschrieben werden.	Indikatoren zur umfassenden und vergleichenden Darstellung aller verletzbaren Werte und Schäden fehlen. Indikatoren mit hoher Eignung nur für wenige Arten verletzbarer Werte. Fehlende Indikatoren zur Beschreibung der verletzbaren Werte - ges. Strukturen - Naturwerte - Lebensqualität.	Vorschlag zu einer umfassenden und vergleichenden Darstellung verletzbarer Werte mittels eines Index. Entwicklung geeigneter Indikatoren zur vergleichbaren Beschreibung von Beeinträchtigungen gesellschaftlicher Strukturen, Naturwerten und Lebensqualität.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgedeckter Handlungsbedarf

Das Risiko wird als Produkt von Eintretenswahrscheinlichkeit und Schäden dargestellt. Als Schaden gilt die Beeinträchtigung eines Wertes oder eines Rechtsgutes (Kapitel 2.2).

Damit eine Beeinträchtigung von Werten als Schaden verstanden wird, muss sie

- negativ bewertet,
- relevant und
- methodisch erfassbar sein.

Das regionale Risikomanagement befasst sich oft gleichzeitig mit verschiedenen Arten und Quellen von Risiken sowie einer grossen Zahl von Betroffenen. Diese Ausgangslage ist für das Management von Naturrisiken typisch und erfordert, dass die negative Bewertung und die Beurteilung der Relevanz von Beeinträchtigungen allgemeingültig sind. Allgemeingültig negativ und relevant beurteilt werden Beeinträchtigungen nur bei einzelnen Arten von Wer-

ten, insbesondere Leib und Leben oder Naturwerten als Lebensgrundlage. Eine Beeinträchtigung anderer Werte wird dagegen meist differenziert und subjektiv beurteilt (Kapitel 2.3.3).

Die verletzbaren Werte lassen sich – kongruent mit den Rechtsgütern – in die fünf Gruppen Leib und Leben, Sachwerte, gesellschaftliche Strukturen, Naturwerte und Lebensqualität einteilen (Kapitel 2.3). Aus den strafrechtlichen Folgen von Rechtsgutverletzungen kann geschlossen werden, dass den verletzbaren Werten Leib und Leben, Vermögen und gesellschaftliche Strukturen eine höhere, den Umweltwerten und der Lebensqualität eine geringere Bedeutung zufällt (Kapitel 2.3.5).

Zur Beschreibung verletzbarer Werte und Schäden bieten sich zahlreiche Indikatoren an (Kapitel 2.4). Die Qualität und Eignung der Indikatoren ist unterschiedlich, im Allgemeinen jedoch ungenügend (Kapitel 2.4.2). Besonders oft sind Stichhaltigkeit, Verfügbarkeit und Objektivität der Indikatoren nicht gegeben. Als umfassend geeignet erweisen sich die Indikatoren ‚Anzahl Todesfälle‘ und ‚Geldwerte‘. Diese Indikatoren werden in der Praxis am meisten verwendet. Oft begrenzen sich Risikoanalysen und Risikomanagement auf diese beiden Indikatoren. Zur Erfassung mehrerer Arten von verletzbaren Werten, namentlich gesellschaftliche Strukturen, Naturwerte oder Lebensqualität, fehlen Indikatoren vollständig.

Die Indikatoren sind in der Regel nicht untereinander vergleichbar. Werden verschiedene Risiken gleichzeitig und vergleichend betrachtet ist eine vergleichbare Darstellung von Schäden und Risiken notwendig. Die Monetarisierung ist die für Vergleichszwecke am weitesten entwickelte Methode, jedoch ist auch diese nicht umfassend anwendbar (Kapitel 2.4.4).

Bei der Darstellung von Schäden und Risiken ergeben sich folgende wesentliche Lücken:

1. Im regionalen Risikomanagement besteht kein Ansatz zum expliziten Umgang mit einer subjektiven Bewertung von Wert- und Rechtsgutverletzungen.
2. Eine allgemein verbindliche Hierarchie unter den verletzbaren Werten fehlt.
3. Indikatoren zur umfassenden und vergleichenden Darstellung aller verletzbaren Werte und Schäden fehlen. Für einzelne Arten von verletzbaren Werten, namentlich gesellschaftliche Strukturen, Naturwerte und Lebensqualität sind keine valablen Indikatoren bekannt.
4. Indikatoren mit hoher Eignung bestehen nur für Todesfälle und Sachschäden.

Zur Schliessung dieser Lücken besteht folgender Handlungsbedarf:

1. Es sind plausible Annahmen zur allgemeingültigen Bewertung und Beurteilung der Relevanz von Schäden für das regionale Risikomanagement zu treffen. Diesem Anspruch wird im Rahmen dieser Arbeit durch Typisierung von verletzbaren Werten Rechnung getragen (Objekt-Index, Kapitel 4.2.3.2).
2. Eine allenfalls unterschiedliche Wichtigkeit verletzbarer Werte ist durch eine allgemeingültige Hierarchie auszudrücken. Zur Erfüllung dieses Anspruches werden verletzbare Werte und Rechtsgüter mit der Hierarchie menschlicher Bedürfnisse korreliert (Kapitel 3.3.2.1). Die Operationalisierung erfolgt durch eine Typisierung der verletzbaren Werte (Objekt-Index, Kapitel 4.2.3.2).
3. Es ist eine Metrik für eine umfassende und vergleichbare Darstellung verletzbarer Werte zu entwickeln. Dieser Zielsetzung dient der bereits erwähnte Objekt-Index (Kapitel 4.2.3.2).
4. Es sind geeignete Indikatoren zur umfassenden und vergleichbaren Beschreibung aller relevanten verletzbaren Werte zu entwickeln. Diesem Anspruch wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht Rechnung getragen. Die Indikatoren mit hoher Eignung werden aber in begrenztem Mass im Vorschlag eines schutzzielbasierten Risikomanagement-Konzeptes eingesetzt (Kapitel 4.2.2.2).

2.10.2 Tolerierbare Effekte

Zu tolerierbaren Effekten bestehen zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen. Sie zeigen den Einfluss von Wahrnehmung, Nutzen und Wertesystemen auf (Kapitel 2.5). Grenzwerte wurden für einzelne Arten von Risiken und Indikatoren empirisch und mittels Berechnungen hergeleitet (Kapitel 2.6). Die Untersuchungen erfolgten vor allem für technische Risiken. Im Management von Naturrisiken werden diese Erkenntnisse nicht explizit angewendet. Angaben zu Grenzwerten wurden durch eigene Berechnungen anhand verschiedener Schutzzieldarstellungen ergänzt (Kapitel 2.6.2.2 und 2.6.5.2).

Tabelle 38 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu tolerierbaren Effekten und Grenzwerten.

<i>Kap.</i>	<i>Thema</i>	<i>Erkenntnisse</i>	<i>Lücken</i>	<i>Handlungsbedarf</i>
2.5.	tolerierbare Effekte	Wahrnehmung, Nutzen, Wertesystem und andere Risiken sind Einflussfaktoren bei der Festlegung und Abstufung tolerierbarer Effekte.	Keine explizite Berücksichtigung der Einflussfaktoren im Management von Naturrisiken.	Konzept zur expliziten Berücksichtigung aller relevanter Einflussfaktoren.
2.6.	Grenzwerte tolerierbarer Risiken	Grenzwerte für einzelne Risikoarten und Indikatoren ergeben sich aus empirischen Untersuchungen und Berechnungen. Werte für tolerierbare Risiken liegen bei Naturrisiken deutlich höher als bei anderen Risiken.	Fehlende Angaben zu Grenzwerten für viele Arten von Risiken.	Herleitung von Grenzwerten zu Risiken für gesellschaftliche Strukturen, Naturwerte und Lebensqualität. Berücksichtigung bekannter Grenzwerte in einem schutzzielbasierten Konzept zum Management von Naturrisiken.
		Aus Schutzzielmatrices berechnete Grenzwerte weichen teilweise von Grenzwerten in Literaturangaben ab.	Fehlender Bezug bestehender Schutzzielmatrices zu quantitativen Literaturangaben über tolerierbaren Risiken.	Berücksichtigung von Risikoberechnungen. Anpassung bestehender Schutzzielmatrices.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgedeckter Handlungsbedarf.

Bezüglich tolerierbaren Effekten und Grenzwerten sind für das Management von Naturrisiken folgende Lücken relevant:

5. Einflussfaktoren wie Wahrnehmung, Nutzen, Wertesystem und andere Risiken sind bei der Festlegung tolerierbarer Effekte nicht explizit und nachvollziehbar berücksichtigt.
6. Für viele Arten von Risiken fehlen Angaben zu tolerierbaren Effekten und Grenzwerten.
7. Berechnungen tolerierbarer Risiken anhand bestehender Schutzzielmatrices im Management von Naturrisiken ergeben Unterschiede und Abweichungen zu Grenzwerten in der Literatur.

Zur Schliessung dieser Lücken besteht folgender Handlungsbedarf:

5. Alle relevanten Aspekte bei der Bemessung von Schutzzielen und der Festlegung von Prioritäten sind zu berücksichtigen. Diese Thematik wird durch Analyse und Herleitung rechtlicher, gerechtigkeits-theoretischer und ethischer Aspekte zur Festlegung der Tolerierbarkeit abgehandelt (Kapitel 3). Die Operationalisierung erfolgt im Rahmen eines schutzzielbasierten Konzeptes zum Management von Naturrisiken (Kapitel 4, insbesondere Objekt-Index, Kapitel 4.2.3.2 und Massnahmen-Index, Kapitel 4.2.3.3).
6. Fehlende Grenzwerte sind herzuleiten. Diese Lücke bleibt im Rahmen der vorliegenden Arbeit offen. Die bekannten Grenzwerte werden in ein Konzept zum Management von Naturrisiken integriert (Kapitel 4, insbesondere 4.2.2.2).
7. Risikoberechnungen sind im Management von Naturrisiken zu berücksichtigen. Dies erfolgt durch Einführung eines Gefährdungsfaktors im Managementkonzept (Kapitel 4.2.3.4) Bestehende Schutzzielmatrices sind aufgrund von Berechnungen zu tolerierbaren Risiken zu modifizieren. Hierzu wird in Kapitel 4.4 ein Vorschlag unterbreitet.

2.10.3 Schutzziele

Die pragmatisch und isoliert für einzelne Sicherheitsfragen entwickelten Schutzzielsysteme sind kaum vergleichbar. Sie basieren auf verschiedenen Indikatoren, verschiedenen Bezugsgrössen, verschiedenen Methoden usw.. Viele Schutzzielkonzepte sind prozess- oder risikospezifisch.

Tabelle 39 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Schutzzielen.

Kap.	Thema	Erkenntnisse	Lücken	Handlungsbedarf
2.7.	Schutzzielkonzepte	In der Praxis ist eine grosse Zahl verschiedener Schutzzielkonzepte vorhanden.	Fehlen von Homogenität und Konsistenz zwischen den Schutzzielkonzepten.	Entwicklung eines konsistenten, schutzzielbasierten Risikomanagementkonzepts.
		Die Festlegung der Sicherheitsstandards im Management von Naturrisiken erfolgt pragmatisch.	Fehlen einer wissenschaftlichen Basis für die Festlegung und Differenzierung von Sicherheitsstandards.	Analyse von Grundlagen und Prinzipien zur Festlegung und Differenzierung von Schutzzielen. Umsetzung dieser Prinzipien in einem Risikomanagementkonzept.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgedeckter Handlungsbedarf.

Bezüglich Schutzziele sind für das Management von Naturrisiken folgende Lücken relevant:

8. Die verschiedenen Schutzzielkonzepte sind inhomogen und inkonsistent.
9. Eine nachvollziehbare und explizite Basis zur Festlegung der Schutzziele fehlt.

Zur Schliessung dieser Lücken besteht folgender Handlungsbedarf:

8. Ein konsistentes Risikomanagementkonzept ist zu entwickeln. In Kapitel 4 der vorliegenden Arbeit wird ein entsprechendes Konzept vorgeschlagen.
9. vgl. Handlungsbedarf Nr. 5.

2.10.4 Operabilität

Die Operabilität ist grundsätzlich begrenzt durch bereits erwähnte Lücken bei der Erfassung von Schäden und Risiken (Kapitel 2.4). Hinzu kommen lückenhafte Datengrundlagen zu Effekten von Gefahrenprozessen, wie gefahrenprozess- und intensitätsspezifische Ausmasse von Personen- oder Sachschäden. Ferner sind allgemeingültige Informationen zur Wirksam-

keit von Massnahmen lückenhaft (Kapitel 2.8.2). Dies führt dazu, dass effizienzorientierte Schutzzielkonzepte auf regionaler Ebene fehlen (Kapitel 2.8.3).

Tabelle 40 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Operabilität.

<i>Kap.</i>	<i>Thema</i>	<i>Erkenntnisse</i>	<i>Lücken</i>	<i>Handlungsbedarf</i>
2.8.	Operationale Aspekte	Die Datengrundlagen zu Effekten von Gefahrenprozessen sind lückenhaft.	Ungenügende Kenntnisse über durch Gefahrenprozesse bewirkte Effekte.	Untersuchungen zum gefahrenprozess- und intensitätsspezifischen Ausmass von Personen- und Sachschäden.
		Die Informationen zur Wirksamkeit von Massnahmen sind ungenau und unvollständig.	Ungenügende Kenntnisse zur Wirksamkeit von Risikoverminderungsmassnahmen.	Analyse der Wirksamkeit von Risikoverminderungsmassnahmen.
		Effizienzorientierte Schutzziele erfordern viele einzelfallspezifische Detailinformationen.	Fehlen von effizienzorientierten und zugleich regional einsetzbaren Schutzzielkonzepten.	Vorschlag zu einer allgemeingültigen Typisierung der Wirksamkeit von Massnahmen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgedeckter Handlungsbedarf

Bezüglich operationaler Aspekte bestehen im Management von Naturrisiken vor allem folgende Lücken:

10. Die durch Gefahrenprozesse bewirkten Schäden sind nur lückenhaft bekannt. Insbesondere fehlen Informationen über den Einfluss von Art und Intensität der Prozesse und über den Einfluss der Beschaffenheit des betroffenen Schadenpotenzials.
11. Die Wirksamkeit und die Erfolgsfaktoren von Risikoverminderungsmassnahmen sind zu wenig bekannt.
12. Auf Effizienz ausgerichtete Schutzzielkonzepte, die regional einsetzbar sind, fehlen.

Zur Schliessung dieser Lücken besteht folgender Handlungsbedarf:

10. Zur Verbesserung der Risikoabschätzung aber auch zur Anwendung von Schutzzielen sind vertiefte Kenntnisse über das spezifische Schadenausmass erforderlich, das durch Gefahrenprozesse an bestimmten Risikoobjekten hervorgerufen wird. Die vorliegende Arbeit kann hierzu keinen Beitrag leisten.
11. Die Wirksamkeit und deren Einflussfaktoren sind für alle wichtigen Risikoverminderungsmassnahmen vertieft zu analysieren. Auch dieser Schritt wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter verfolgt.
12. Es ist ein Vorschlag für effizienzorientierte und regional einsetzbare Schutzzielkonzepte zu entwickeln. Hierzu ist vor allem eine allgemeingültige Typisierung der Wirksamkeit von Massnahmen erforderlich. Diese Zielsetzung wird bei der Entwicklung eines schutzzielbasierten Konzepts angegangen (sog. Massnahmen-Index, Kapitel 4.2.3.3).

2.10.5 Organisation und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken

Finanziell wird das Management von Naturrisiken in der Schweiz zu etwas mehr als der Hälfte von Privaten, im Übrigen vom Staat getragen. Das Engagement der Privaten besteht wiederum fast zur Hälfte in der Leistung von Versicherungsprämien. Zahlreiche staatliche Stellen und Versicherungsgesellschaften sind im Risikomanagement tätig. Deren Aktivitäten sind wenig koordiniert und inputgesteuert. Am weitesten entwickelt ist die Koordination im Bereich der staatlichen Präventionsmassnahmen. In diesem Bereich bestehen auch einheitliche Schutzziele (Kapitel 2.9.1). Strukturen und Entscheidungsverfahren sind bürokratisch geprägt, da Risikoverminderungsmassnahmen meist öffentliche Güter darstellen und erheblichen Koordinationsaufwand erfordern (Kapitel 2.9.2).

Zur Entscheidungsfindung über Risikoverminderungsmassnahmen bestehen hoch entwickelte Verfahren. Diese haben sich im praktischen Risikomanagement noch nicht etabliert (Kapitel 2.9.3 und 2.9.4).

Tabelle 41 Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Organisation und Verfahren bei der Festlegung von Schutzzielen im Management von Naturrisiken.

Kap.	Thema	Erkenntnisse	Lücken	Handlungsbedarf
2.9.	Organisationsstrukturen und Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken	Die Trennung des strategischen (Bund, Kantone) vom operativen (Gemeinden, Private) Risikomanagement ist wenig entwickelt.	Fehlen konsistenter Strategien und einer klaren Trennung zwischen strategischem und operativem Risikomanagement.	Entwicklung klarer koordinierter Strategien im Risikomanagement mit konsequenter Trennung zwischen strategischem und operativem Handeln.
		Die Finanzierung von Risikoverminderungsmassnahmen erfolgt je zur Hälfte durch Private und den Staat.	Fehlende Koordination der Risikoverminderungsmassnahmen.	
		Die Finanzierung erfolgt inputorientiert.	Input-orientierte Förderung von Risikoverminderungsmassnahmen.	Verbesserung der Grundlagen für eine outputorientierte Förderung.
		Infolge hohen Koordinationsbedarfs haben sich bürokratische Strukturen etabliert.	Fehlende Kontrollmechanismen zur Überwindung bürokratischer Ineffizienz.	
		Gut entwickelte Methoden für partizipative Entscheidungsverfahren bestehen.	Ungenügende Anwendung der Methoden im Management von Naturrisiken.	Applikation der Verfahren in einem schutzzielbasierten Risikomanagement-Konzept.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit abgedeckter Handlungsbedarf.

Bezüglich Organisation und Verfahren sind für das Management von Naturrisiken folgende Lücken relevant:

13. Über verschiedene Akteure und Handlungsbereiche hinweg konsistente und koordinierte Strategien des Managements von Naturrisiken fehlen.
14. Eine outputorientierte Steuerung und Förderung von Risikoverminderungsmassnahmen fehlt.

15. Verfahren zur partizipativen Entscheidungsfindung sind wenig etabliert.

Zur Schliessung der Lücken besteht folgender Handlungsbedarf:

13. Eine klare, über verschiedene Akteure und Handlungsbereiche hinweg koordinierte Strategie ist zu entwickeln. In diesem Punkt vermag die vorliegende Arbeit nur einige gedankliche Anstösse zu liefern.
14. Methoden für eine konsequent output-orientierte Steuerung und Förderung des Risikomanagements sind zu entwickeln. Diese Zielsetzung kann im Rahmen dieser Arbeit nicht angegangen werden. Sie setzt im Wesentlichen die Abdeckung des in Ziffer 10 und 11 umschriebenen Handlungsbedarfs voraus.
15. Vorhandene Methoden der partizipativen Entscheidungsfindung im Risikomanagement sind konsequent umzusetzen.

3 Aspekte zur Festlegung der Tolerierbarkeit

3.1 Übersicht

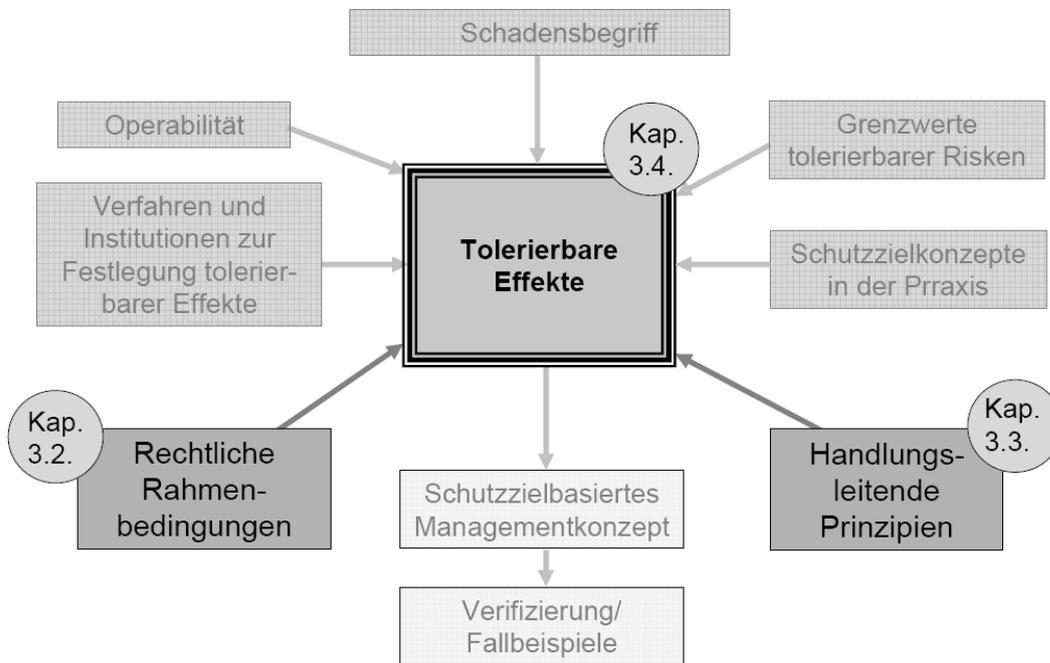


Abbildung 35 Kapitel 3 in der Übersicht.

In Kapitel 3 werden Rechtsordnung, Rechtsprechung und Rechtslehre hinsichtlich Aussagen zur Festlegung von Schutzzielen analysiert (Kapitel 3.2). Weiter werden gerechtigkeits-theoretische Prinzipien zur Bereitstellung und Verteilung von Gütern aufgezeigt und hinsichtlich des Gutes ‚Sicherheit‘ analysiert (Kapitel 3.3). Abschliessend werden die Aspekte in einer Synthese zusammengefasst (Kapitel 3.4).

3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

3.2.1 Schutzziele im Recht

Das Recht regelt die Beziehungen zwischen den Mitgliedern der Gesellschaft und zwischen diesen und dem Staat. In den Beziehungen der Mitglieder einer Gesellschaft untereinander können Schutzziele insofern eine Rolle spielen, als dass sie festlegen, in welchem Umfang jemand Drittpersonen gefährden darf. Der Staat nimmt seine Rolle wahr, indem er als Gesetzgeber festlegt oder in der Rechtssprechung beurteilt, ob und bis zu welchem Mass solche gegenseitigen Gefährdungen zulässig sind. Diese Sichtweise ist vor allem im technischen Sicherheitsrecht, im Haftpflicht- und im Strafrecht zentral.

Eine Naturgefahr stellt dagegen nach dem allgemeinen Verständnis eine höhere Gewalt dar, die nicht oder zumindest nicht direkt durch menschliches Handeln geschaffen wurde. Wer sich einer Naturgefahr aussetzt und diese damit zum Risiko werden lässt, gefährdet in erster Linie sich selbst. Selbstgefährdung bedarf grundsätzlich keiner rechtlichen Regelung.

Da Naturgefahren oft wichtige Rechtsgüter betreffen und für die einzelnen Betroffenen oft nicht erkennbar und berechenbar sind, besteht gerade im Umgang mit Naturgefahren die Erwartung an den Staat, für Sicherheit zu sorgen.

Die Schutzziele im Sinne dieser Arbeit werden daher als Grenze zwischen dem Verantwortungsbereich der Allgemeinheit und dem Verantwortungsbereich des Individuums verstanden. Sie umschreiben, ob und in welchem Umfang einerseits eine Handlungspflicht der Allgemeinheit besteht und wie weit andererseits eine risikobetroffene Person selber für die Verminderung von Risiken zu sorgen hat.

Es bestehen grundsätzliche Zweifel, ob und wie weit es möglich ist, allgemeingültige Schutzziele zu definieren und festzulegen (Seiler, 1995a und 1995b; Abrahamsen, 2008).

3.2.2 Rechtsordnung

Obwohl Schutzziele für das Management von Naturrisiken von zentraler Bedeutung sind, sind solche weder in der Verfassung noch in Gesetzen oder Verordnungen des Bundes und der Kantone ausdrücklich formuliert. Schutzzielrelevant sind höchstens Artikel 19 des schweizerischen Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) und Artikel 1 des schweizerischen Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100), welche die staatlichen Pflichten und Massnahmen auf den Schutz von Menschen und erheblichen Sachwerten begrenzen. Erst auf der Regelungsstufe von Ausführungsbestimmungen, Richtlinien, Empfehlungen und Weisungen des Bundes und der Kantone liegen detaillierte Aussagen zu Schutzzielen vor. Indirekt finden sich in der Rechtsordnung aber verschiedene generelle Hinweise zur Verantwortlichkeit der Allgemeinheit.

Gemäss der Bundesverfassung stellt Sicherheit einen der Staatszwecke (BV Art. 2, SR 101) und eine Staatsaufgabe (BV Art. 57) dar. Die Verfassung garantiert verschiedene Grundrechte für das Individuum (insbesondere Leben, Freiheit, körperliche Unversehrtheit) und dessen Handlungsmöglichkeiten (Niederlassungsfreiheit, Eigentumsgarantie, Wirtschaftsfreiheit) (BV Art. 7 bis 36). Ferner sollen gewisse soziale Standards (Sozialziele) angestrebt werden (BV Art. 41). Aus den Grundrechten lassen sich – im Gegensatz zu den Sozialzielen – unmittelbare Ansprüche auf staatliche Leistungen (Massnahmen zum Schutz der Grundrechte) ableiten.

Neben Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Allgemeinheit betont die Bundesverfassung auch eine Eigenverantwortung des Individuums für sich und für die Gesellschaft (BV Art. 6). Ferner richtet sich der Umfang und die Gestaltung der staatlichen Aufgaben und Verantwortlichkeiten – somit auch der Umgang der Allgemeinheit mit Naturrisiken – nach den rechtsstaatlichen Prinzipien der Gesetzmässigkeit, der Wahrung öffentlicher Interessen, der Verhältnismässigkeit, der Rechtsgleichheit sowie Treu und Glauben (BV Art. 5 und 8).

Unter den bundesgesetzlichen Regelungen fällt Art. 19 des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) auf, welcher der Allgemeinheit eine eigentliche Pflicht zum präventiven Handeln zuweist. Schutzgut in den formellen Bundesgesetzen und in den Verordnungen sind Menschen und erhebliche Sachwerte. Aber auch die natürliche Umwelt und die Lebensgrundlagen werden zu den geschützten Rechtsgütern gezählt (Kapitel 2.3.4 und Tabelle 4).

Verschiedene Gesetze, namentlich das Waldgesetz und das Wasserbaugesetz (WBG, SR 721.100) verpflichten den Staat ferner, Beiträge an Massnahmen zum Schutz von Menschen und erheblichen Sachwerten vor Naturgefahren zu leisten. Von Seite der Allgemeinheit geforderte Präventionsmassnahmen sind auf bestimmte Gefahrenprozesse wie Lawinen, Rutschungen, Erosion, Steinschlag oder Hochwasser begrenzt. Eine entsprechende Regelung fehlt beispielsweise für Erdbeben. Die staatlichen Leistungen setzen in der Regel Eigenleistungen der Betroffenen voraus (WaG, Art. 35 Abs. 2). Sie beschränken sich auf bestehende, zur Zeit ihrer Entstehung für den Betroffenen nicht erkennbare Risiken. Wenn die Gefährlichkeit eines Gebietes bekannt ist, können Massnahmen zur Verminderung von Risiken, die dort nach Erkennen der Gefahr geschaffen wurden, nicht mehr mit öffentlichen Beiträgen unterstützt werden (WaV Art. 42 Abs. 4, SR 921.01; WBG Art. 1, Abs. 2, SR 721.100.1).

Zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen sind dem Bund und den Kantonen im Bundesgesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz weit reichende Aufgaben zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen übertragen. Diese umfassen Information, Warnung, Alarmierung sowie die Erteilung von Verhaltensanweisungen (BZG Art. 4 bis 6, SR 520.1). Ausdrückliche und konkrete Schutzziele sind dabei nicht formuliert.

Die Wiederherstellung nach Schäden ist meist Sache der Betroffenen. Für Personenschäden sieht die Bundesgesetzgebung in den Gesetzen zur Kranken- und Unfallversicherung eine Versicherungspflicht vor (KVG Art. 1a, SR 832.10; UVG Art. 1a, SR 832.20).

Detaillierte und rechtswirksame Schutzziele sind auf Bundesebene in Weisungen und Anleitungen festgelegt (Borter, 1999; BWG, 2001) (Kapitel 2.7.6., Abbildung 26 und Abbildung 27). Implizit sind Schutzziele auch in Regelungen zur Raumnutzung in Gefahrengebieten (BFF, 1984; BWV, BUWAL, BRP, 1997) enthalten.

In den kantonalen Rechtsnormen ist die Zuordnung der Verantwortlichkeit in der präventiven Risikominderung heterogen geregelt. Sie reicht von umfassender Verantwortlichkeit des Staates bis zu vollständiger Eigenverantwortlichkeit der Betroffenen. Faktisch ergibt sich jedoch eine Vereinheitlichung, da im Fall der Verantwortlichkeit des Gemeinwesens die Betroffenen zumeist zu Eigenleistungen herangezogen werden. Im Fall der Verantwortlichkeit von Betroffenen erfolgen wiederum Abgeltungen der Öffentlichkeit. Schutzziele sind im kantonalen Recht – wenn überhaupt – in starker Anlehnung an die Bundesregeln formuliert oder direkt von den Bundesregeln übernommen.

Der Interventionsbereich ist auch im kantonalen Recht – wie schon in der Bundesgesetzgebung – durch ein hohes Mass an staatlicher Verantwortlichkeit geprägt.

Im Bereich der Wiederherstellung kennt das Recht in einigen Kantonen im Vergleich zur Bundesgesetzgebung weitergehende Regelungen. Die Wiederherstellung fällt in die Verantwortlichkeit der Betroffenen, ebenso die Deckung und Behebung von nicht versicherbaren Elementarschäden. Die kantonalen Gesetze formulieren nahezu flächendeckend eine Versicherungspflicht mindestens für Gebäude und teilweise auch für Fahrhabe. Für nicht versicherbare Elementarschäden bestehen in einzelnen Kantonen Hilfsfonds oder Elementarschadenkassen, die zumeist nicht dem Staat, sondern einer öffentlich-rechtlichen Anstalt (Sachversicherung) angegliedert sind. Direkte staatliche Hilfe für den Wiederaufbau ist in einigen kantonalen Gesetzen vorgesehen, jedoch nur als eigentliche Nothilfe bei Erschöpfung der übrigen Mittel.

Nebst den gesetzlichen Vorgaben sind auch die Normen und Merkblätter technischer Vereinigungen, etwa die SIA-Tragwerksnormen (SIA 261, 2003a und 2003b) schutzzielrelevant. In diesem Zusammenhang ist das Merkblatt 2018: ‚Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben‘ (SIA, 2004) erwähnenswert, welches nach Bedeutung der Gebäude und Gebrauchsdauer abgestufte Schutzziele sowie Sicherheitsgrenzwerte und -grenzkosten enthält (Kapitel 2.7.4, Abbildung 23).

Detailliertere Ergebnisse einer Analyse von Rechtsnormen des Bundes und mehrerer Kantone finden sich im Anhang VI.

3.2.3 Rechtsprechung

Bezüglich Schutzziele interessiert die Rechtsprechung zur Frage, ob und in welchem Umfang eine Handlungspflicht zur Verminderung oder Beseitigung eines Risikos besteht. Typischerweise stellt sich diese Frage bei Haftungs- oder in Strafrechtsfällen, also nach erfolgtem Schadeneintritt. Vereinzelt wird die Frage auch in der gerichtlichen Auseinandersetzung mit Bewilligungs- und Planungsfragen angesprochen.

Im Umgang mit Naturrisiken fehlen spezielle Haftungsnormen. Zumeist ist der Staat Träger einer Handlungspflicht im Umgang mit Naturrisiken. Für hoheitliches Verhalten des Staates

oder seiner Beamten und Angestellten besteht eine öffentlich-rechtliche Staatshaftung (Seiler, 1997). Von besonderem Interesse und Bedeutung in der Rechtsprechung zu Schutzziele bei Naturrisiken sind daher Staatshaftungsfälle.

Beim Versuch, aus dem Haftpflichtrecht Schlüsse über zulässige Risiken zu ziehen, ist zu beachten, dass das Haftpflichtrecht eine andere Zielsetzung und Optik hat als das präventive Recht. Vor allem der im Haftpflicht- und insbesondere im Strafrecht wichtige Gesichtspunkt der Vorhersehbarkeit im Einzelfall hat im Präventionsrecht nicht die gleiche Bedeutung. Im Präventionsrecht kann nicht massgebend sein, ob eine bestimmte Person subjektiv die Gefahr voraussieht, sondern ob eine solche nach möglichst objektiver Betrachtung besteht. Die haftpflichtrechtliche Rechtsprechung kann daher nur mit Vorsicht herangezogen werden, um induktiv zu erschliessen, was nach rechtlicher Auffassung als zulässig gelten kann.

Aus der Analyse einer Reihe von Urteilen des Bundesgerichts und kantonaler Gerichte ergeben sich keine ausdrücklichen und allgemeingültigen Hinweise dazu, welche Risiken tolerierbar sind. Die Rechtsprechung anerkennt nebst den Pflichten eines Sicherheitsverantwortlichen auch eine Eigenverantwortung des Betroffenen. Die Eigenverantwortung wird unterstrichen durch das Erfordernis einer durchschnittlich üblichen Sorgfalt des Betroffenen sowie durch die Berücksichtigung des Selbstverschuldens in Haftungsfragen. Höhere Anforderungen an den Sicherheitsverantwortlichen bestehen, wenn Risiken für die Betroffenen schwer erkennbar und schwer vermeidbar sind (Elm, Signalisation Skipiste, BGE 115 IV 189, E. 3b; Melchsee-Frutt, Gefahren auf Nebenflächen, BGE 122 IV 193 E. 2a; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4) oder die Betroffenen besonders schutzbedürftig sind (Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411, E. 4b).

Voraussetzung einer Handlungspflicht ist eine Norm, welche den Sicherheitsverantwortlichen zum Handeln verpflichtet. Es besteht keine allgemeine Rechtspflicht, im Interesse anderer tätig zu werden (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3; VGE 21240 E. 2d). Wo besondere gesetzliche Normen fehlen, kann auf Regeln privater oder halbprivater Vereinigungen abgestellt werden, sofern diese allgemein anerkannt sind (Rupperswil, Reitunfall, BGE 127 IV 62, E. 2d; Elm, Lawine auf Skipiste, BGE 117 IV 415, E. 5a).

Der Umfang der Schutzpflicht wird durch die faktisch begrenzten Mittel des Staates beschränkt (Liestal, Schiesslärm, BGE 126 II 300 E. 5c). Nicht jedes Risiko löst eine Handlungspflicht aus (Frasnacht, Verkehrsunfall, BGE 80 IV 130, E. 1). Die Rechtsprechung hält – wie die Rechtsordnung – zwar im Grundsatz fest, dass Sicherheitsmassnahmen wirtschaftlich und technisch vernünftig und finanziell zumutbar sein müssen (Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 1; Genf-Cointrin, Baustellenunfall, BGE 90 IV 8, E. 2; Churwalden, Bäume am Pistenrand, BGE 121 III 358 E. 4a; Otelfingen, überlaufendes Gewässer, BGE 91 II 474 E. 5; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4). Jedoch weicht die Rechtsprechung von diesem Grundsatz in verschiedenen Fällen ab, indem sie

- der Einhaltung reglementarischer Sicherheitsmassnahmen – ungeachtet einer wirtschaftlichen Beurteilung – in jedem Fall vorrangige Bedeutung zumisst;
- bei konkreter Vorhersehbarkeit eines (an sich sehr seltenen) Ereignisses hohe Massstäbe an Sicherheitsmassnahmen setzt (Bern, Zumutbarkeit einer Sitzwache BGE 4P.244/2005 E. 4) (Seiler, 2006);
- die Anforderungen an Schutzmassnahmen von der Schutzbedürftigkeit der Betroffenen abhängig macht (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4; Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411, E. 4b);
- allgemeine Risikoüberlegungen implizit, teilweise sogar explizit ablehnt (Bern, Zumutbarkeit einer Sitzwache BGE 4P.244/2005 E. 4) (Zimmermann, 2006).

Während Rechtsordnung und Verwaltung möglichst objektiv vergleichbare Standards für tolerierbare Risiken anstreben, rückt die Rechtssprechung eher die besonderen Umstände und Verhältnisse des Einzelfalles ins Zentrum. Eine detailliertere Analyse von Urteilen des Bundesgerichtes und kantonaler Gerichte ist im Anhang VII angefügt.

3.2.4 Rechtslehre

3.2.4.1 Lehre der grundrechtlichen Schutzpflichten

Die Lehre der grundrechtlichen Schutzpflicht befasst sich mit der Pflicht des Staates, den Bürger vor Eingriffen in verfassungsrechtlich geschützte Rechtsgüter durch Mitbürger oder weitere Gefahrenquellen zu schützen (Sobotich, 2000; BBI 1997 I 191). Zu diesen Gefahrenquellen gehören auch Naturkräfte (Egli, 2002). Der Staat hat gemäss dieser Lehre nicht nur Eingriffe in die Grundrechte der Bürger zu unterlassen, sondern ist zu einem positiven Tun verpflichtet. Er soll dafür sorgen, dass die Grundrechte besser geschützt werden (Massnahmen zum Schutz des Lebens und der Gesundheit sowie der Persönlichkeitsrechte). Nach der Mehrheit der Lehre entspricht der grundrechtlichen Schutzpflicht des Staates auch ein subjektiver Anspruch des Einzelnen auf Schutz.

Ob und in welchem Mass der Staat die Grundrechte schützen muss, hängt von der Art des betroffenen Rechts und der Schwere der Beeinträchtigung ab. Während Gefahren (im rechtlichen Sinn) abgewehrt werden müssen, müssen Risiken nur im Rahmen der Vorsorge und nur soweit zumutbar reduziert werden (Seiler, 2001). Die Grenze zwischen rechtlich erheblicher Gefahr und irrelevanter Belästigung kann jedoch nicht überzeugend gezogen werden (Egli, 2002). Ferner ist staatliche Intervention umso dringender geboten, je unmittelbarer und konkreter die Gefahr ist (Müller, 1999).

Entscheidend ist auch die Art der Gefahrenquelle. Bei Naturgefahren setzen die Prognosemöglichkeit von Ereignissen und die Realisierbarkeit von Schutzmassnahmen dem staatlichen Handeln Grenzen. Weiter ist die Schutzpflicht beeinflusst vom tatsächlich Möglichen, insbesondere von den faktisch begrenzten Mitteln des Staates (Egli, 2002). Es darf nichts gefordert werden, was dem Staat tatsächlich unmöglich ist.

Geht die Gefährdung vom Grundrechtsträger selber aus (Selbstgefährdung), sind der Handlungspflicht ebenfalls Grenzen gesetzt (Egli, 2002), weil die Freiheitsrechte des Grundrechtsträgers zu wahren sind. Gerade in diesem Zusammenhang stellt sich beispielsweise auch die Frage der Ermächtigung oder Verpflichtung zu polizeilichem Handeln. Nach klassischem Polizeirecht gilt das Opportunitätsprinzip. Dieser Grundsatz bedeutet, dass die Behörden zu polizeilichem Handeln nur ermächtigt, nicht verpflichtet sind. In neuerer Zeit wird das polizeiliche Handeln immer mehr zur Pflicht, einerseits aufgrund ausdrücklicher Gesetznormen, andererseits wegen der wachsenden Ohnmacht der Einzelnen gegenüber den modernen Gefahren. Die Behörden verfügen allerdings bei der Frage, ob und wie sie polizeilich handeln sollen, oft über einen weiten Beurteilungsspielraum. Dabei haben sie die Art des Polizeigutes, die Schwere der Gefahr, die verfügbaren Mittel und die Umstände des Einzelfalles zu berücksichtigen (Häfelin/Müller/Uhlmann, 2006, Rz 2445 - 2449).

Adressat der grundrechtlichen Schutzpflicht ist der Staat in allen seinen Erscheinungsformen. Die Umsetzung obliegt primär der Gesetzgebung (Egli, 2002; Seiler, 2001). Diese muss in erster Linie die Grenze zwischen einer unerlaubten Gefährdung und einem hinzunehmenden Restrisiko definieren (Egli, 2002).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Lehre der grundrechtlichen Schutzpflicht eine Handlungspflicht des Staates zum Schutz der Grundrechte – auch gegen Naturgefahren – bejaht. Bei der Entscheidung, auf welche Weise die Schutzpflichten wahrgenommen werden, kommt der zuständigen staatlichen Behörde ein weiter Einschätzungs-, Wertungs- und Gestaltungsspielraum zu. Dieser berücksichtigt die Art des betroffenen Rechtsguts, die Schwere der Beeinträchtigung, die staatlichen Möglichkeiten und Mittel und allfällige durch

das staatliche Handeln ausgelöste Konflikte mit andern Grundrechten. Ein Teil der Lehre erachtet die Grundrechtstheorie für die Festlegung einer staatlichen Schutzpflicht als unergiebig, da sich daraus im Vergleich zum Straf- und Polizeirecht nichts Neues ergibt (Seiler, 2001).

3.2.4.2 Schutzziele in der Lehre zum technischen Sicherheitsrecht

Beim technischen Sicherheitsrecht stellt sich die Frage nach der staatlichen Handlungspflicht etwas anders: In einer Schutzpflicht steht in der Regel nicht der Staat, sondern der Betreiber einer riskanten Tätigkeit. Dennoch spielt der Staat eine zentrale Rolle: Er schreibt als Gesetzgeber vor, welche Sicherheitsmassnahmen zu treffen oder allenfalls sogar, welche Risiken zulässig sind. Als Exekutive prüft der Staat riskante Anlagen, erteilt Bewilligungen und Zulassungen oder nimmt Einfluss auf die Entwicklungsplanung. Und schliesslich urteilt die Judikative nach Ereignissen im Verwaltungsgerichtsverfahren oder in Haftungs- und Strafrechtsfällen. Der Staat befasst sich im Bereich der technischen Risiken somit nicht als handelnder Schutzpflichtiger, sondern als Regulator und Kontrollinstanz mit Schutzzielen.

Das technische Sicherheitsrecht ist im Allgemeinen geprägt von zahlreichen Bestimmungen mit genauen Vorgaben und Verhaltensanweisungen. Diese Regeln sind nicht risikobasiert hergeleitet, untereinander wenig kohärent und historisch gewachsen. Sie halten fest, was nach Erfahrung und guter Praxis sinnvollerweise zu unternehmen ist, um die Sicherheit zu verbessern. Die Schutzziele als Mass des tolerierbaren Risikos ergeben sich aus der Anwendung dieser Regeln implizit.

Ausdrücklich erörtert wird die Frage des tolerierbaren Risikos dagegen in der Anschlussgesetzgebung und in der Literatur zu Art. 10 (Katastrophenschutz) des Umweltschutzgesetzes (USG, SR 814.01). Gemäss Art. 3 der Störfallverordnung (StFV, SR 814.012) müssen zuerst allgemeine Sicherheitsmassnahmen getroffen werden, die nach dem Stand der Sicherheitstechnik verfügbar, nach der Erfahrung ergänzt und wirtschaftlich tragbar sind. Wenn schwere Schädigungen nicht ausgeschlossen sind, müssen besondere Sicherheitsmassnahmen, vor allem Dokumentations- und Informationspflichten wahrgenommen werden (Art. 6 StFV). Wird das Risiko als nicht tragbar beurteilt, sind zusätzliche Sicherheitsmassnahmen notwendig, die geeignet und erforderlich sind, um das Risiko auf ein tragbares Mass zu vermindern (Art. 8 StFV; Seiler, 2001).

Art. 10 USG bezweckt zwar Schutz, aber nicht absoluten Schutz vor schweren Schädigungen (Leimbacher und Saladin, 1990). Wird der Schaden als schwer, aber nicht als besonders schwer bewertet, so kann er tragbar sein je nach Gewicht, das ihm im Verhältnis zu entgegenstehenden Interessen zukommt. Es findet eine Interessenabwägung zwischen den Interessen des Risikobetroffenen und den Interessen an einer riskanten Tätigkeit statt. Ereignisse, die besonders schwere Schäden verursachen, sind unbedingt zu vermeiden – wenn nötig durch das Verbot einer Anlage. Die Eintretenswahrscheinlichkeit der Schädigung ist bei besonders schweren Schädigungen irrelevant. Als besonders schwer gelten Schäden, wenn sie die ganze Schweiz oder wesentliche Teil davon betreffen oder wenn sie nachhaltig wirken können.

Die Annahme einer maximal zulässigen oberen Schadensgrenze ist in Lehre und Praxis umstritten (Seiler, 1997). Das Umweltschutzgesetz und die Störfallverordnung enthalten keine ausdrückliche maximale Schadenobergrenze. Das Handbuch I zur Störfallverordnung (BUWAL, 1991) hält es für möglich, dass es ein Mass an Schädigungen gäbe, das durch die privaten und öffentlichen Interessen nicht mehr aufgewogen werden könne und unabhängig von der Eintretenswahrscheinlichkeit als untragbar zu bezeichnen sei. Im Anhang des Handbuches (BUWAL, 1991, Anhang G, Fig. G.4) ist eine solche Grenze bei Störfallwert 1.0 gezogen. Dies entspricht ca. 2'200 Todesfällen (innert 30 Tagen als direkte Folge des Störfalles) und CHF 10 Mia. Sachschaden (Kapitel 2.4.3, Tabelle 9). In den Beurteilungskriterien (BUWAL, 1996) wurde die Frage dagegen offen gelassen: Ausmassachse und Akzeptanzli-

nie enden bei einem Störfallwert 1.0, da bei den in der Schweiz vorhandenen Betrieben nicht mit Ereignissen mit grösserem Schadenausmass zu rechnen sei.

Grundsätzlich sind die Kantone, denen der Vollzug der Störfallverordnung obliegt, berechtigt eine derartige maximale Schadenobergrenze festzulegen. Es werden – ceteris paribus – umso grössere Katastrophenpotenziale akzeptiert, je höher die Entscheidungsebene ist (Seiler, 1995b).

Wird ein Risiko als tragbar beurteilt, so wird mit dieser Feststellung der Anspruch verbunden, dass es von allen Betroffenen in Kauf genommen und getragen werden muss (Trösch, 1992). Getragen werden muss nur das Risiko, nicht aber die Gefahr oder gar ein allfälliger Schaden. In Anhang des Handbuches zur Störfallverordnung (BUWAL, 1991, Anhang G, Fig. G.4) ist die Grenze eines in jedem Fall tragbaren Risikos bei Störfallwert 0.1, in den Beurteilungskriterien II (BUWAL 2001) gar bei 0.3 angesetzt. Dies entspricht ca. 2 resp. 10 Todesfällen (innert 30 Tagen als direkte Folge des Störfalles) und ca. CHF 8 resp. 40 Mio. Sachschaden.

Diese Werte des auf jeden Fall tolerierbaren Schadens (2 Todesfälle, CHF 8 Mio. Sachschaden) sind sehr hoch im Vergleich zur üblichen Werthaltung im Umgang mit Naturgefahren. Die Werte für das maximal tolerierbare Risiko (ca. 2000 Todesfälle, CHF 10 Mia. Sachschaden) sind dagegen im Vergleich zu den schlimmsten derzeit in Betracht gezogenen Naturgefahrenszenarien (Erdbeben Magnitude 6.9 (vergleichbar Basel 1356), Wiederkehrdauer ca. 1000 Jahre: 1'500 Todesopfer, CHF 60 Mia. Sachschäden) wiederum tief.

Die Regelung des Katastrophenschutzes im Umweltschutzgesetz und in der Störfallverordnung umschreibt das in vielen technischen Sicherheitsregeln typische Dreistufenkonzept (Seiler, 1997), welches je einen Bereich umfasst (Tabelle 42):

- in dem Sicherheitsmassnahmen zwingend sind und keine Abwägung erlauben;
- in dem über die Anwendung von Sicherheitsmassnahmen aufgrund einer Verhältnismässigkeitsprüfung entschieden wird;
- in dem keine Sicherheitsmassnahmen vorzusehen sind.

Tabelle 42 Das Dreistufenkonzept im technischen Sicherheitsrecht (Seiler, 1997) unterscheidet drei Bereiche der Pflicht zur Ergreifung von Sicherheitsmassnahmen: einen Bereich mit absoluter Handlungspflicht, einen Bereich mit Pflicht zu verhältnismässigen Handlungen und einen Bereich ohne Handlungspflicht.

Stufe	Regelungstechnik		
	Generalklauseln	Stand der Technik usw.	Grenzwerte
1. Stufe <i>absoluter Bereich</i>	Gefahrenabwehr	anerkannte Regeln der Technik; nach der Erfahrung geboten	Einhaltung der Grenzwerte, Alarmwerte
2. Stufe <i>relativer Bereich: zusätzliche Sicherheitsmassnahmen, soweit wirtschaftlich vertretbar</i>	Gefahrenvorsorge, Risikovorsorge	Stand von Wissenschaft und Technik; Stand der Technik	ALARA-Bereich, vorsorgliche Begrenzung, Planungswerte, Zielwerte
3. Stufe <i>keine zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen mehr erforderlich</i>	Sicherheit	erlaubtes Risiko	Unschädlichkeit

Das Dreistufenkonzept wurde als F/N-Diagramm mit Akzeptanzlinien im Handbuch zur Störfallverordnung (BUWAL, 1991, Abbildung 22) umgesetzt.

3.2.4.3 Schutzziele in der Rechtslehre zum Management von Naturrisiken

Rechtlich besteht – wie bereits erwähnt – ein Unterschied zwischen natürlichen und technischen Risiken (Seiler, 1995d; Seiler, 2002). Bei letzteren kann in der Regel ein Verursacher ausgemacht und nach dem Verursacherprinzip oder – im Schadenfall – nach haftpflichtrechtlichen Bestimmungen belangt werden.

Da Naturgefahren hochrangige Rechtsgüter betreffen können, ist es unbestritten, dass eine Verpflichtung des Staates zum Schutz der Bevölkerung besteht (Kapitel 3.2.4.1 sowie z.B. Hepperle, 1995; Lüthi, 2004; Bütler, 2006). Diese Verpflichtung besteht auch aufgrund von Rechtsnormen, insbesondere Art. 19 des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0).

Im Umgang mit Naturgefahren gelten generell tiefere Anforderungen an die Schutzpflicht als bei Risiken, welche die in Anspruch genommene Stelle selber gesetzt hat (Jaun, 2006). Der Sorgfaltsmassstab ist von Beginn weg auf das Mögliche und Zumutbare begrenzt. Das Gemeinwesen hat lediglich vorzukehren, was von ihm bei umsichtigem und gewissenhaftem Handeln, im Rahmen der ihm zur Verfügung stehenden personellen, logistischen und finanziellen Ressourcen und der zeitlichen Verhältnisse vernünftigerweise erwartet werden kann (Bütler, 2006). Es sind nur solche (allenfalls vorsorgliche) Schutzmassnahmen zu ergreifen, die in sachlicher, räumlicher, zeitlicher und personeller Hinsicht effektiv erforderlich sind und in einem vernünftigen Verhältnis zum Schutzinteresse der gefährdeten Bevölkerung stehen. Eine Pflicht zur Schadensabwehr besteht zudem nur insoweit, als die Gefahr den Verantwortlichen bekannt oder für sie bei zumutbarer Sorgfalt erkennbar ist. Den zuständigen Organen und Personen kommt ein beträchtliches Ermessen in der Beurteilung der Situation zu. Die Schutzerwartung der Bevölkerung findet ihre Grenze in der Möglichkeit zur Eigenvorsorge. In erster Linie ist nämlich jedermann selber für den Schutz seines Hab und Guts verantwortlich.

Gestützt auf die gesetzlichen Vorgaben und auf die Gefahreninformationen haben die Sicherheitsbehörden Schutzziele und -massnahmen festzulegen (Bütler, 2006). Angesichts der zahlreichen und ausgedehnten Gefahrengebiete und der beschränkten Mittel sind die Kosten der Massnahmen und die ohne Massnahmen möglicherweise eintretenden Schäden im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse gegeneinander abzuwägen. Es sind nach dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit stets die finanziellen, personellen und technischen Ressourcen der zu Schutzmassnahmen verpflichteten Gemeinwesen zu berücksichtigen. Doch darf der Schutz von Bewohnern und Besuchern in abgelegenen Tälern keineswegs rein aus Kostengründen vernachlässigt werden (Bütler, 2006).

Je dringlicher und schwerwiegender eine Gefährdungssituation erscheint, desto eher kann von den Sicherheitsbehörden erwartet werden, dass sie handeln und zumutbare Schutzmassnahmen ergreifen. Zu handeln ist auch in bekannten aussergewöhnlichen Situationen, insbesondere nach Warnungen durch Experten. Dank vertiefter Kenntnisse und hochstehender Beobachtungsmethoden stellen Naturereignisse heute nur noch in seltenen Fällen höhere Gewalt dar. Keine Handlungspflicht besteht lediglich bei ausserordentlichen Ereignissen, die auch durch Spezialisten trotz sorgfältiger Beurteilung nicht vorhersehbar waren (Bütler, 2006).

Zur in konkreten Gefährdungslagen sowie während oder nach Ereignissen erhöhten Handlungspflicht bestehen Parallelen mit der in der Gesundheitsökonomie bekannten ‚Rule of Rescue‘ (Sommer, 2001). Diese Regel besagt, dass unwirtschaftliche Massnahmen aus Gründen der Mittelknappheit sehr wohl unterlassen werden, solange es um Risiken im ‚statistischen‘ Sinn handelt. Im Falle von konkret erkennbaren Gefährdungen oder nach Eintritt einer Katastrophe oder Notlage werden eben diese Massnahmen ungeachtet wirtschaftlicher Überlegungen ergriffen. Die ‚Rule of Rescue‘ wird auch in der Rechtslehre und Rechtsprechung stark unterstützt. Möglicherweise führt dieses Verhaltensmuster zur Zurückhaltung bei privater Prävention im Wissen um grosse öffentliche Bereitschaft zu Intervention/Wiederherstellung während oder nach einem Ereignis (Godschalk, 1999).

Für viele typische Situationen im Umgang mit Naturgefahren haben sich aufgrund der einschlägigen Praxis und von Normen sowie als Folge der Rechtsprechung bestimmte Verhaltensregeln entwickelt (Bütler, 2006). Auch wenn sich daraus keine allgemein anwendbaren Schutzziele ableiten lassen, sind diese Verhaltensregeln bezüglich der Schutzerwartung vor Naturgefahren interessant (Tabelle 43).

Tabelle 43 Gängige Sorgfaltspflichten und Massnahmen im Umgang mit naturgefahrenbedingten Risikosituationen (nach Bütler, 2006).

Risiko-Situation	typische Massnahme				
	Hinweis	Warnung	technische Absperrung	organisatorische Sperrung	Schutzbauten
bestehende Infrastrukturanlage				baul. Massnahmen soweit zumutbar, vor allem in Siedlungsnähe und bei viel benutzten Bauten und Anlagen.	
geplante Infrastrukturanlagen				keine Bewilligung/ev. Auflagen.	
Werke im Gefahrengebiet	Verkehrssicherungspflicht, entfällt bei unaufmerksamem oder sorglosem, den Umständen nicht angepasstem Verhalten der Benutzer.				
Strassen				zeitweilig, bei akuter Gefahr.	bei wiederholter, schwerer Gefährdung.
Bergwege	v.a. bei akuten, heimtückischen oder schwerwiegenden Gefahren. Je intensiver die Werbung für eine Anlage, desto intensivere Sicherung erforderlich.				
Bergbahn mit grosser Förderkapazität und unerfahrenem Publikum	Abgrenzung einer gesicherten Zone sowie mehrsprachige Hinweistafeln.				
Bergbahn mit Tourengebiet ohne markierte Pisten	Warntafel an der Bergstation.				
Skipisten	personell, technisch und finanziell zumutbare Gefahrenabwehr, Gewährleistung Mindeststandard; Schutz vor schwer erkennbaren und auch bei Vorsicht unvermeidbaren Gefahren.				
Freerider-Gebiete	Seil oder Wimpelschnur an der Ausfahrt, Warnung mit Tafel/ Warnleuchte.				
Gletscher-Skipisten	beidseitige Begrenzung, Absturzsicherung oberhalb von Spalten, Hinweis auf Gletschergefahren in jedem Fall.				
Baustellen	Ausbildung, Ausrüstung, Überwachung, Einstellen der Arbeiten bei akuter Gefahr.				
Eintritt eines Schadenereignisses	Massnahmen des Gemeinwesens zu Nothilfe und Schadenbegrenzung in jedem Fall.				
vorhandene Gefahrenhinweise	Information der geeigneten und zuständigen Behörden.				

3.2.4.4 Risikobasiertes Recht

Im Vergleich zur kontinentaleuropäischen Rechtsordnung ist das angloamerikanische Rechtssystem eher utilitaristisch ausgerichtet (Egli, 2000). Deshalb haben ergebnisorientierte Regeln, oft bezeichnet als ‚Risk Based Regulation‘ (RBR), ‚Performance Based Regulati-

on' (PBR) oder ‚Goal Based Regulation‘ (GBR) in den Vereinigten Staaten von Amerika oder Grossbritannien bereits längere Tradition. Auslöser dieser Regulationsart ist ein zunehmendes Kostenbewusstsein in Wirtschaft und Politik, sowie die Tendenz zunehmender gesetzlicher Regelungen und steigender Zahl von Haftungsfällen (Flueler und Seiler, 2003). Der Ansatz des risikobasierten Rechts ist in der Schweiz noch wenig verbreitet.

Vom traditionellen Sicherheitsrecht mit seinen oft detaillierten Handlungsvorschriften zur Risikominderung unterscheidet sich das risikobasierte Recht dadurch, dass es sich auf die Vorgabe von Schutzziele beschränkt und die Wahl der Massnahmen zur Erreichung der Schutzziele den Rechtsadressaten überlässt (Seiler, 2000).

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprojektes Nr. 1113-52163.97 ‚Risikobasiertes Recht: wie viel Sicherheit wollen wir?‘ entstand ein Entwurf eines risikobasierten Sicherheitsgesetzes (Seiler, 2000). Der Entwurf enthält folgende, für ein schutzzielbasiertes Risikomanagementkonzept relevante Inhalte:

- Definition der erfassten verletzbaeren Werte und Schäden (Anzahl Todesfälle, Anzahl verlorene Lebensjahre, Anzahl bleibend körperlich Geschädigte und Invaliditätsgrad, Sach- und Vermögensschäden, Umweltschäden);
- Regel zur Berücksichtigung künftiger Schäden;
- Gewichtung der Schäden nach Freiwilligkeit und Zurechenbarkeit, sowie versicherbarer/versicherter Schäden;
- Bewertung von Todesfällen, verlorenen Lebensjahren und körperlicher Verletzung;
- Schutzziele für individuelle Risiken (Grenzwerte);
- Schutzziele für kollektive Risiken („Learned Hand Rule“: Kostenreduktion insoweit, als die Kosten der risikoreduzierenden Massnahmen tiefer sind als der Erwartungswert der dadurch vermiedenen Schäden);
- Regelung der Behandlung von Grossschäden;
- Regel zur Berücksichtigung der Kosten risikomindernder Massnahmen.

In der Literatur zum risikobasierten Recht wurde aus dem Dreistufenkonzept des technischen Sicherheitsrechts ein ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ abgeleitet. Zur Festlegung des tolerierbaren Risikos sind nach diesem Ansatz zwei Bedingungen einzuhalten (Seiler, 2000; Flueler und Seiler, 2003):

- Regel 1:
Begrenzung des maximalen individuellen Risikos (Grenzwert für das maximal akzeptierbare Todesfallrisiko).
- Regel 2:
(Zusätzliche) Begrenzung des Kollektivrisikos (z.B. durch ein Grenzkostenkriterium).

Dem Schutz individueller Rechte wird daher gegenüber einer gesamtökonomischen Nutzenmaximierung der Vorrang eingeräumt.

3.3 Handlungsleitende Prinzipien

3.3.1 Gerechtigkeit, Ethik und Schutzziele

Schutzziele sollen das kollektive Risiko der Gesellschaft auf ein tolerierbares Mass reduzieren und gleichzeitig vermeiden, dass das Restrisiko für ein einzelnes Individuum untragbar wird. Die Tolerierbarkeit von Risiken ist somit einerseits eine Frage der Höhe des Risikos und andererseits eine Frage der Risikoverteilung in der Gesellschaft (Seiler, 1996a; Flueler

und Seiler, 2003). Wie hohe Risiken auf welche Art in einer Gesellschaft verteilt werden, ist eine Frage der Gerechtigkeit.

Die Frage der Gerechtigkeit ist ihrerseits eine Grundfrage in jedem politischen und gesellschaftlichen System. Diese Grundfrage ist Gegenstand zahlreicher ethischer, philosophischer, soziologischer, ökonomischer, politologischer und juristischer Auseinandersetzungen, welche die menschlichen Kulturen seit Jahrtausenden beschäftigen (z.B. die Darstellungen in Schulze W.D., 1981; Sommer, 2001; Konow, 2003; Mathis, 2004). Das Verständnis von Gerechtigkeit fiel in verschiedenen Gesellschaften und Zeitaltern ganz unterschiedlich aus und reicht von egalitärer Gleichbehandlung jedes Individuums bis zu utilitaristischer, gesamtökonomischer Maximierung des Nutzens.

Mit philosophisch-ethischen Aspekten befasste sich auch die damals junge Literatur der Risikowissenschaften in den frühen 1980er Jahren (Schulze, 1981). Der Umgang mit (unkompensierten) Risiken wurde in vier ethischen Systemen beschrieben:

- Utilitarismus: Risiken sind tolerierbar, wenn der zusätzliche Nutzen für den Risikoverursacher die zusätzlichen Kosten des Risikobelasteten übersteigen (‚Güter- und Übel-Abwägung‘).
- Egalitarismus: Risiken sind tolerierbar, wenn sie zu einer Besserstellung des Schlechtestgestellten führen.
- Elitarismus: Risiken sind tolerierbar, wenn sie zu einer Besserstellung des Bessergestellten führen.
- Libertarismus (‚verfassungsmässige‘ Haltung): Risiken dürfen in keinem Fall zu einer Schlechterstellung eines Individuums führen.

W. Schulze und A. Kneese (Schulze, 1981) plädieren für einen Einbezug ethischer Aspekte in die (risikobezogene) Nutzen-Kosten Analyse: „...Ethical systems which emphasize the good of the whole, such as utilitarianism, are shown to differ sharply in decision outcomes from those which emphasize the rights of the individual, such as libertarianism. It is suggested that benefit-cost analysis should be broadened to include alternative weightings of benefits and costs consistent with a variety of ethical views“.

In einer neueren Darstellung werden die Gerechtigkeits-Theorien nach drei Grundrichtungen gegliedert (Konow, 2003):

- Gerechtigkeit nach dem Prinzip von ‚Gleichheit und Bedürfnis‘ (equality and need): Güter sollen auf alle Mitglieder der Gesellschaft gleich verteilt werden. Diese Theorie ist vor allem auf das Wohl der schlechtestgestellten Mitglieder einer Gesellschaft ausgerichtet.
- Gerechtigkeit nach dem Prinzip von ‚Nutzen und Effizienz‘ (utilitarian and welfare economics): Bei der Güterverteilung werden das Ergebnis und die Folgen ins Zentrum gerückt, wobei die Maximierung des Gesamtnutzens das Ziel ist.
- Gerechtigkeit nach dem Prinzip von ‚Gleichmässigkeit, Verdienst und Zurechenbarkeit‘ (equity, desert and attribution): Die Güterverteilung wird vom Beitrag und der persönlichen Verantwortung des Einzelnen abhängig gemacht.

Als Teil der dritten Grundrichtung oder als eigenständige Ausrichtung gilt die Theorie nach dem Prinzip des Kontextes. Die Kontext-Theorien besagen, dass Güterverteilungen unterschiedlich gerecht empfunden werden, je nach dem geschichtlichen Zusammenhang, den Beteiligten, der Art des Gutes, Gewohnheiten oder der Prozedur der Verteilung (Konow, 2003).

Die verschiedenen Prinzipien werden oft gleichzeitig und vermischt angewendet. Dem Prinzip der Gleichmässigkeit kommt dabei eine führende Bedeutung zu. Güterzuteilungen und damit sinngemäss auch die Verteilung von Risiken werden als besonders fair empfunden, wenn sie in direktem Zusammenhang mit Faktoren stehen, die beeinflussbar sind. Beein-

flussbar sind persönliche Beiträge und Entscheidungen (effort, choice), nicht beeinflussbar sind Herkunft (birth), Pech (brute luck) und risiko-irrelevante Entscheidungen (choices that do not affect productivity) (Konow, 2003).

Die erwähnten Theorien zielen in erster Linie auf gerechte Behandlung von Einzelpersonen in der Gesellschaft (Personalität). Damit wird ein wesentlicher Aspekt der Umweltethik ausgeblendet, nämlich die Vernetzung der Einzelperson mit der Gesellschaft und der Umwelt (Retinität). Gemäss dem 1994 verfassten Umweltgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (RSU, 1994) stellen die Personalität und die Retinität das umweltethische Fundament dar. Das anthropozentrisch begründete Prinzip der Personalität sichert zwar eine Sonderstellung des Menschen, der Mensch darf damit jedoch nicht gleichzeitig zum einzigen Inhalt der sich daraus ergebenden moralischen Forderungen gemacht werden. Allerdings kann sich der Mensch nur entfalten durch Umgestaltung der Natur. Ein per se konfliktfreies Verhältnis zwischen Ökologie und Ökonomie kann es somit nicht geben.

In der Diskussion über den Umgang mit der Umwelt ist die Frage zentral, ob Umwelt- bzw. Naturgüter per se geschützt werden sollen oder nur soweit sie dem Menschen nützen (Seiler, 1997). Die Übersicht über das positive Recht (z.B. Umweltschutzrecht, Gewässerschutzrecht, Natur- und Heimatschutzrecht, Strafrecht) zeigt, dass Gesetze zwar traditionell menschliche Interessen schützen, dass es aber daneben auch zahlreiche rechtliche Normen gibt, welche die Umwelt schützen, z.B. Boden, Luft, Wasser, Tiere (Kapitel 2.3.4), und zwar unabhängig von oder sogar im Gegensatz zu menschlichen Interessen. Der Naturwirklichkeit kommt Eigenbedeutung zu (Seiler, 1997).

Die Antwort auf die Frage nach der ‚richtigen Theorie‘ für ein gerechtes Mass und eine gerechte Verteilung von Risiken ist letztlich ein Ausdruck des (politischen) Standpunktes und fällt je nach Staatsordnung und Zeitalter anders aus. Für eine bestimmte Region oder ein Projekt ist die passende Antwort optimalerweise in einem demokratischen oder partizipativen Entscheidungsprozess zu suchen (Kapitel 2.9 und Kapitel 4.6; Hall, 2000).

3.3.2 Prinzipien für die Festlegung von Schutzzielen

3.3.2.1 Fünf handlungsleitende Prinzipien

Aus den dargelegten Theorien ergeben sich folgende fünf Prinzipien für die Festlegung von Schutzzielen, welche das Handeln im Management von Naturrisiken leiten können:

- **Bedürfnis:** Schutzziele sollen von der Art und Bedeutung verletzbarer Werte (Rechtsgüter) namentlich Leib, Leben und Gesundheit, Vermögen, Einrichtungen des öffentlichen Lebens, Lebensqualität und Umwelt abhängen;
- **Einfluss:** Schutzziele sollen dem Mass der Selbstbestimmung (Freiwilligkeit) und dem Nutzen für die risikobetroffene Person Rechnung tragen;
- **Kontext:** Schutzziele sollen die persönlichen Umstände des Betroffenen, namentlich Aspekte der Standortgebundenheit und der Verlust-Aversion berücksichtigen;
- **Effizienz:** Schutzziele sollen von der Effizienz risikomindernder Massnahmen abhängen;
- **Vernetzung:** Schutzziele sollen sich an der Umwelt- und Sozialverträglichkeit risikomindernder Massnahmen orientieren.

3.3.2.2 Das Bedürfnisprinzip

Das Bedürfnisprinzip ist auf die menschlichen Bedürfnisse und deren Bedeutung ausgerichtet. Eine anschauliche Darstellung zur Bedeutung der Bedürfnisse ist die Maslow'sche Pyramide (Maslow, 1970), welche die menschlichen Bedürfnisse in fünf Ebenen gliedert:

- a. Selbstverwirklichung: Individualität, Talententfaltung, Altruismus, Güte, Kunst und Philosophie.
- b. Soziale Anerkennung: Status, Macht, Karriere, sportliche Siege, Auszeichnungen, Statussymbole und Rangerfolge.
- c. Soziale Beziehungen: Freundeskreis, Partnerschaft, Liebe, Nächstenliebe, Kommunikation und Fürsorge.
- d. Sicherheit: Wohnung, gesicherter Erwerb, Gesetze, Versicherungen, Gesundheit, Ordnung, Religion und Lebensplanung.
- e. Körperliche Grundbedürfnisse: Atmung, Wärme, Trinken, Essen, Schlaf und Fortpflanzung.

Für das Risikomanagement ist das Bedürfnisprinzip zentral. Bei der Formulierung von Schutzzieleen stellt sich die Frage, welche menschlichen Bedürfnisse in welchem Mass schützenswert sind. Als Versuch einer Antwort wurden die verletzbaren Werte resp. die geschützten Rechtsgüter gutachtlich und anhand der oben erwähnten Stichworte einer oder mehreren Bedürfnisstufen zugeordnet (Tabelle 44).

Tabelle 44 Geschützte Rechtsgüter und deren Zuordnung zu einer Bedürfnisstufe.

verletzbarer Wert	geschütztes Rechtsgut	körperliche Grundbedürfnisse	Sicherheit	Grenzbereich		
Menschenleben	- Leib und Leben	X				
menschliche Gesundheit	- Körperliche Unversehrtheit	X				
	- Gesundheit	X	X			
ökonomische Werte	- Eigentum und Vermögen		X	X		
gesellschaftliche Strukturen	- Rechtsordnung		X			
	- Einrichtungen des Staates		X			
	- Versorgungsbasis		X			
	- Landesverteidigung		X			
Umweltwerte	- Tiere	X				X
	- Pflanzen	X				X
	- Gewässer	X				X
	- Naturschönheiten					X
Lebensqualität	- Freiheit		X	X	X	X
	- Sittlichkeit		X	X	X	
	- Ehre			X	X	
Verantwortungsbereich		Allgemeinheit		Individuum		

X Zuordnung eines Rechtsgutes zu einer Bedürfnisstufe

X Bedeutendes Rechtsgut beim Management von Naturrisiken (Kapitel 2.3.2)

Diese Darstellung ermöglicht eine Differenzierung der geschützten Rechtsgüter hinsichtlich ihrer Bedeutung. Viele der im Management von Naturrisiken als relevant erachteten Rechtsgüter können in der Maslow'schen Bedürfnispyramide den Stufen ‚körperliche Grundbedürfnisse‘ und ‚Sicherheit‘ zugeordnet werden. Naturwerte werden den Grundbedürfnissen zugeordnet, soweit sie dem Menschen als Lebensgrundlage dienen.

Pragmatisch kann anhand dieser Zuordnung die Grenze zwischen Verantwortlichkeit der Allgemeinheit und dem Verantwortungsbereich des Individuums etwa zwischen den Bedürfnisstufen ‚Soziale Beziehungen‘ und ‚Sicherheit‘ gelegt werden (‚Grenzbereich‘ in Tabelle 44).

Bei der Umsetzung des Bedürfnisprinzips können Schutzziele für einzelne Arten von verletz-
baren Werten quantitativ festgelegt werden. Namentlich gilt das für den Schutz des Lebens
sowie von Sachwerten, die grundlegende materielle Bedürfnisse abdecken.

Für Ziele zum Schutz von Leib und Leben wird auf die quantitativen Angaben zu tolerierba-
ren individuellen Todesfallrisiken zurückgegriffen (Kapitel 2.6.2.1).

Damit die materiellen Bedürfnisse auf den Stufen ‚körperliche Grundbedürfnisse‘ und ‚Si-
cherheit‘ abgedeckt sind, muss zumindest das Existenzminimum nachhaltig gewährleistet
sein. Zur Definition des Existenzminimums wird die Terminologie der Sozialhilfe (SKOS,
2005) und der Schuldbetreibungspraxis (Betreibungsämter, 2001) herangezogen. In der So-
zialhilfepraxis wird unterschieden zwischen dem absoluten und dem sozialen Existenzmini-
mum und der materiellen Grundsicherung (Abbildung 36).

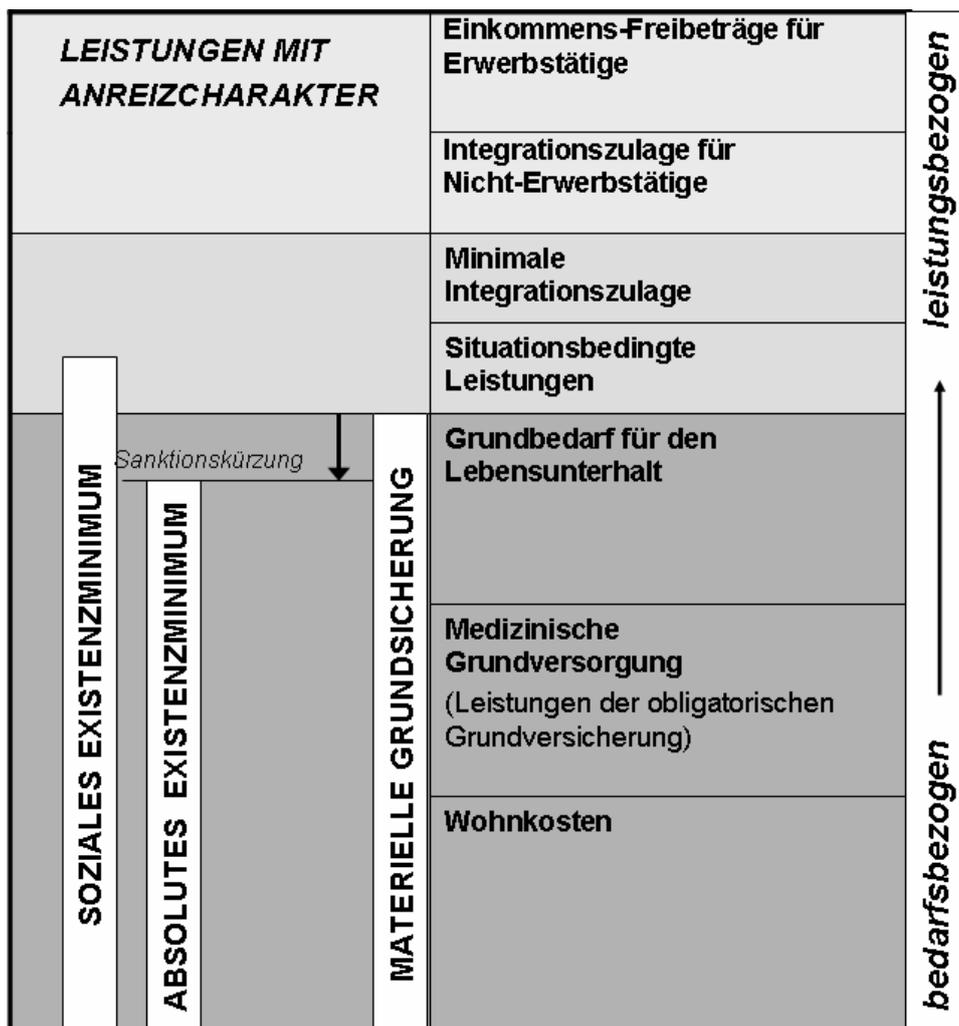


Abbildung 36 Unterstützungsbefähigung gemäss Richtlinien für die Ausgestaltung und Bemessung der Sozialhilfe (SKOS, 2005, S. A.6 – 3).

Zur materiellen Grundsicherung werden die Wohnkosten, die Kosten für die medizinische Grundversorgung und der Grundbedarf für den Lebensunterhalt gerechnet. Massgebend für die Höhe des Grundbedarfs für den Lebensunterhalt ist das Konsumverhalten des untersten Einkommensdezils, d.h. der einkommensschwächsten zehn Prozent der Schweizer Haushaltungen. Die medizinische Grundversorgung umfasst die Leistungen der obligatorischen Grundversicherung gemäss Krankenversicherungsgesetzgebung. In der Regel etwa 15%

tiefer liegt der Wert für das absolute Existenzminimum, welches dem verfassungsmässigen Recht auf Hilfe in Notlagen (Art. 12 BV, SR 101) entspricht (SKOS, 2005).

Für die Bemessung des sozialen Existenzminimums werden zusätzlich zur materiellen Grundsicherung die Kosten für eine gewisse Teilnahme am sozialen und kulturellen Leben hinzu gerechnet (SKOS, 2005). Etwa in dieser Höhe liegt auch der Wert des betriebsrechtlichen Existenzminimums (Betriebsämter, 2001). Das betriebsrechtliche Existenzminimum (Notbedarf) umfasst einen monatlichen Grundbetrag für den Lebensunterhalt inkl. Kulturelles, Wohnkosten, Sozial- und obligatorische Versicherungsbeiträge, unumgängliche Berufsauslagen, Unterstützungsbeiträge, Beiträge an Schulung der Kinder sowie weitere unumgängliche Kosten.

Aufgrund von Zahlenangaben in Weisungen und Richtlinien (Vernunft-Schweiz, 2007; Betriebsämter, 2001) wurden folgende Angaben zum Existenzminimum abgeschätzt (jährlicher Bedarf pro Kopf ermittelt anhand der Verhältnisse einer vierköpfigen Familie):

- materielle Grundsicherung CHF 12'300
- absolutes Existenzminimum CHF 10'500
- betriebsrechtliches Existenzminimum CHF 14'100

Für alle Arten von verletzbaaren Werten ausser Leib und Leben und Sachwerte ist die Anwendung des Bedürfnisprinzips bei der Schutzzielefestlegung infolge fehlender Indikatoren oder ungenügender Daten nur qualitativ möglich. Dies erfolgt durch eine Bewertung der verschiedenen Arten von risikoexponierten Objekten. Dabei wird pro Objektart zuerst abgeschätzt, welche Arten von verletzbaaren Werten oder geschützten Rechtsgütern beeinträchtigt werden, wenn die entsprechenden Objekte durch Naturereignisse betroffen sind. Anschliessend wird beurteilt, welche Bedeutung den betroffenen verletzbaaren Werten in der Bedürfnispyramide zukommt. Diese Bewertung erfolgt typisierend für Risikosituationen und Risiko-Objekte. Das Ergebnis ist Bestandteil eines sog. Objekt-Indexes (Kapitel 4.2.3.2).

3.3.2.3 Das Einflussprinzip

Das Einflussprinzip drückt die Möglichkeiten der Beeinflussung von Risiken durch das Verhalten der risikobetroffenen Person aus. Im Risikomanagement ist das Einflussprinzip bereits etabliert durch die, in der Literatur und Praxis verbreitete Klassierung der Risiken in Risikokategorien (Kapitel 2.6.1.4). Diese Risikokategorien werden oft auch als Freiwilligkeitsklassen bezeichnet.

Die Zuordnung von Risiken in Risikokategorien erfolgt nach verschiedenen Kriterien (Schneider, 1984), namentlich Kenntnis, Vermeidbarkeit und Beeinflussbarkeit des Risikos sowie Nutzenempfindung bei der riskanten Tätigkeit (Fischhoff, 1978) (Abbildung 37).

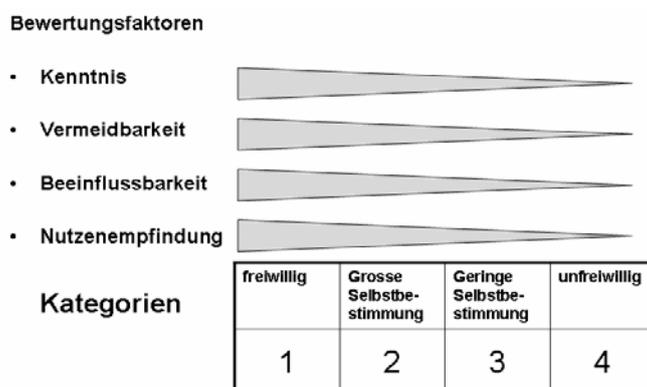


Abbildung 37 Risiko-Kategorien (Schneider, 1984).

Für die Umsetzung des Prinzips ‚Einfluss‘ bei der Schutzzielefestlegung werden die Kriterien Selbstbestimmung und persönlicher Nutzen beim Eingehen des Risikos qualitativ berücksichtig.

sichtigt. Bezüglich dieser Kriterien werden – wie beim Bedürfnisprinzip – Risikosituationen und risikoexponierte Objekte typisierend bewertet. Das Ergebnis ist ebenfalls Bestandteil eines sog. Objekt-Indexes (Kapitel 4.2.3.2).

3.3.2.4 Das Kontextprinzip

Das Kontextprinzip ist auf die spezifischen Umstände einer Risikosituation ausgerichtet. Solche spezifischen Umstände können die Vorgeschichte, bestehende Gewohnheiten, die involvierten Personen oder die Prozedur der Risikoverteilung sein.

Ein wichtiger Aspekt ist die Orientierung des Gerechtigkeitsempfindens und der Entscheidungen an einem Referenzpunkt. Referenzpunkte sind Werte, an die sich die Beteiligten angepasst haben oder auf die sie sich mit Vereinbarungen oder gegenseitigem Einverständnis geeinigt haben. Veränderungen, also Verluste oder Gewinne werden anhand dieses Referenzpunktes beurteilt (Kahnemann und Tversky, 1979; Plattner, 2005). Negative Abweichungen zum Referenzpunkt (Verluste) werden dabei stärker gewichtet als positive (Verlustaversion) (Abbildung 38).

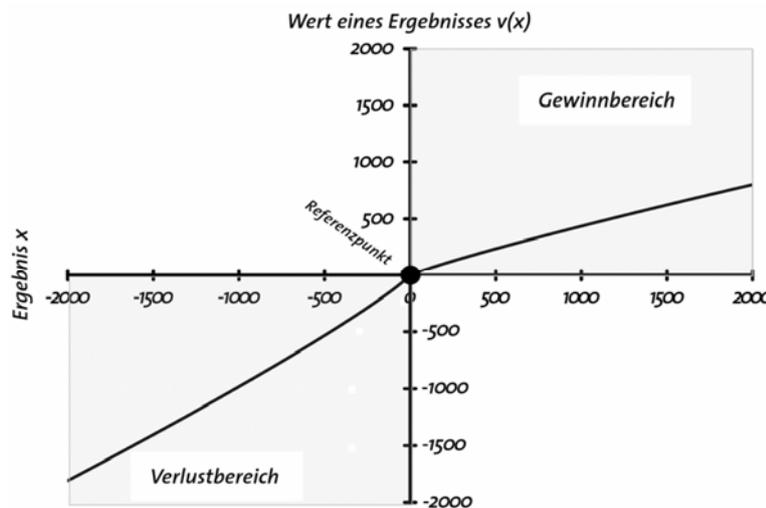


Abbildung 38 Gewinn und Verlust in Abhängigkeit vom Referenzpunkt (Kahneman und Tversky, 1979).

Ein für das Management von Naturrisiken relevanter Ausdruck der Orientierung an einem Referenzpunkt ist beispielsweise der im Baurecht verbreitete angewandte Bestandesschutz (Bestandesgarantie). Der Bestandesschutz garantiert die Erhaltung von Bauten, die nach geltendem Recht nicht mehr bewilligungsfähig wären, sofern sie während der Dauer ihres bisherigen Bestandes einmal bewilligungsfähig waren. Verfassungsrechtlich gründet der Bestandesschutz auf dem Vertrauensschutz (Art. 9 BV) und der Eigentumsgarantie (Art. 26 BV). Der Bestandesschutz gilt für die Lebensdauer des geschützten Objektes und lässt lediglich Instandsetzungs-, Unterhalts- und Modernisierungsmassnahmen am Objekt zu, ohne dieses wesentlich zu verändern. Massnahmen des Risikomanagements werden durch den Bestandesschutz erheblich beeinflusst.

Ein weiteres wichtiges Kontextelement ist auch der Standort eines risikoexponierten Objektes. Für das Management von Naturrisiken ist der Aspekt der Standortgebundenheit relevant. Die Standortgebundenheit wird gemäss bundesgerichtlicher Rechtsprechung nur bejaht, wenn eine Baute aus technischen oder betriebswirtschaftlichen Gründen oder wegen der Bodenbeschaffenheit auf einen Standort (ausserhalb der Bauzone) angewiesen ist (Aargau, Standortgebundenheit, BGE 114 Ib 317, E. 4a). An diese Erfordernisse sind strenge Anforderungen zu stellen. Dabei beurteilen sich die Voraussetzungen nach objektiven Massstäben, und es kann weder auf die subjektiven Vorstellungen und Wünsche des Einzelnen noch auf die persönliche Zweckmässigkeit oder Bequemlichkeit ankommen.

Für die Implementierung des Prinzips ‚Kontext‘ bei der Schutzzielefestlegung werden die Kriterien Standortgebundenheit und Besitzstandwahrung/Bestandesgarantie qualitativ berücksichtigt. Bezüglich dieser Kriterien können Risikosituationen und risikoexponierte Objekte zumindest teilweise typisierend bewertet werden. Auch dieses Bewertungsergebnis ist Bestandteil eines sog. Objekt-Indexes (Kapitel 4.2.3.2).

3.3.2.5 Das Effizienzprinzip

Das Effizienzprinzip ist auf die Maximierung des Nutzens (Sicherheit) ausgerichtet und lässt sich operationalisieren anhand der Kostenwirksamkeit von Massnahmen oder der Grenzkosten, bis zu denen Risikoverminderungsmassnahmen getroffen werden.

Optimale Effizienz in einer Region wird bei einem bestimmten Mitteleinsatz erreicht, wenn bei allen involvierten Teilsystemen (z.B. allen Gefahrenstellen eines Kantons) bis zu den gleichen Grenzkosten investiert wird, d.h. die Tangente an die Sicherheitskurve aller Systeme eine identische Neigung aufweist (Kapitel 2.8.3, Abbildung 28).

Für die Implementierung des Effizienzprinzips bei der Schutzzielefestlegung werden die Kriterien Wirksamkeit und Kosten berücksichtigt. Bezüglich dieser Kriterien können Risikoverminderungsmassnahmen typisierend bewertet werden, wobei die Wirksamkeit von der Eignung der Massnahmen abhängt. Die Eignung muss fallweise bestimmt werden und hängt ihrerseits von gefahrenspezifischen und örtlichen Gegebenheiten ab. Art, Intensität und Häufigkeit des Gefahrenprozesses, die Vorhersehbarkeit eines Einzelereignisses, die Grösse und der Verbauungsgrad eines Einzugsgebietes oder die Art und Ausdehnung der gefährdeten Objekte bestimmen mit, welche Massnahmen sich für ein bestimmtes Gefahrengebiet besonders eignen. Aufgrund fehlender Daten und aufgrund der zahlreichen fallweisen Besonderheiten kann diese Bewertung auf regionaler Ebene ebenfalls nur qualitativ erfolgen. Das Ergebnis ist Bestandteil eines sog. Massnahmen-Indexes (Kapitel 4.2.3.3).

3.3.2.6 Das Prinzip Vernetzung mit Gesellschaft und Umwelt (Retinität)

Das Prinzip ‚Vernetzung‘ ist auf die Belange der Gesellschaft und Umwelt im Risikomanagement ausgerichtet. Bezüglich Einbettung des Risikomanagements in Gesellschaft und Umwelt sind drei Bereiche zu beachten (RSU, 1994).

Ein erster Bereich deckt die Verantwortung des Menschen für sich selbst ab: Das Handeln muss individualverträglich sein. Diesem Aspekt dienen die oben erörterten Prinzipien Bedürfnis, Einfluss, Kontext und Effizienz.

Ein zweiter Bereich umfasst die Verantwortung des Menschen für seine soziale Mitwelt: Das Handeln muss sozialverträglich sein und zwar

- sowohl für die eigene soziale Gruppe als auch für die ganze Menschheit;
- hinsichtlich der direkten als auch der indirekten Folgen;
- hinsichtlich der ökonomischen Zumutbarkeit.

Diesem Aspekt dienen die Prinzipien ‚Effizienz‘ und ‚Vernetzung‘.

Der dritte Bereich betrifft die Verantwortung des Menschen für seine natürliche Umwelt: Handeln muss umweltverträglich sein, sowohl für die Erhaltung der Natur an sich als auch als Lebensgrundlage des Menschen. Diesem Aspekt dient das Prinzip Vernetzung.

Naturprozesse als Ursache von Naturrisiken sind Teil der Natur und ihrer Dynamik. Die Einflussnahme auf Naturprozesse steht somit zumeist im Konflikt mit einer möglichst unbeeinträchtigten Natur. Dies rechtfertigt auch die in der heutigen Praxis übliche Forderung nach ‚ökologischer Kompensation‘, wenn technische Massnahmen zur Verminderung von Naturrisiken ergriffen werden.

Die Eindämmung technischer Risiken steht dagegen im Einklang mit den Interessen der Natur. Wenn sich technische Risiken realisieren, beeinträchtigt dies zumeist gleichzeitig den Menschen und die Natur. Gleiches gilt auch, wenn technische Störfälle durch Naturereignisse induziert werden.

Für die Umsetzung des Prinzips ‚Vernetzung‘ bei der Schutzzielefestlegung werden die Kriterien Sozialverträglichkeit (Partizipation, Beeinträchtigung von Rechten und Interessen, Ressourcenschutz) und Umweltverträglichkeit (Auswirkungen auf Artenvielfalt, Landschaftsbild, Boden, Landressourcen und Belastungen) berücksichtigt. Die Risikoverminderungsmassnahmen können bezüglich dieser Kriterien typisierend bewertet werden. Mangels Daten und Indikatoren muss diese Bewertung qualitativ erfolgen. Das Ergebnis fliesst ebenfalls in einen sog. Massnahmen-Index ein (Kapitel 4.2.3.3).

3.3.3 Schutzzielprinzipien in Schutzzielkonzepten der Praxis

Nach einer gutachtlichen Einschätzung berücksichtigen alle Schutzziele der Praxis die Schutzzielprinzipien ganz oder teilweise (Tabelle 45).

Tabelle 45 Gerechtigkeitsprinzipien in Schutzzielkonzepten der Praxis.

Prinzip		Schutzzieldarstellung	Bedürfnis	Einfluss	Kontext	Effizienz	Vernetzung
		Grenzwerte für Versagenswahrscheinlichkeiten	+	-	+/-	+/-	-
qualitative und semiquantitative Schutzzielmatrices	Schutzziele KS Nr. 20	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-
	Schutzziele Hochwasserschutz an Fließgewässern	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	Schutzziele BU-WAL 107/1	+	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
quantitative Schutzzielschemen	F/N Diagramme ^{*)}	+	-	+/-	+/-	+/-	+/-
	F/N Diagramme ^{**)}	+/-	-	-	+	+/-	+/-
	Schutzziele Erdbeben an bestehenden Gebäuden ^{*)}	+	-	+/-	+/-	+	-
	Do. ^{**)}	+/-	-	+/-	+	-	-
Grenzwerte	Individuelles Risiko	+	+	-	-	-	-
	Kollektives Risiko	+	+/-	+/-	-	-	-
		Grenzkosten	+/-	+	-	+	-

^{*)} Bereich absoluter Schutzziele (intolerabel, Massnahmen zwingend erforderlich)

^{**)} Bereich mit Verhältnismässigkeitsprüfung (ALARA)

+ dominierendes Prinzip
+/- mitbestimmendes Prinzip

- unbedeutendes Prinzip

In besonderem Masse bedürfnisorientiert sind alle grenzwertbasierten Schutzzieldarstellungen. Ein Handlungsbedarf ergibt sich hier allein bei Vorliegen eines Schutzdefizits. Die Höhe des Schutzdefizits entscheidet über die Priorität und den Umfang der zu ergreifenden Mass-

nahmen. Der Aufwand, der für Massnahmen zur Einhaltung eines Grenzwertes erforderlich ist, bleibt unbeachtet. Grenzwertangaben zum tolerierbaren Risiko blenden den Aspekt der Effizienz aus.

Bei den im Management von Naturrisiken verbreitet angewendeten Schutzzielmatrices steht ebenfalls das Bedürfnisprinzip im Vordergrund. Allerdings erlaubt die Abstufung dieser Schutzziele nach Objektkategorien eine implizite Berücksichtigung von Effizienzaspekten. Sind hohe verletzbare Werte in hohem Masse gefährdet, kann vermutet werden, dass Risikoverminderungsmassnahmen auch effizient sind.

In grenzkosten- und kosten-nutzen-orientierten Schutzzieldarstellungen steht das Effizienzprinzip im Zentrum. Die Schutzziele favorisieren Massnahmen, mit denen sich besonders effizient Risiken vermindern lassen. Das Bedürfnisprinzip bleibt gesamtökonomisch gewahrt, indem bestmögliche Risikoreduktion für eine gesamte Gesellschaft erreicht wird. Für einzelne Individuen werden die Sicherheitsbedürfnisse jedoch in unterschiedlichem Masse abgedeckt.

Das Prinzip ‚Einfluss‘ spielt in allen Schutzzieldarstellungen, welche die Grenzwerte oder Grenzkosten ausdrücklich nach den sog. Risikokategorien (wie z.B. Freiwilligkeitsklassen) abstufen, eine zentrale Rolle. Indirekt berücksichtigt ist der Grad der Beeinflussbarkeit auch bei einigen Schutzzielmatrices durch die Festlegung unterschiedlicher Grenzwerte je nach Art der Objektkategorien.

Das Kontext-Prinzip kommt nur sehr untergeordnet zum Ausdruck, teilweise und indirekt in der Auswahl und Festlegung der Objektkategorien sowie bei Schutzzielen, die zwischen bestehenden und neuen Risiken unterscheiden.

Das Vernetzungsprinzip kommt hinsichtlich Umweltverträglichkeit in denjenigen Schutzzieldarstellungen zum Ausdruck, in denen auch Naturwerte massgebliche verletzbare Werte darstellen. Am ausgeprägtesten ist dies im Handbuch zur Störfallverordnung der Fall, wobei die naturbezogenen Schutzziele vor allem die Natur als Lebensgrundlage des Menschen betreffen. Indirekt kommt die Vernetzung aber auch in Schutzzielmatrices zum Ausdruck. Für Objektkategorien mit hohem Naturwert werden sehr tiefe Schutzanforderungen gestellt, so dass Eingriffe faktisch unterbleiben und die natürlichen Prozesse nicht beeinflusst werden.

3.4 Konzeptionelle Synthese

3.4.1 Elemente zur Festlegung von Schutzzielen

Aus dem Stand des Wissens (Kapitel 2) und den konzeptionellen Überlegungen (Kapitel 3.2 und 3.3) lassen sich verschiedene inhaltliche und formelle Elemente darstellen, die zur Festlegung der Tolerierbarkeit von Risiken entscheidend sind (Abbildung 39).

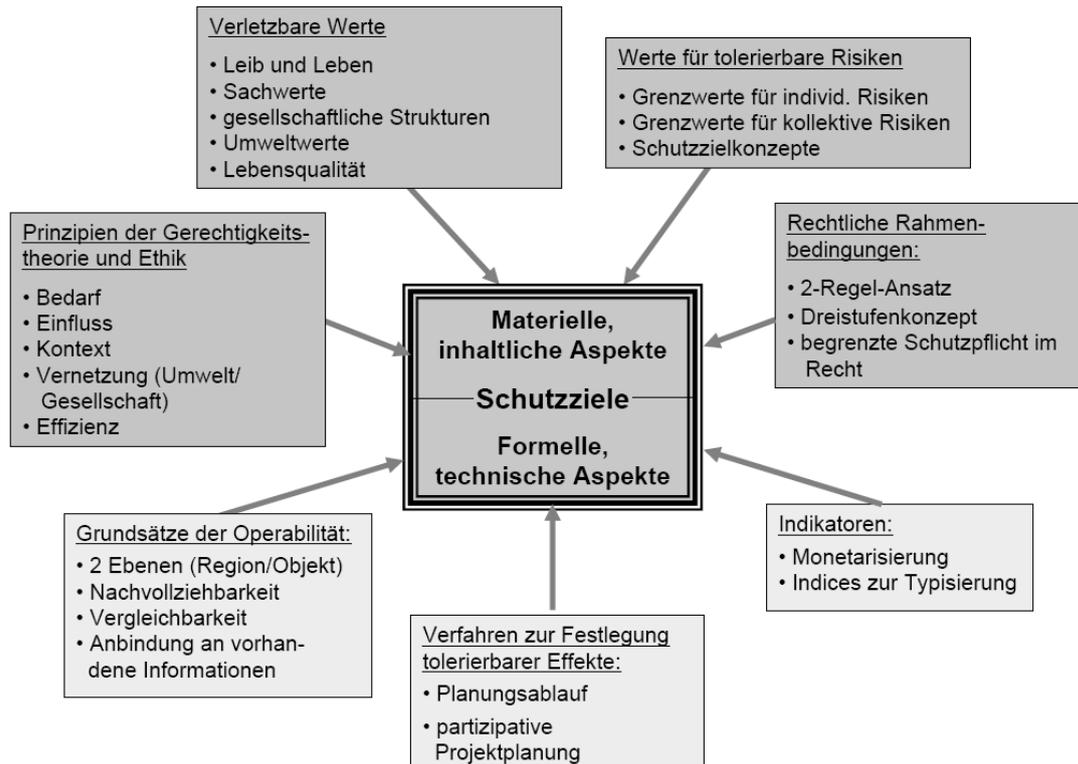


Abbildung 39 Elemente zur Entwicklung eines risikobasierten Management-Konzeptes für Naturrisiken.

3.4.2 Wesentliche inhaltliche Elemente

In Rechtsordnung, Rechtslehre und Rechtsprechung ist unbestritten, dass bei Naturrisiken eine Schutzpflicht besteht, diese aber nicht unbegrenzt ist. Materiell sind die Schutzziele in Empfehlungen (Umweltmaterialien) am konkretesten und im Einklang mit den rechtlichen Rahmenbedingungen geregelt. Diese Schutzziele werden verbreitet angewendet, sind jedoch nicht allgemeinverbindlich.

Die Literatur gibt Werte für das tolerierbare individuelle Todesfallrisiko zwischen 10^{-6} /Jahr und 10^{-2} /Jahr an. Die Abstufung dieser Eckwerte erfolgt nach Freiwilligkeit und direktem Nutzen und liegt somit in der Grössenordnung von 3 bis 4 Magnituden. Allgemeine Eckwerte zu tolerierbaren kollektiven Risiken gibt es nicht, da diese immer von der Grösse und Art des Systems abhängen.

Nebst Risiken an Leib und Leben fallen vor allem Risiken für Sachwerte, gesellschaftliche Strukturen, Umweltwerte und Lebensqualität in Betracht.

Aus Theorien der Gerechtigkeit und Ethik können zur Festlegung und Differenzierung der Schutzziele die fünf Prinzipien ‚Bedürfnis‘, ‚Einfluss‘, ‚Kontext‘, ‚Effizienz‘ und ‚Vernetzung‘ herangezogen werden. Das Bedürfnisprinzip, das Einfluss- und das Effizienzprinzip spielen in den bisher von der Praxis entwickelten Schutzzielen eine bedeutende Rolle. Auf regionaler Ebene dominiert das Bedürfnisprinzip. Das Effizienzprinzip kommt vor allem auf Stufe des Einzelprojektes zum Tragen.

Die Rechtslehre – namentlich die Lehre zum risikobasierten Recht – kennt den ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ zur Beschränkung individueller und kollektiver Risiken, welcher aus dem Drei-Stufen-Konzept des Umweltrechtes abgeleitet ist. Nach diesem Ansatz wird der Eliminierung untolerierbarer individueller Risiken (Regel 1) gegenüber der verhältnismässigen Reduktion kollektiver Risiken (Regel 2) der Vorrang eingeräumt.

Im heutigen regionalen Risikomanagement besteht meist ein Dilemma zwischen der Bereitstellung öffentlicher Mittel (Budget) und dem Mittelbedarf zur Erreichung von festgelegten Zumutbarkeitsgrenzen für tolerierbare Risiken (Schutzziele). Werden Schutzziele verletzt, muss grundsätzlich gehandelt werden, doch reicht das Budget in der Regel nicht aus, um alle festgestellten Schutzdefizite in kurzer Zeit zu eliminieren.

Der Zwei-Regel-Ansatz kann dieses Dilemma entschärfen. Nur wo ein Handlungsbedarf nach Regel 1 (Grundsicherheitslücken) besteht, muss dies zwingend Auswirkungen auf die Mittelbereitstellung haben. Eine verantwortliche Behörde muss sich zum Ziel setzen, diese untolerierbaren Risiken innerhalb einer bestimmten Zeit zu eliminieren. Der Handlungsbedarf nach Regel 2 („ALARP“-Lücken) kann dagegen im Kontext aller übrigen Staatsaufgaben festgelegt werden und hat nur bedingten Einfluss auf die Mittelbereitstellung. Diese hängt von der Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft für Risikominderungsmassnahmen ab (Abbildung 40).

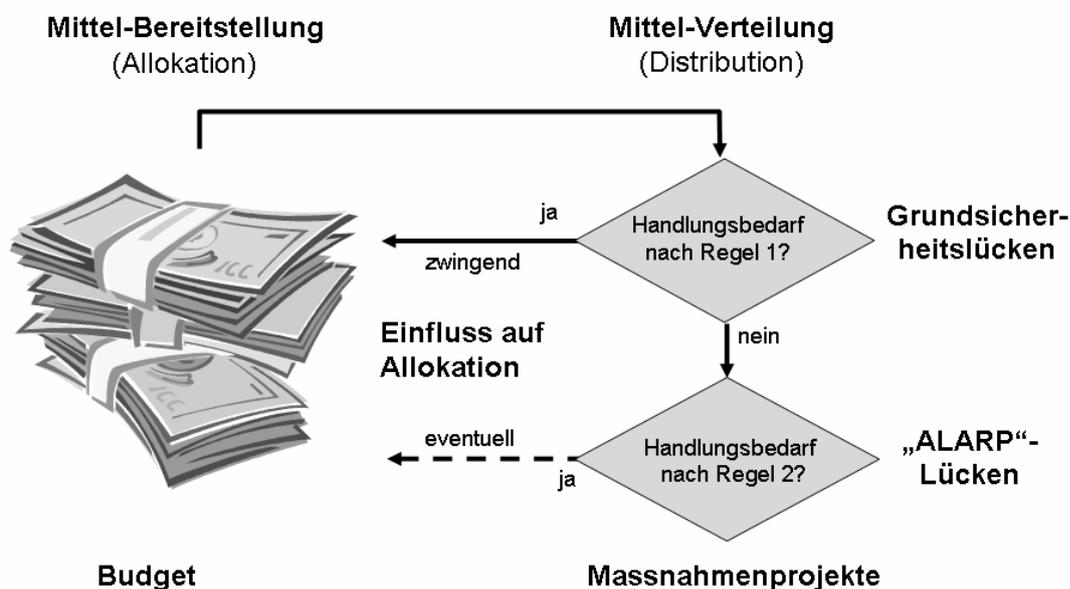


Abbildung 40 Abhängigkeit zwischen Allokation und Distribution gemäss Management-Konzept. Das Konzept geht davon aus, dass Mittel zur Reduktion untolerierbarer individueller Risiken (Grundsicherheitslücken) zwingend und Mittel zur weiteren Reduktion kollektiver Risiken („ALARP“-Lücken) bedingt bereitzustellen sind.

Die Schutzziele, die primär für den Präventionsbereich formuliert sind, lassen sich nicht ohne Prüfung für alle Bereiche des Risikomanagements anwenden. Rechtsprechung und Rechtslehre betonen höhere Ansprüche bei konkreten, unmittelbar drohenden Ereignissen.

3.4.3 Wesentliche formelle Elemente

Quantitative Aussagen zu Schäden und Risiken sind aufgrund des heutigen Wissensstandes nur für Menschenleben und Sachwerte ermittelbar, nicht aber zu weiteren verletzbaren Werten. Quantitative Betrachtungen müssen auf diese Werte und deren Indikatoren begrenzt bleiben.

Da der Schadensbegriff grundsätzlich subjektiv ist, ist aus Gründen der Vergleichbarkeit eine Typisierung, d.h. die Beurteilung eines Schadens bzw. eines Risikos und Schutzziels aus Sicht einer ‚typisch betroffenen Person‘ erforderlich. Dies erfolgt in Form von Indices (Kapitel 4.2.3.2 und 4.2.3.3).

Für eine gute operationale Eignung sind die Berücksichtigung aller relevanten Risiken, die Beachtung aller massgeblichen Aspekte, die Messbarkeit und Vergleichbarkeit der tolerierbaren Risiken entscheidend. Die Anbindung der Methoden an grossflächig vorhandene In-

formationen, namentlich Schadenpotenzialkarten und Gefahrenkarten ist eine wichtige operationale Voraussetzung für ein schutzzielbasiertes regionales Risikomanagement.

Zur Verbesserung der Akzeptanz des Risikomanagements, zur gegenseitigen Information und zur Berücksichtigung lokaler Bedürfnisse bei der Ermittlung der tolerierbaren Risiken sind partizipative Planungsprozesse von grosser Wichtigkeit.

3.4.4 Kernelemente eines schutzzielbasierten Risikomanagement-Konzeptes

Aus dem Gesagten ergeben sich folgende Kernelemente für ein schutzzielbasiertes Risikomanagement-Konzept (Tabelle 46):

1. Der Zwei-Regel-Ansatz bildet das Grundgerüst des Konzeptes. Damit können einerseits die elementaren Grundrechte geschützt werden (Einhaltung von Grenzwerten des individuellen Risikos, Regel 1). Darüber hinaus können die Risiken nach Massgabe der Verhältnismässigkeit reduziert werden (Reduktion des kollektiven Risikos, Regel 2).
2. Die Quantifizierung von Schutzzielen beschränkt sich auf Todesfall- und Sachrisiken.
3. Alle Schutzzielprinzipien sollen möglichst umfassend berücksichtigt werden.
4. Die Umsetzung des Konzeptes, vor allem von Regel 2, erfordert in hohem Masse den Einbezug der Betroffenen.
5. Zur Beurteilung von Einzelprojekten eignen sich bekannte Schutzziel festlegungen der Praxis, z.B. Konzepte mit Grenzkosten oder Kostenwirksamkeiten sowie Grenzwerte für tolerierbare individuelle Risiken.

Tabelle 46 Kernelemente eines schutzzielbasierten Konzeptes für das Management von Naturrisiken: Risikomanagement-Ebenen und anzuwendende Schutzzielkonzepte.

<i>Ebene</i>	<i>Schritt</i>	<i>Regel 1: Begrenzung individueller Risiken</i>	<i>Regel 2: Reduktion kollektiver Risiken</i>
<i>Region</i>		Grenzwerte für individuelle Risiken	Prioritätenliste der Risikoverminderungsmassnahmen
<i>Einzelobjekt</i>			Kosten-Nutzenanalyse, Grenzkostenanalyse, Grenzwerte für indiv. Risiken

4 Vorschlag eines schutzzielbasierten Managementkonzepts

4.1 Übersicht

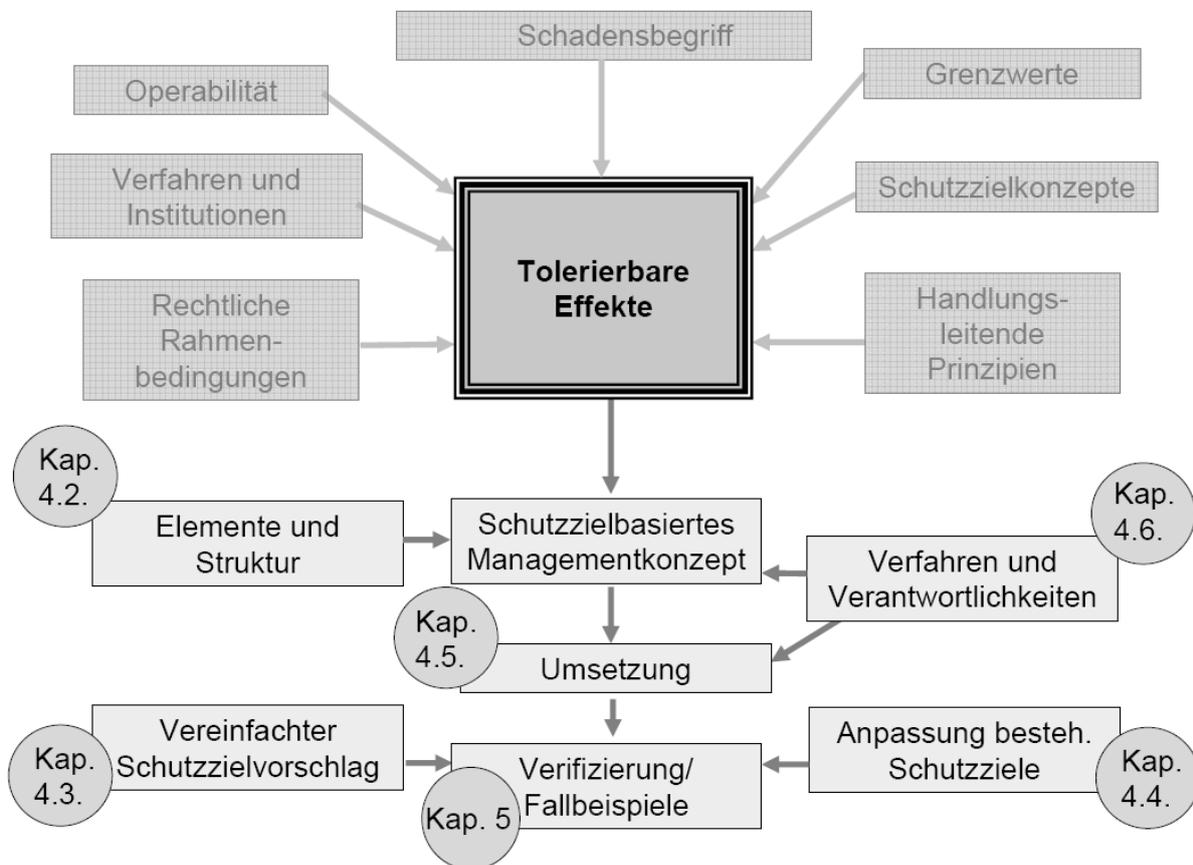


Abbildung 41 Kapitel 4 und 5 in der Übersicht.

Im Zentrum von Kapitel 4 steht ein Vorschlag für ein schutzzielbasiertes Managementkonzept. Der Vorschlag baut auf dem Zwei-Regel-Ansatz auf und deckt das Risikomanagement auf Stufe Region und Einzelprojekt ab. Die fünf Schutzzielprinzipien sollen möglichst umfassend umgesetzt werden (Kapitel 4.2).

Parallel zu diesem Vorschlag werden zwei Ideen vorgelegt, wie das heutige (regionale) Management von Naturrisiken weiter entwickelt werden könnte. Zum einen wird ein vereinfachter Ansatz vorgeschlagen, um anhand der Arten von risikoexponierten Objekten, der Gefahrenkarte und der Massnahmeneffizienz den Handlungsbedarf zur Risikoverminderung abzuschätzen (Kapitel 4.3). Zum anderen werden die bekannten ‚klassischen‘ Schutzzielmatrices aufgrund der in den obigen Kapiteln dargestellten Erkenntnisse zu den Schutzzielprinzipien modifiziert (Kapitel 4.4).

Die Umsetzung des Konzepts auf regionaler Ebene und auf Ebene Einzelprojekt wird erläutert (Kapitel 4.5). Abschliessend werden die Verfahren sowie die Rollen und Verantwortlichkeiten der Akteure und der Einbezug Betroffener im Management von Naturrisiken angesprochen. Entwicklungsmöglichkeiten zur Rollenverteilung und Partizipation im Rahmen eines schutzzielbasierten Managementkonzepts werden erörtert (Kapitel 4.6).

4.2 Neues schutzzielbasiertes regionales Management-Konzept

4.2.1 Grundsätze

Das schutzzielbasierte Management-Konzept basiert auf dem Zwei-Regel-Ansatz. Es bezweckt, den Handlungsbedarf und die Priorität von Risikoverminderungsmassnahmen möglichst unter Anwendung aller Schutzzielprinzipien zu ermitteln. Diese umfassende Sichtweise ist – wie im bisherigen Risikomanagement – bei der Anwendung von Regel 1 nicht möglich. Bei diesem Schritt finden nur die Prinzipien ‚Bedürfnis‘, ‚Einfluss‘ und ‚Kontext‘ indirekte Berücksichtigung. In Regel 2 werden dagegen alle Prinzipien umfassend angewendet (Tabelle 47).

Tabelle 47 Schutzzielprinzipien in den Regeln des schutzzielbasierten Managementkonzeptes.

Schutzzielprinzip	Regel 1	Regel 2
Bedürfnis	indirekt ^{*)} durch Objekt-Index	durch Objekt-Index
Einfluss	indirekt ^{*)} durch Objekt-Index	durch Objekt-Index
Kontext	indirekt ^{*)} durch Objekt-Index	durch Objekt-Index
Effizienz	--	durch Massnahmen-Index
Vernetzung	--	durch Massnahmen-Index

^{*)} der Objekt-Index beeinflusst die Zuordnung eines Objektes zu einer Risikokategorie (Kapitel 4.2.2.2).

Da Regel 1 nicht alle Schutzzielprinzipien berücksichtigt, soll sie nur in einem – möglichst kleinen – Teil aller Risikosituationen, nämlich jenem mit sehr hohen individuellen Risiken, zur Anwendung gelangen. Im vorgeschlagenen Konzept und im Fallbeispiel (Kapitel 5) ist die Anwendung von Regel 1 auf Fälle mit tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken von mehr als 10^{-2} bis 10^{-4} pro Jahr begrenzt (Abbildung 42).

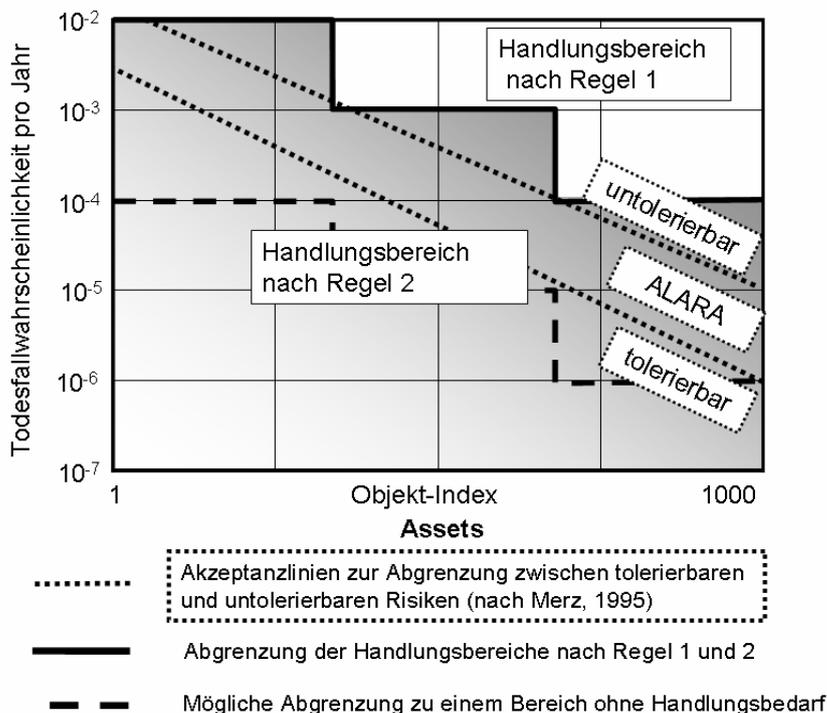


Abbildung 42 Handlungsgebiete nach dem Zwei-Regel-Ansatz (Beispiel Todesfallrisiken).

Damit wird – unter Annahme der Hypothese, dass der Grenznutzen der Risikoverminderung bei hohen Risiken grösser sei – bezweckt, dass auch die nach Regel 1 evaluierten Massnahmen vermutlich eine hohe Effizienz aufweisen. Zudem soll mit der Wahl hoher Schwellenwerte der Anteil der Projekte, die mit der – das Effizienzprinzip nicht berücksichtigenden – Regel 1 evaluiert werden, möglichst gering gehalten werden.

4.2.2 Vorgehen

4.2.2.1 Überblick

Die Beurteilungseinheit sowohl für Regel 1 als auch für Regel 2 ist das Gefahrengebiet. Zur Anwendung des schutzzielbasierten Managementkonzeptes wird daher das gesamte Untersuchungsgebiet (z.B. eine Gemeinde) in Gefahrengebiete (z.B. Lawenzüge, Wildbachgebiete) gegliedert. Diese Gliederung ergibt sich aus den naturräumlichen Gegebenheiten und aus der Raumnutzung. Für die Ausscheidung eines Gefahrengebietes gelten folgende Kriterien:

- Identität der Gefahrenquelle: Gefährdung durch die gleiche Gefahrenart mit gleichem Ursprung;
- Homogenität der Raumnutzung: Möglichst homogene Raumnutzung innerhalb des Gebietes;
- Identität des Wirkungsbereichs: Lage im direkten Wirkungsbereich der gleichen tatsächlich vorhandenen oder potenziell möglichen, grossräumig wirkenden Schutzmassnahmen.

Die Gefahrengebiete weisen naturgegeben eine unterschiedliche Grösse auf. Um eine systematische Bevorzugung grosser Gefahrengebiete zu vermeiden, werden die Resultate der Beurteilung auf eine einheitliche Flächengrösse umgerechnet.

Nach Regel 1 wird in einer ersten Planungsphase der Handlungsbedarf infolge hoher bis sehr hoher individueller Risiken quantitativ ermittelt. Handlungsbedarf ist gegeben, wenn ein gewisses Mass an individuellen Risiken überschritten ist. Dieses Mass ist abgestuft nach Art und Bedeutung der betroffenen Raumnutzung, dargestellt mit dem sog. Objekt-Index (Kapitel 4.2.3.2). Überschreiten Risiken diese Schwelle, besteht unbedingter Handlungsbedarf (Abbildung 42).

Anschliessend erfolgt die Priorisierung der Projekte nach Regel 2. Im Anwendungsbereich der Regel 2 gibt die Methode keine starren Grenzwerte für tolerierbare Risiken vor. Das Ergebnis dieses Planungsschrittes ist eine Prioritätenliste der zu ergreifenden Massnahmen. Bis zu welcher Priorität Massnahmen ausgeführt werden, ergibt sich aus den verfügbaren Mitteln (Budget).

Der neue Vorschlag ist im Vergleich zum heute üblichen Vorgehen (Kapitel 2.9.3, Abbildung 32) komplexer, bedingt durch das Vorgehen nach zwei Regeln und die klare Trennung zwischen den Planungsebenen Region und Einzelprojekt (Abbildung 43).

Bei der Behandlung von Einzelprojekten folgt die Planung und Beurteilung der zu realisierenden Massnahmen dem gleichen Ablauf wie bisher. Hinsichtlich des Umfangs der zu treffenden Massnahmen wird zwischen Regel 1 und Regel 2 differenziert. Nach Regel 1 evaluierte Massnahmen sind bis zu dem Punkt zu treffen, an dem das Mass des tolerierbaren Risikos nach dieser Regel nicht mehr überschritten wird. Nach Regel 2 ermittelte Massnahmen werden in der Reihenfolge der Prioritätenliste nach Massgabe der verfügbaren Mittel ausgeführt. Massnahmenvarianten werden hinsichtlich Kostenwirksamkeit analysiert. Anschliessend erfolgt die Ausführung von Massnahmen bis sowohl die Grenzkostenkriterien als auch allfällige (weitergehende) Schutzziele für individuelle Risiken eingehalten sind (untere gestrichelte Linie Abbildung 42). Als Schutzziele für Grenzkosten und tolerierbare individuelle Risi-

ken können auf Stufe Einzelprojekt die Vorschläge gemäss Tabelle 28 (Kapitel 2.7.5) herangezogen werden.

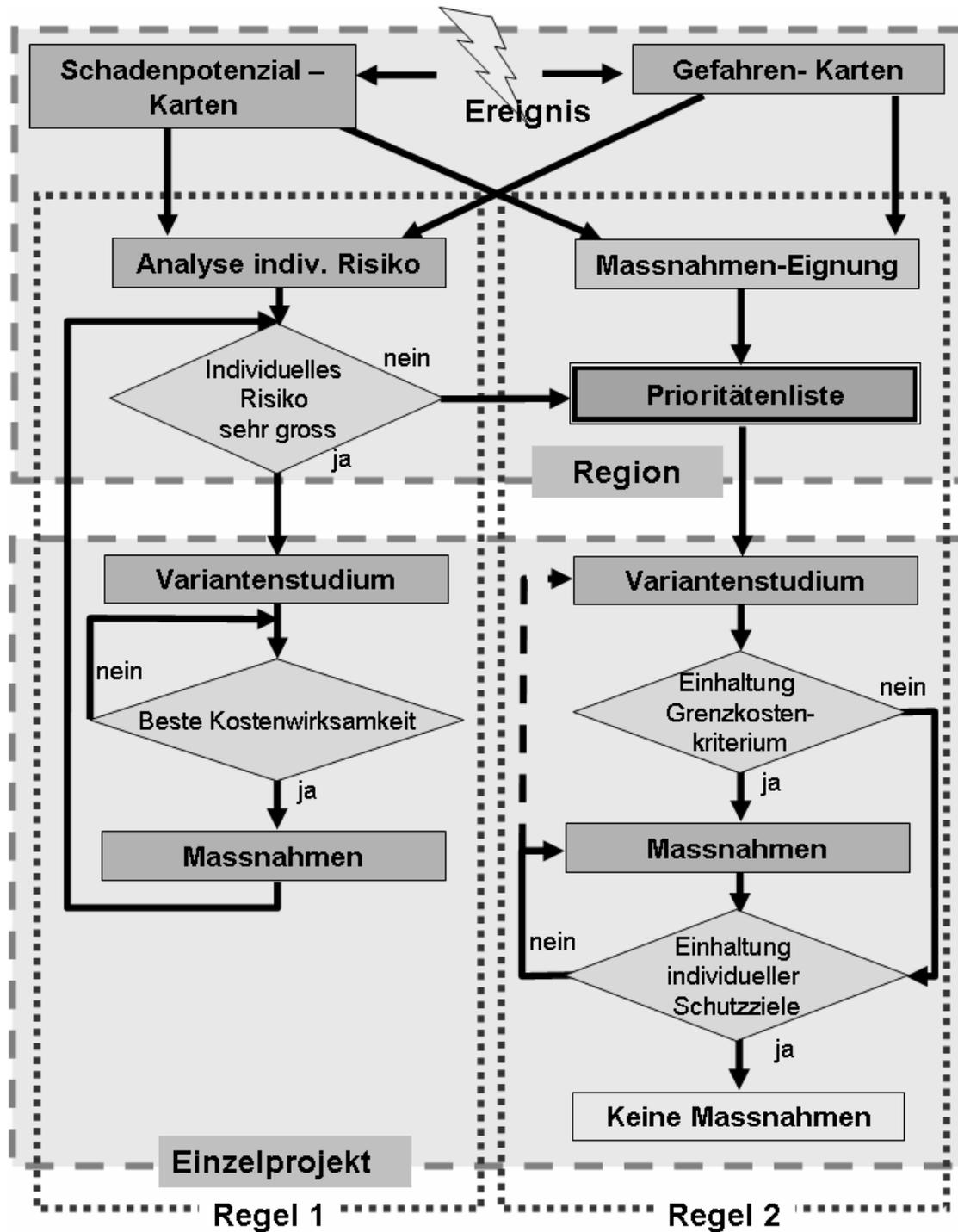


Abbildung 43 Ablauf gemäss schutzzielbasiertem Managementkonzept. Der ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ wird auf Ebene Region und auf Ebene Einzelprojekt angewendet.

4.2.2.2 Ermittlung des Handlungsbedarfs nach Regel 1

Zur Ermittlung des Handlungsbedarfs werden die individuellen Risiken für die gesamte zu untersuchende Region quantitativ ermittelt. Die Methode beschränkt sich dabei auf quantifizierbare Indikatoren und Messgrössen, namentlich auf Todesfallrisiken und monetäre Risiken.

Die Arten von Raumnutzung werden nach drei Kategorien differenziert, für die abgestufte Werte für das maximal tolerierbare individuelle Todesfall- und Sachrisiko gelten (Abbildung 42 und Tabelle 48). Die Zuordnung zu den Risikokategorien erfolgt aufgrund einer verallgemeinernden Bewertung der Objekte der Schadenpotenzialkarte. Diese Bewertung erfolgt typisierend und berücksichtigt die Schutzzielprinzipien Bedürfnis, Einfluss und Kontext (sog. Objekt-Index, siehe Kapitel 4.2.3.2).

Die Risikosituationen der Kategorie 3 in Tabelle 48 stehen in Verbindung mit der Sicherung menschlicher Grundbedürfnisse und weisen minimale Beeinflussbarkeit sowie hohe Standortgebundenheit auf. Das tolerierbare individuelle Todesfallrisiko soll in dieser Kategorie nicht höher als 10^{-4} pro Jahr liegen. Der Wert von 10^{-4} /Jahr entspricht dem Todesfallrisiko aus der Summe aller Ursachen für die Altersklasse mit der geringsten Sterblichkeitsrate, nämlich jene der 10-bis 14-jährigen (Flueler und Seiler, 2003).

Für Risikosituationen der Kategorie 1 besteht dagegen kein Bezug zur Sicherung körperlicher Grundbedürfnisse. Es besteht hohe Beeinflussbarkeit und geringe Standortgebundenheit. Das maximal tolerierbare individuelle Todesfallrisiko wird bei 10^{-2} pro Jahr angesetzt. Dieser Wert entspricht verbreiteten Angaben in der Literatur für vollkommen freiwillige Risiken (z.B. Merz et al., 1995) und etwa dem mittleren individuellen Todesfallrisiko aus der Summe aller Ursachen für alle Altersklassen (mittlere natürliche Sterbewahrscheinlichkeit).

Tabelle 48 Schutzziele zum maximal tolerierbaren individuellen Risiko.

Risikokategorie	Objekt-Index (Bedürfnis, Einfluss und Kontext)	Schutzziele	
		maximal tolerierbares individuelles Todesfallrisiko pro Jahr	maximal tolerierbares Sachrisiko in CHF pro Jahr (für Kt. OW)
1	1-333	10^{-2}	CHF 30'000
2	333 - 666	10^{-3}	CHF 25'000
3	> 666	10^{-4}	CHF 20'000

Grenzwerte wurden auch für Sachrisiken hergeleitet. Gewählt wurde ein Ansatz, nach welchem Risikokosten (Schadenskosten und Elementarversicherungsprämien) zu vermeiden sind, welche das durchschnittliche Einkommen eines Individuums unter das Einkommen reduzieren, das einem Existenzminimum entspricht. Es wird dabei vom mittleren Volkseinkommen pro Person ausgegangen. Individuelle wirtschaftliche Verhältnisse bleiben aus Gründen der Datenverfügbarkeit, aber auch aus prinzipiellen Gründen eines objektivierenden und rechtsgleichen Risikomanagements unberücksichtigt.

Der Vergleich zwischen dem jährlichen Primäreinkommen von ca. CHF 38'500 pro Kopf der Bevölkerung (Kt. OW, Zahlen 2004 aus BFS, 2007) und den Einkommensverhältnissen im Fall des Existenzminimums (siehe Kapitel 3.3.2.1) zeigt, dass eine jährliche Risikobelastung von CHF 24'900 bis 28'500 vorliegen muss, um eine Person mit mittlerem Volkseinkommen in den Bereich des Existenzminimums zu versetzen. Dies gilt für Privatpersonen. Für viele Situationen, z.B. Unternehmungen oder öffentliche Anlagen in Risikogebieten sind keine allgemeingültigen Angaben zu Existenzminima bekannt oder eruierbar, anhand welcher entsprechende Werte für tolerierbare jährliche Risikobelastungen hergeleitet werden könnten. Aufgrund dieser Darlegungen wurden die Grenzwerte für tolerierbare individuelle Sachrisiken zwischen CHF 20'000 und CHF 30'000 pro Jahr angesetzt (Tabelle 48).

Jährliche individuelle Sachrisiken in dieser Höhe dürften nur selten vorliegen. Das nahezu gesamtschweizerisch geltende Obligatorium, Gebäude gegen Elementarschäden zu versichern, reduziert die individuelle Risikobelastung selbst in stark gefährdeten Gebieten erheblich. Dies ist umso mehr der Fall, als die meisten Versicherer ihre Prämiensätze nicht oder nur in geringem Mass auf die Risikosituation abstimmen. Nach eigenen Berechnungen wä-

ren oberhalb der erwähnten Werte liegende individuelle Risikobelastungen denkbar im Bereich nicht versicherbarer Elementarschäden, z.B. Landwirtschaftsbetriebe mit grossen Flächen in Gebieten mittlerer oder grosser Gefährdung.

Zur Untersuchung von individuellen Sachrisiken müssen diese Risiken einem Individuum zugeordnet werden. Welche Schäden und Risiken welchen Individuen zuzurechnen sind, wäre im Einzelfall anhand der Eigentumsverhältnisse abzuklären, was auf regionaler Ebene mit prohibitivem Aufwand verbunden wäre. Für das Konzept und Fallbeispiel wurden Arten von Schadenobjekten herausgegriffen, die typischerweise einzelnen Individuen zugeordnet werden können wie selbstgenutztes Grund- oder Wohneigentum oder eigenes Kleingewerbe. Diesen Objektkategorien fällt eine Indikator-Funktion für (unzulässig) hohe Sachrisiken zu. Wie repräsentativ und robust diese Stellvertreter weitere individuelle Sachrisiken (z.B. individuelle Sachrisiken bei öffentlich genutzten Anlagen oder grösseren Industriebetrieben) abbilden, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden.

Im untersuchten Fallbeispiel (Kapitel 5.1.3) wurde davon ausgegangen, dass eine Lebensgemeinschaft von zwei betroffenen Personen 1 ha Wald, 20 ha Weide, 10 ha Wiesland (durchschnittliche Betriebsgrösse Kt. OW), 1.6 ha Schutzwald, 1 Einzelgebäude, einen grossen Stall oder eine Gewerbebaute besitzt. Daraus wurden anhand der Werte von Tabelle 48 maximal tolerierbare jährliche Sachrisiken für diese Objektkategorien berechnet (Tabelle 49).

Tabelle 49 Jährliche maximal tolerierbare Sachrisiken pro Are, berechnet aufgrund von Annahmen zu typischen Eigentumsverhältnissen.

Objekt-Art	Risiko-Kategorie (Tabelle 48 und Anhang III)	einem Individuum typischerweise zugeordnete Fläche	jährliche maximal tolerierbare Sachrisiken pro Are bei einem jährlichen maximalen Sachrisiko von CHF		
			Are	20'000	25'000
Wald	2	50	--	500.--	--
Weideland	2	1'000	--	25.--	--
Wiesland	2	500	--	50.--	--
Schutzwald (BSF)	3	80	250	--	--
Dauernd bew. Einzelgebäude	3	0.5	40'000	--	--
Zeitw. bew. Einzelgebäude	3	0.3	65'000	--	--
Grosse Ökonomiegebäude	3	1	20'000	--	--
Einfamilienhauszone	3	1	20'000	--	--
Gewerbebaute	3	1	20'000	--	--

Im Rahmen einer GIS Analyse lässt sich feststellen, ob und in welchem Mass in den einzelnen Gefahrengebieten maximal tolerierbare Personen- und Sachrisiken überschritten werden. Auf diese Weise werden die Gefahrenggebiete und Stellen mit Handlungsbedarf nach Regel 1 eruiert.

Die Gefahrenggebiete, in denen solcher Handlungsbedarf ermittelt wurde, lassen sich anschliessend nach dem Ausmass der Überschreitung tolerierbarer Risiken (Höhe der Überschreitung, Grösse der davon betroffenen Flächen) rangieren.

4.2.2.3 Priorisierung der Massnahmen nach Regel 2

Die Anwendung von Regel 2 bezweckt die Erstellung einer Prioritätenliste von Massnahmen zur Verminderung kollektiver Risiken. Zu diesem Zweck wird ein Prioritäts-Index ermittelt. Dieser ist das Produkt aus einem Objekt-Index, einem Massnahmen-Index und einem Gefährdungsfaktor (Formel 2 und Abbildung 44).

$$\text{Prioritäts_Index} = \text{Objekt_Index} * \text{Gefärd.faktor} * \text{Massn_Index} \quad [2]$$

Neben objekt- und massnahmenspezifischen Elementen fliessen auch ortsspezifische Informationen in die Berechnung des Prioritäts-Index ein. Einerseits wird anhand von Eignungskriterien für jedes Gefahrengebiet eine theoretisch optimale Massnahme ermittelt. Andererseits wird zur Berücksichtigung der örtlichen Gefährdung ein Gefährdungsfaktor eingeführt, der je nach Gefahrenprozess und Gefahrenstufe dem unterschiedlichen Risiko Rechnung trägt.

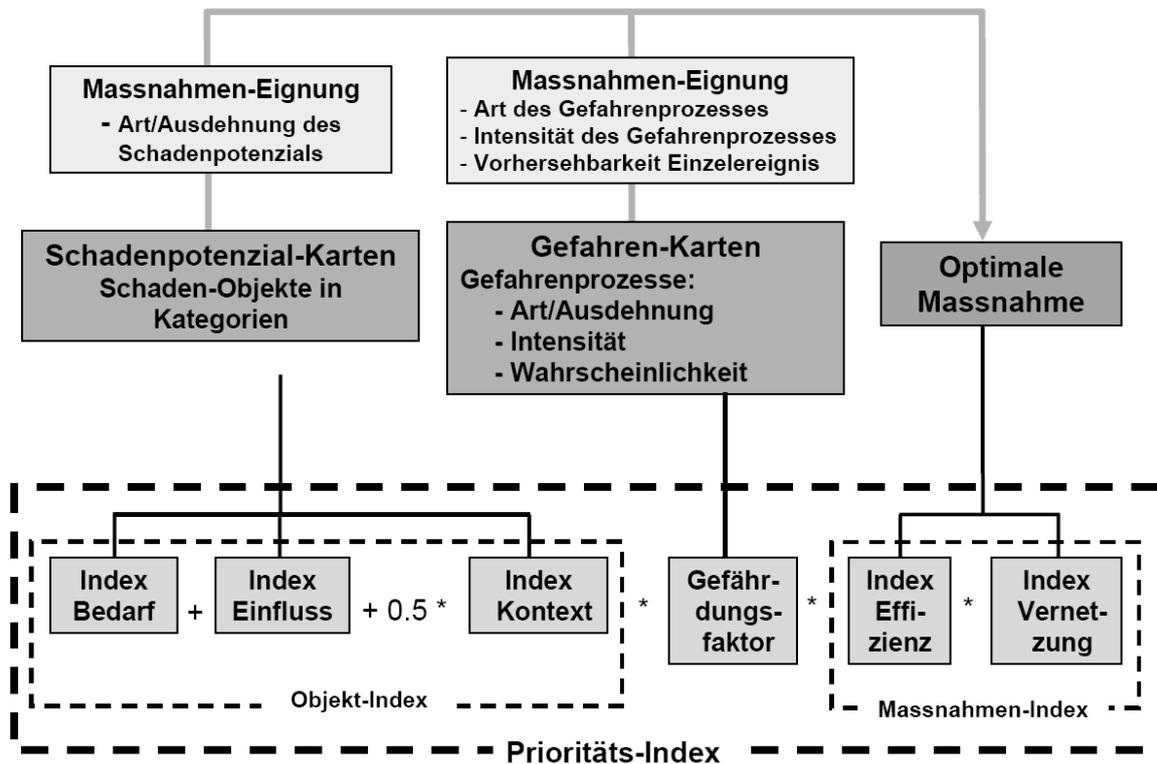


Abbildung 44 Ermittlung eines Prioritäts-Indexes aufgrund der Schutzzielprinzipien und auf Basis von Schadenpotenzial- und Gefahrenkarten.

4.2.3 Die Elemente des Prioritäts-Indexes

4.2.3.1 Bewertung der Objekte und Risikoverminderungsmassnahmen

Die dem Risiko ausgesetzten Objekte einerseits und die Risikoverminderungsmassnahmen andererseits werden mit den fünf Schutzziel-Prinzipien in Beziehung gebracht. Objekte und Massnahmen werden aufgrund prinzipienspezifischer Kriterien bewertet (Kapitel 3.3.2 und Tabelle 50). Diese Beurteilung wird verallgemeinernd vorgenommen und erfolgt anhand einer Frageliste (Tabelle 51 und Tabelle 52).

Tabelle 50 Kriterien zur Bewertung von gefährdeten Objekten und von Risikoverminderungsmassnahmen.

<i>Bezug</i>	<i>Prinzip</i>	<i>Kriterium</i>
<i>gefährdetes Objekt</i>	Bedürfnis	<u>Art des verletzbaren Wertes</u>
		<u>Bedeutung des verletzbaren Wertes</u>
	Einfluss	<u>Selbstbestimmung</u>
		<u>eigener Nutzen</u>
	Kontext	<u>Standortgebundenheit</u>
		<u>Besitzstandwahrung</u>
<i>Risikoverminderungsmassnahme</i>	Effizienz	<u>Wirksamkeit</u>
		<u>Kosten</u>
	Vernetzung	<u>Umweltverträglichkeit</u>
		<u>Sozialverträglichkeit</u>

Mit Hilfe dieser Kriterien wird jedes Objekt resp. jede Massnahme auf einer Skala zwischen 1 und 10 bewertet. Eine solche Bewertung kann grundsätzlich für jede Region spezifisch erfolgen.

Die objektbezogene Bewertung wird in einem Objekt-Index zusammengefasst, welcher das Mass schutzwürdiger Interessen darstellt. Die massnahmenbezogene Bewertung ergibt einen Massnahmen-Index, der die Effizienz sowie die Umwelt- und Sozialverträglichkeit einer Massnahme ausdrückt.

4.2.3.2 Der Objekt-Index

Die Beurteilung der objektspezifischen Kriterien erfolgt gemäss den Fragen in Tabelle 51 für die gleichen Objekte und Objekt-Kategorien, wie sie für die Erstellung von Schadenpotenzialkarten und Risiko-Analysen in der Praxis verbreitet angewendet werden (Borter, 1999; Anhang III). Die Bewertung kann durch Betroffene und Vertreter verschiedener gesellschaftlicher Interessen (Laien) erfolgen. Sie sollte möglichst breit in der Bevölkerung abgestützt sein.

Tabelle 51 Kriterien und Fragen zur Bewertung von gefährdeten Objekten.

Prinzip	Kriterium	Frage für Bewertung ,0' = ,sehr tief/trifft überhaupt nicht zu' ,10' = ,sehr hoch/trifft vollständig zu'	Gewicht **)
Bedürfnis	Art des verletzba- ren Wertes	In welchem Mass besteht bei (starker) Gefährdung des Objekts durch Naturereignisse (alle möglichen Prozesse) aus Sicht der typisch betroffenen Person eine Beeinträchtigung der Rechtsgüter Leben und Gesundheit, existenzsicherndes Vermögen, wichtige öffentliche Einrichtungen, Umwelt oder Lebensqualität?	0.5
	Bedeutung des verletzba- ren Wertes	Welcher Bedürfnisstufe ^{*)} sind die verletzba- ren Werte zuzuordnen?	0.5
Einfluss	Selbstbe- stimmung	In welchem Masse benutzt/bewirtschaftet die typisch betroffene Person das Objekt aufgrund von eigenen/fremden Sachzwängen (Wahlfreiheit (choice)/persönl. Beitrag (effort) oder Schicksal (brute luck)/Herkunft (birth)?	0.5
	eigener Nutzen	In welchem Mass benutzt/bewirtschaftet die typisch betroffene Person das Objekt zum Nutzen von Drittpersonen?	0.5
Kontext	Standort- gebunden- heit	In welchem Mass ist die typisch betroffene Person auf die Lage des Objekts an diesem Standort angewiesen (aufgrund von Bodeneignung, technischen oder betriebswirtschaftlichen Gründen)?	0.25
	Besitzstand- wahrung	In welchem Mass besteht für die typisch betroffene Person bezüglich des beurteilten Objekts das Bedürfnis nach Bestandesgarantie (Verlust-Aversion)?	0.25

^{*)} Bedürfnisstufe nach Maslow, (Kapitel 3.3.2.1)

^{**)} für Fallbeispiel in Kapitel 5 verwendete Gewichtung

Die Kriterien des Kontextprinzips weisen in erheblichem Mass einen subjektiven Charakter auf und lassen sich deshalb am wenigsten verallgemeinern. Diese Vermutung bestätigte sich bei der im Rahmen des Fallbeispiels (Kapitel 5) durchgeführten Bewertung. Für die Berechnung des Objekt-Indexes wurden deshalb die Kontext-Kriterien nur zur Hälfte gewichtet. Das Ergebnis der Beurteilung ist für das Fallbeispiel Engelberg (Kapitel 5) in Anhang X dargestellt.

Bei der Ermittlung des Objekt-Indexes stellte sich die Frage, aus welcher Optik die Bewertung erfolgt. Es ist nicht nur die Art eines Objektes an sich massgebend, sondern insbesondere auch, wer von einem Schaden an diesem Objekte betroffen ist, resp. aus wessen Optik dieser Schaden zu messen ist (vgl. hierzu Kapitel 2.2.1.). Die Bewertung erfolgte daher bei den meisten Objekten sowohl für den Eigentümer/Betreiber als auch für den Nutzniesser in der Rolle der ‚typischerweise betroffenen Person‘.

Der Objekt-Index berechnet sich nach der Formel

$$\text{Objekt_Index} = \text{Bedarf_Index} + \text{Einfluss_Index} + 0.5 * \text{Kontext_Index} [3]$$

Das Ergebnis des nach Formel 3 berechneten Objekt-Indexes wird auf eine Spannweite von 1 bis 1'000 skaliert (geringster Wert entspricht 1, höchster Wert entspricht 1'000). Damit wird die empirische Abstufung der Arten von Risiken in der Grössenordnung von 1:1'000 nachgebildet (Schneider, 1996).

4.2.3.3 Der Massnahmen-Index

Die Prinzipien ‚Effizienz‘ und ‚Vernetzung‘ beziehen sich auf Massnahmen. Folgende Arten von Massnahmen werden im Rahmen des vorgeschlagenen Konzepts in Betracht gezogen:

Risiko-Abklärung	Ereignisdokumentation/-kataster Gefahrenkartierung Risikoanalyse
Bewusstseinsbildung	Ausbildung Information Risikodialog
bauliche Massnahmen	im Anriss-/Entstehungsgebiet im Transitgebiet im Ablagerungsgebiet am gefährdeten Objekt
biologische Massnahmen	Ingenieurbiologischer Verbau Schutzwaldbegründung/-pflege
planerische Massnahmen	Ausscheidung Gefahrenzonen baupolizeiliche Anordnungen
Interventionsmassnahmen	Warnung Evakuierung/Sperrung temp. Objektschutzmassnahmen Rettung
Wiederherstellungsmassnahmen	Versicherung Hilfeleistungen

Der Katalog der möglichen Massnahmen lässt sich grundsätzlich aufgrund der Gegebenheiten in jeder Region anpassen.

Zur Bewertung des Kriteriums Sozialverträglichkeit werden die FSC-Prinzipien (FSC, 2004) und die Grundsätze des BAFU zu Programmvereinbarungen bei der Umsetzung der NFA (BAFU, 2007a) herangezogen. Die Beurteilung der Umweltverträglichkeit erfolgt anhand von Kriterien, die bei Umweltverträglichkeitsprüfungen zur Anwendung gelangen (Bundesamt für Umwelt, 1990; grEIE, 2004).

Die Bewertung der Effizienz erfolgt anhand der Kriterien Wirksamkeit und Kosten. Die Wirksamkeit einer Massnahme kann nicht allgemeingültig bewertet werden. Sie hängt stark von der Eignung einer Massnahme ab. Wo sich welche Massnahme am besten eignet, ergibt sich aus verschiedenen gefahren- und gebietsspezifischen Charakteristiken (Tabelle 53).

Die Kriterien des Vernetzungsindex, die Wirksamkeits- und Kosten-Kriterien sowie die gebietsspezifischen Charakteristiken werden mittels einer Beurteilung abgeschätzt.

Auch für diese Abschätzung werden Bewertungsfragen formuliert (Tabelle 52 und Tabelle 53; Resultate der Beurteilung für das Fallbeispiel in Kapitel 5 siehe Anhang XI bis XIII). Als Beurteiler kommen – anders als beim Objekt-Index – aufgrund der erforderlichen technischen Kenntnisse eher Experten in Frage.

Tabelle 52 Kriterien und Fragen zur Bewertung von Risikoverminderungsmaßnahmen.

		Frage für Bewertung	Gewicht ^{*)}
Prinzip	Kriterium	,0' = ,sehr tief/trifft überhaupt nicht zu' ,10' = ,sehr hoch/trifft vollständig zu'	
Vernetzung	Sozialverträglichkeit	In welchem Mass sind Massnahmen verträglich hinsichtlich Beeinträchtigung von Grundrechten, Nutzung der Landschaft (Erholung, Landwirtschaft usw.), Schutz spezifischer Interessen und Ressourcenschutz?	0.5
	Umweltverträglichkeit	In welchem Mass sind Massnahmen verträglich hinsichtlich ökolog. Vielfalt, Artenschutz/Artenvielfalt, Landschaftsbild/Ortsbild, Boden, Wald/ Landwirtschaftsland, Luftbelastung, Lärm, Erschütterungen?	0.5
Effizienz	Wirksamkeit	Wie wirksam ist die optimal geeignete Massnahme typischerweise?	0.5
		Wie wirksam ist diese Massnahme als Einzelmassnahme?	
	Kosten	In welchem Mass generiert eine Massnahme Kosten für Investitionen, Betrieb und Unterhalt sowie entgangenen Nutzen?	0.5

^{*)} für Fallbeispiel in Kapitel 5 verwendete Gewichtung

Der Massnahmen-Index berechnet sich nach der Formel

$$\text{Massn_Index} = \text{Effizienz_Index} * \text{Vernetzung_Index} \quad [4]$$

wobei

$$\text{Effizienz_Index} = \frac{W * \text{Syn} * L}{C * \text{EZG}} \quad [5]$$

- W = Index für die Wirksamkeit einer Massnahme
- Syn = Synergiefaktor (= ,1' wenn Massnahme als Einzelmassnahme wirksam)
- L = Faktor Lebensdauer einer Massnahme
- C = Summe der Indexwerte für Massnahmenkosten (Investitionen, Unterhalt, entgangener Nutzen)
- EZG = Faktor Einzugsgebietsgrösse

Für jede Kombination von Gebietsmerkmalen (gefahren- und gebietsspezifische Charakteristiken) ergibt sich eine theoretisch am besten geeignete Massnahme, nämlich jene mit dem höchsten Massnahmen-Index. So erweist sich beispielsweise in einem Lawinenzug (brutaler Prozess mit eher guter Voraussehbarkeit von Einzelereignissen), mit einem grossen Ein-

zugsgebiet und mit zerstreut angeordnetem Schadenpotenzial die Anordnung lokaler Objektschutzmassnahmen als Massnahme mit dem höchsten Massnahmen-Index und somit als die optimale Lösung. Jedem Lawinenzug mit den entsprechenden Eigenschaften wird dieser Massnahmen-Index zugeordnet, welcher dann wiederum in die Berechnung des Prioritäts-Indexes einfliesst.

Tabelle 53 Charakterisierung von Gefahrengebieten nach gefahrenspezifischen und örtlichen Merkmalen.

<i>Kriterium</i>	<i>Attribut</i>	<i>Beispiel</i>	<i>Bemerkung</i>
<i>Art des Gefahrenprozesses</i>	brutal	Lawine, Steinschlag, Murgang	
	graduell	Hochwasser, Rutschung	Flucht möglich
<i>Intensität des Gefahrenprozesses</i>	hoch	Lawinendrucke >30kN/m ²	
	mittel gering	Lawinendrucke <30kN/m ²	Verhältnismässige Objektschutzmassnahmen möglich
<i>Häufigkeit des Gefahrenprozesses</i>	hoch	Jährlichkeit oft <30 Jahre	
	mittel selten	Jährlichkeit oft < 100 Jahre	Kapitalintensive Massnahmen weniger wirtschaftlich.
<i>Vorhersehbarkeit Einzelereingis</i>	hoch	Lawine, Hochwasser, Sturm	Frühwarnung möglich
	gering	Sturz, Murgang	
<i>Grösse Einzugsgebiet</i>	sehr gross	>10km ² Bsp. in OW: Steinibach Sarnen/Giswil; Lau, Giswil	Flächige Massnahmen im Einzugsgebiet werden mit zunehmender Einzugsgebietsgrösse aufwändiger und damit weniger wirtschaftlich
	mittel-klein	<10km ² Bsp. in OW: Husengraben, Lungern	
<i>Anordnung der gefährdeten Objekte</i>	punktuell	Einzelgebäude	Je grossflächiger die gefährdeten Objekte beschaffen oder angeordnet sind, desto eher müssen flächenhaft wirksame Massnahmen ergriffen werden.
	flächig	geschlossene Siedlung	
	linear	Verkehrsweg, Leitung	

Interessant und bemerkenswert ist, welche Massnahmen aufgrund dieser Charakterisierung der Gefahrengebiete die beste Eignung und damit die höchsten Werte für Massnahmenindizes aufweisen (Tabelle 54).

Als optimale Massnahmen erweisen sich in vielen Fällen bauliche Präventionsmassnahmen am gefährdeten Objekt (lokale Objektschutzmassnahmen). Ebenso sind in vielen Fällen Interventionsmassnahmen (Evakuierung und Sperrung sowie Rettung nach Ereignissen) optimal. In einigen Fällen wurde sogar die Hilfeleistung bei der Wiederherstellung nach Ereignissen als beste Massnahme evaluiert. Schutzwaldpflege erweist sich in einem Fall als günstigste Massnahme. Bauliche Präventionsmassnahmen im Einzugs- und Transitgebiet ergaben sich dagegen in keinem Fall als optimale Lösung. Die detaillierten Ergebnisse sind in Anhang XII dargestellt.

Tabelle 54 Optimale Massnahme in Abhängigkeit von Merkmalen des Gefahrenprozesses und -gebietes sowie der Anordnung des Schadenpotenzials.

Art der Gefährdung			Schadenpotenzial	vorwiegend häufige Ereignisse		vorwiegend seltene Ereignisse				
Art des Prozesses	vorwiegende Intensität	Vorhersehbarkeit Einzelereignis	Anordnung Schadenpotential	kleine bis mittlere Einzugsgebiete	grosse Einzugsgebiete	kleine bis mittlere Einzugsgebiete	grosse Einzugsgebiete			
,brutale' Prozesse wie Lawinen, Sturz oder Murgänge	gross	gut	punktuell	Lokaler Objektschutz		Sperrung/Evakuierung				
			flächig	Hilfeleistungen	Sper- rung/Evakuierung					
			linear							
		schlecht	punktuell	Lokaler Objektschutz						
			flächig	Hilfeleistungen	Sper- rung/Evakuierung					
			linear							
	mittel und gering	gut	punktuell	lokaler Objektschutz						
			flächig	Sperrung /Evakuierung						
			linear							
		schlecht	punktuell	lokaler Objektschutz						
			flächig	Schutzwaldpflege	Sperrung/Evakuierung					
			linear	Sperrung/Evakuierung						
graduelle Prozesse wie Rutschungen oder Hochwasser	gross	gut	punktuell	lokaler Objektschutz	lokaler Objekt- schutz	Sperrung/Evakuierung				
			flächig	Hilfeleistungen	Sper- rung/ Evakuierung					
			linear							
		schlecht	punktuell	Hilfeleistungen	lokaler Objekt- schutz	Rettung				
			flächig		Hilfeleistungen	Hilfeleis- tungen	Sperrung /Evakuie- rung			
			linear	lokaler Objekt- schutz						
	mittel und gering	gut	punktuell	lokaler Objektschutz		lokaler Objektschutz				
			flächig	Sperrung /Evakuierung		Sperrung/Evakuierung				
			linear							
		schlecht	punktuell	lokaler Objektschutz	lokaler Objekt- schutz					
			flächig	Hilfeleistungen						
			linear	lokaler Objektschutz						

4.2.3.4 Der Gefährdungsfaktor

Der Gefährdungsfaktor drückt die örtliche Gefährdung aus. Er beschreibt das Verhältnis der Risiken, welche bei verschiedenen Gefahrenprozessen und Gefahrenstufen für ein bestimmtes Schadenpotenzial bestehen (Tabelle 55). Damit kommt zum Ausdruck, um wie viel höher beispielsweise das Risiko für ein Wohnhaus bei starker Murganggefährdung im Vergleich zum Risiko für ein Wohnhaus bei geringer Überschwemmungsgefährdung ist.

Der Gefährdungsfaktor wird anhand von Werten zum spezifischen Schadenausmass pro Gefahrenprozess und Intensitätsstufe berechnet. Die Werte zum spezifischen Schadenausmass entstammen der Publikation ‚Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren‘ (Borter, 1999) für den Prozess Überschwemmung und der Tabelle ‚Objekt-Parameter‘ des Risikobe-

rechnungs-Tools ‚EconoMe‘ (BAFU, 2007b) für die übrigen Prozesse. Bezüglich spezifischer Todesfallrisiken wurden in diesen beiden Quellen fehlende Angaben durch eigene Berechnungen ergänzt.

Mit dieser Datenbasis würde sich für jede Objektkategorie oder jede Art von Raumnutzung ein spezifischer Gefährdungsfaktor ergeben. Zur Reduktion der Komplexität werden verschiedene Vereinfachungen vorgeschlagen und im Fallbeispiel (Kapitel 5) angewendet:

- Der Gefährdungsfaktor berücksichtigt nur Sachschäden/Sachrisiken. Die Personenrisiken machen – monetarisiert mit CHF 1.2 Mio. pro Todesfall (Humankapitalansatz) – im Untersuchungsgebiet des Fallbeispiels (Gemeinde Engelberg, Kt. OW) weniger als 10% des Gesamtrisikos aus. Für andere Untersuchungsgebiete ist dieses Verhältnis anhand der tatsächlichen Risikosituation zu überprüfen und über die Berücksichtigung von Personenrisiken zu entscheiden.
- Für jeden Gefahrenprozess wird nur ein Faktor pro Gefahrenstufe (rot, blau, gelb) evaluiert. Das spezifische Risiko pro Gefahrenstufe entspricht vereinfachend dem gewichteten Mittel der Schadenerwartungswerte aller Kombinationen von Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten, die der gleichen Gefahrenstufe zugeordnet sind. Statt neun Faktoren pro Gefahrenprozess und Objektkategorie ergeben sich auf diese Weise noch deren drei.
- Objekte mit ähnlichen Gefährdungsfaktoren lassen sich zu Gruppen zusammenfassen. Damit wird die Vielfalt spezifischer Gefährdungsfaktoren auf einen Faktor für Gebäude (Faktor I), für Kulturland, Freiland und Wald (Faktor II) und Infrastrukturanlagen (Faktor III) reduziert.

Tabelle 55 Risikobasierte Gefährdungsfaktoren pro Gefahrenprozess und Gefahrenstufe.

<i>Faktor I Gebäude</i>					
	Überschwemmung	Lawine	Sturz	Murgang	Rutschung
<i>Risiko rot</i>	11.051	20.426	1.180	22.620	20.963
<i>Risiko blau</i>	6.530	1.628	0.063	2.633	16.770
<i>Risiko gelb</i>	0.716	0.019	0.001	0.007	0.021
<i>Faktor II Kulturland/Freiland/Wald</i>					
	Überschwemmung	Lawine	Sturz	Murgang	Rutschung
<i>Risiko rot</i>	0.065	0.019	0.005	0.079	0.069
<i>Risiko blau</i>	0.031	0.001	0.001	0.017	0.014
<i>Risiko gelb</i>	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
<i>Faktor III Verkehrsanlagen/Leitungen/Infrastruktur</i>					
	Überschwemmung	Lawine	Sturz	Murgang	Rutschung
<i>Risiko rot</i>	0.108	1.916	0.111	1.976	1.720
<i>Risiko blau</i>	0.050	0.294	0.013	0.340	0.172
<i>Risiko gelb</i>	0.004	0.026	0.001	0.006	0.017

Überschwemmungen: Herleitung nach Borter, 1999

übrige Prozesse: Herleitung nach ‚EconoMe‘ (BAFU, 2007b)

4.3 Exkurs 1: Vereinfachte Abschätzung des regionalen Handlungsbedarfs

Als Alternative zum dargelegten, komplexen schutzzielbasierten Managementkonzept und zu den in der Praxis verbreiteten Verfahren der Ermittlung von Schutzdefiziten wird ein vereinfachter Ansatz vorgeschlagen. Dieser basiert auf den in Kategorien gruppierten risikoexponierten Objekten, der dreistufigen Gefahrenkarte und dem Massnahmen-Index (Kapitel 4.2.3.3 und Abbildung 45).

		Gefahrenstufe gemäss Gefahrenkarte			
	Freiwilligkeitskategorie	rot	blau	gelb	gelb-weiss
Art des Schadenpotentials					
Bergwege	1	■			
Kletterrouten	1				
Naturlandschaften	1				
Ödland	1				
Skitourenrouten	1				
Wanderwege	1				
Skiabfahrtsgelände	1				
Freizeitanlage, Camping Grünanlage/Parkanlage	1				
Flurwege	2	■	■		
unbewohntes Gebäude	2				
Bergbahn, Schiene	2				
Skiliftanlagen	2				
Bergbahn Winter	2				
Bergbahn Sommer Bauzone unüberbaut	2				
Weideland	3	■	■	■	
Gemeindestrassen	3				
Agrarwirtschaft allgemein	3				
Ackerland	3				
Wiesland	3				
Schutzwald	3				
Kantonsstrassen	3				
Stall	3				
Gewerbebaute	3				
Autobahn	3				
Gewerbebaute: Anlage	3				
Industriebaute: Anlage	3				
Eisenbahn, einspurig	4				
Ein-/Zweifamilienhaus	4				
Mehrfamilienhaus	4				
Doppelspur-Eisenbahn	4				
Siedlungsfläche allgemein	4				
Siedlungskern	4				
Ein-/Zweifamilienhauszone	4				
Mehrfamilienhauszone	4				

Legende

■	auch wenig effiziente Massnahmen (Index < 10) geeignet
■	Massn. mit hoher und mittl. Effizienz (Index 10-20) geeignet
■	nur sehr effiziente Massnahmen (Index > 20) geeignet

Abbildung 45 Vorschlag für vereinfachte Abschätzung des Handlungsbedarfs anhand Gefahrenkarte, Objektkategorien und Massnahmeneffizienz.

Der Massnahmen-Index wird bei diesem Verfahren nach der gleichen Methode ermittelt und den einzelnen Gefahrengebieten zugewiesen wie in Kapitel 4.2.3.3 dargestellt. Anhand von Gefahrenstufe und dem Massnahmenindex wird pro Gefahrengebiet der Handlungsbedarf abgeschätzt.

Das Ergebnis ist eine ‚Handlungsbedarfs-Karte‘, welche nach einem Dreistufenkonzept aufzeigt,

- wo Massnahmen dringend zu ergreifen sind;
- wo Massnahmen unter geeigneten Voraussetzungen ergriffen werden können;
- und wo keine Massnahmen notwendig erscheinen.

Dieser Ansatz wird im Rahmen eines Fallbeispiels getestet (Kapitel 5.1.3). Er ist auf die regionale Abschätzung von Handlungsbedarf und Prioritäten ausgerichtet.

4.4 Exkurs 2: Modifikationen der BUWAL-Schutzzielmatrix

Im praktischen Management von Naturrisiken findet die 1999 publizierte semiquantitative Schutzzielmatrix (Borter, 1999) dank ihrer direkten Anbindung an Gefahren- und Schadenpotenzialkarten sehr verbreitete Anwendung (Kapitel 2.7.6 und Abbildung 27). Wesentliches Merkmal dieser Schutzzielmatrix ist eine Rangierung und Klassierung der Objekt- und Raumnutzungsarten in sog. Objektkategorien. Diesen Objektkategorien sind für drei Häufigkeitsklassen von Ereignissen (0-30jährlich, 30-100jährlich, 100-300jährlich) maximal tolerierbare Intensitäten zugeordnet. Die in der Schutzzielmatrix pragmatisch und intuitiv vorgenommene Bildung von Objektkategorien soll aufgrund der Erkenntnisse aus den vorangehenden Kapiteln in zweierlei Hinsicht überprüft werden.

Zum einen ergibt die oben beschriebene Bewertung der Objektarten mittels Objekt-Index eine – von der klassischen Schutzzielmatrix abweichende – Rangierung der Objekt- und Raumnutzungsarten. Diese Rangierung führt im Vergleich mit der ursprünglichen, ‚klassischen‘ Schutzzielmatrix bei einzelnen Objektarten zu Veränderungen in der Zugehörigkeit zu den Objektkategorien. Die Zuordnung in eine höhere Klasse (Objektkategorie) führt jeweils zu einem höheren Schutzziel. Die Klassenzugehörigkeit hängt erwartungsgemäss auch davon ab, ob die Bewertung des Objekt-Indexes aus Sicht des Benutzers oder des Eigentümers erfolgte (Tabelle 56 und Anhang XIV, 1 und 2).

Zum anderen wurde mit den Ergebnissen der Berechnungen in Kapitel 2.6.2.2 eine weitere Version einer modifizierten Schutzzielmatrix erarbeitet (Anhang XIV, 3). Objektarten, bei denen die nach Schutzzielmatrix berechneten tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken einen mehr als hundert mal höheren Wert ergaben als die entsprechenden Angaben in der Literatur, wurden der – im Vergleich zur klassischen Schutzzielmatrix – nächst höheren Objektkategorie zugeordnet. Objekte für die das berechnete individuelle Risiko weniger als einen Hundertstel der Angaben in der Literatur betrug, wurden dagegen der nächst tieferen Kategorie zugeteilt.

Insgesamt wurden auf diese Weise drei Modifikationen der klassischen Schutzzielmatrix entwickelt und in einem Fallbeispiel (Kapitel 5.1.4) untersucht:

- Schutzzielmatrix aufgrund des Objekt-Indexes aus Sicht ‚Benutzer eines Objektes‘;
- Schutzzielmatrix aufgrund des Objekt-Indexes aus Sicht ‚Eigentümer eines Objektes‘;
- Schutzzielmatrix aufgrund der Berechnungen zum individuellen Todesfall-Risiko.

Die modifizierten Schutzzielmatrices sind in den Anhängen XIV, 1 bis 3 dargestellt. In Anhang XIV, 4 wird die Zuordnung der einzelnen Objektarten zu Objektkategorien nach der ‚klassischen‘ und den drei modifizierten Schutzzielmatrices dargestellt.

Tabelle 56 Unterschiede in der Zuordnung von Objekten zu Objektkategorien im Vergleich zwischen ‚klassischer‘ Schutzzielmatrix (Borner, 1999) und Rangierung nach Objekt-Index.

<i>Abweichung der Klassenzugehörigkeit im Vergleich zur ‚klassischen‘ Schutzzielmatrix</i>	<i>betroffene Objektarten (mit Nr. gemäss Schutzzielmatrix Borner/OW) aus Sicht der</i>	
	<i>Benutzer</i>	<i>Eigentümer</i>
<i>tieferer Zuordnung um 2 oder mehr Kategorien</i>	touristische Anlagen (423), Campingzonen (524), Grünanlagen (525)	Grünanlagen (525)
<i>tieferer Zuordnung um 1 Kategorie</i>	Flurstrassen (321)	Flurstrassen (321)
<i>höherer Zuordnung um eine Kategorie</i>	extensives Landwirtschaftsgebiet (231) Wald (231, 233) unbewohnte Einzelgebäude (311) Leitungen von kantonalen Bedeutung (322) Ökonomiegebäude (4131)	Weideland (231) Wald (232, 233) unbewohnte Einzelgebäude (311) Ökonomiegebäude (4131)
<i>höherer Zuordnung um 2 oder mehr Kategorien</i>	Leitungen von kommunaler Bedeutung (222) Schutzwald (333) dauernd bewohnte Einzelgebäude (4111)	Leitungen von kommunaler Bedeutung (222) Leitungen von kantonalen Bedeutung (322) Schutzwald (333) dauernd bewohnte Einzelgebäude (4111) Leitungen von nationaler Bedeutung (422) touristische Personenförderanlagen (423) Campingzonen (524)

4.5 Reduktion von untolerierbaren Risiken

4.5.1 Regionales Risikomanagement

Aus der Anwendung von Regel 1 resultiert eine Darstellung der Schutzdefizite, sowohl hinsichtlich individueller Personenrisiken als auch – soweit für schweizerische Verhältnisse relevant – hinsichtlich individueller Sachrisiken. Das Ergebnis ist vergleichbar mit der herkömmlichen Darstellung der Schutzdefizite in den Schutzdefizitkarten gemäss ‚Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren‘, Stufe 1 (Borner, 1999). Die nach Regel 1 ermittelten Resultate sind jedoch quantitativ und ermöglichen im Vergleich zu den Schutzdefizitkarten präzisere Aussagen.

Die Reihenfolge der Massnahmen, die sich aus der Analyse des Handlungsbedarfs nach Regel 1 ergibt, richtet sich nach der Höhe der ermittelten individuellen Schutzdefizite. Den nach Regel 1 ermittelten Massnahmen kommt Vorrang vor allen anderen Massnahmen zu.

An jeder Gefahrenstelle sind mindestens die Massnahmen vorzusehen, welche mit bester Effizienz und Verträglichkeit das ermittelte Schutzdefizit eliminieren. Es ist keine allgemeingültige Aussage darüber möglich, mit welchen Massnahmen dies am zweckmässigsten erfolgt, also beispielsweise, ob lokale Objektschutzmassnahmen oder flächig wirksame Massnahmen zu ergreifen sind. Diese Fragestellung ist auf Stufe Einzelprojekt weiter zu verfolgen. Zur Unterstützung der Massnahmenwahl können die im Zusammenhang mit der Ermittlung des Massnahmen-Indexes (Kapitel 4.2.3.3) gewonnen Erkenntnisse über die Eignung von Massnahmen herangezogen werden.

Aus der Anwendung von Regel 2 resultiert auf regionaler Ebene eine Liste und eine Karte der Prioritäten. Aufgrund von Regel 2 besteht eine bedingte Handlungspflicht. Der Umfang der zu ergreifenden Massnahmen richtet sich nach den verfügbaren Mitteln (Budget), bis zu deren Erschöpfung die Prioritäten abgearbeitet werden können.

4.5.2 Einzelprojekte

Zur Entscheidungsfindung über die Reduktion von untolerierbaren Risiken auf Stufe Einzelprojekt werden grundsätzlich die in der Praxis bereits bekannten Methoden herangezogen. Dabei handelt es sich namentlich um den Grenzkostenansatz und die Prüfung der Einhaltung von Grenzwerten für individuelle Risiken. Instrumente zur automatisierten Unterstützung dieser Planungsschritte sind in Entwicklung (z.B. ‚EconoMe‘ (BAFU, 2007b) oder RiskPlan2 (BAFU, 2007d)).

Bei den meisten Einzelprojekten erfolgen ein Variantenstudium und eine Variantenbeurteilung nach Kostenwirksamkeitskriterien sowie hinsichtlich genügender Reduktion der individuellen Risiken. Als Schutzziele können beispielsweise die aus dem Umgang mit technischen Risiken übernommenen Vorgaben angewendet werden (Merz, 1995; Kapitel 2.7.5, Tabelle 28).

Mit fortschreitender Entwicklung und Anwendung der Risiko- und Kostenwirksamkeitsbeurteilung und insbesondere mit zunehmender Verbesserung der Datenbasis, vor allem der Schadenerwartungswerte, kann die Qualität der Entscheidungsfindung und damit das Risikomanagement erheblich verbessert werden.

Für die Reduktion untolerierbarer Risiken auf Stufe Einzelprojekt wird das Vorgehen zusammenfassend in den folgenden Schritten empfohlen:

1. Definition geeigneter, massnahmengerechter Projektperimeter;
2. detaillierte Analyse der Risiken;
3. Evaluation von Massnahmenvarianten; die Massnahmenwahl kann durch den Massnahmen-Index unterstützt werden (Kapitel 4.2.3.3);
4. Kostenwirksamkeits- und Grenzkostenanalyse der Massnahmenvarianten, Prüfung der Einhaltung tolerierbarer individueller Risiken;
5. partizipative Entscheidungsfindung unter Beachtung ökonomischer, ökologischer und sozialer Kriterien;
6. wettbewerbsbasierte Umsetzung der Massnahmen;
7. professionelles Controlling.

4.6 Organisation und Verfahren des Risikomanagements

4.6.1 Optimale gesellschaftliche Entscheidungsverfahren

Die Erkenntnisse zu den gesellschaftlichen Entscheidungsverfahren zeigen, dass preismechanische und direktdemokratische Entscheidungsverfahren zu favorisieren sind (Kapitel 2.9.2). Preismechanische Entscheidungsverfahren spielen im Management von Naturrisiken in der Schweiz lediglich im Versicherungsbereich eine gewisse Rolle.

Im Bereich Prävention und Intervention haben hierarchisch-bürokratische Entscheidungsverfahren eine traditionell grosse Bedeutung. Diese Entscheidungsverfahren dominieren vor allem, weil Sicherheit in vielen Fällen ein öffentliches Gut darstellt. Charakteristisch für öffentliche Güter sind die Nichtrivalität (das Gut wird durch die Nutzung nicht ‚verzehrt‘) und die Nichtexklusivität (niemand kann von der Nutzung ausgeschlossen werden). Vor allem aus der Nichtexklusivität ergeben sich Probleme mit strategischem Verhalten (Trittbrettfahrer-Verhalten). Betroffene versuchen, Sicherheit in Anspruch zu nehmen, ohne etwas dafür zu leisten. Dies führt dazu, dass Sicherheit nicht oder nur durch hierarchische Entscheide bereitgestellt wird.

Ein weiterer Grund für die grosse Bedeutung hierarchischer Entscheidungsverfahren ist der oft sehr hohe Koordinationsaufwand (Transaktionskosten) für Risikoverminderungsmassnahmen.

4.6.2 Arten der Koordination aufgrund des Markt-Hierarchie-Paradigmas

Anhand der Kriterien Transaktionskosten, Faktorspezifität und Unsicherheiten im Markt-Hierarchie-Paradigma (Kapitel 2.9.2.3) lassen sich Aussagen zur geeigneten Koordinationsform im Management von Naturrisiken ableiten.

Wird die Bereitstellung einer Sicherheitsleistung als Transaktion verstanden, können die mit der Vorbereitung und Umsetzung dieser Massnahme verbundenen Kosten (exkl. ‚eigentliche‘ Kosten der Massnahmen wie z.B. Baukosten) als Transaktionskosten bezeichnet werden. Derartige Kosten fallen in zahlreichen Projektschritten an und spielen bei vielen Risikoverminderungsmassnahmen eine bedeutende Rolle (Tabelle 57).

Tabelle 57 Transaktionskosten im Management von Naturrisiken.

<i>generell</i>	<i>im Management von Naturrisiken (exemplarisch für ein technisches Präventionsprojekt)</i>
Suchkosten	Feststellung der Gefahren, Gefahrenkartierung
Anbahnungskosten	Orientierung der Betroffenen
Informationskosten	Gefahrenkartierung und Risikoanalyse
Zurechnungskosten	Wirkungsanalyse, Feststellung der Nutzniesser
Verhandlungskosten	Ermittlung der Kostenverteiler, Gründung Projektträgerschaften
Entscheidungskosten	Ermittlung und Auswahl von Projektvarianten
Vereinbarungskosten	Projekt- und Kreditanträge, politische Beratung
Abwicklungskosten	Submissionen, Werkverträge
Absicherungskosten	Regelung von Dienstbarkeiten, rechtliche Regelungen
Durchsetzungskosten	Rechtsmittelverfahren
Kontrollkosten	Qualitätskontrolle, Kostenkontrolle
Anpassungskosten	Projektänderungen
Beendigungskosten	Sicherstellung der Massnahme, Unterhaltsregelung

Erfahrungsgemäss sind diese Transaktionskosten umso höher, je grösser der Wirkungsbereich einer Massnahme und die Zahl der Betroffenen sind. Mehrere Betroffene sind durch Schaffung kollektiver Trägerschaften zu koordinieren.

Typische Beispiele zum Wirkungsbereich von Massnahmen sind:

- a. Punktuell wirkende Massnahmen
 - Objektschutzmassnahmen;
 - Galerien;
 - örtliche Lawinenauslösung mit ortsgebundenen Anlagen.
- b. Flächig wirkende Massnahmen
 - permanente Stützverbauungen;
 - Strassensperrungen/Verkehrsbeschränkungen;
 - Lawinenauslösung mit Helikopter.

Die Ortsgebundenheit und die Auslegung der Massnahmen auf die jeweilige Risikosituation führen im Weiteren zu hoher Faktorspezifität.

Schliesslich bestehen im Management von Naturrisiken erhebliche Unsicherheiten und Wissenslücken. Dies gilt für die Einschätzung der Risiken, besonders aber auch für die Wirksamkeit von Risikoverminderungsmassnahmen. Vor allem Massnahmen mit verzögert eintretender Wirkung, neuere Technologien und Massnahmen mit hohem Einsatz menschlicher Ressourcen bergen grössere Unsicherheiten. Typische Beispiele sind:

- Grosse Unsicherheiten
 - biologische Massnahmen (Waldpflege);
 - Frühwarnung.
- Kleine Unsicherheiten
 - punktuelle technische Massnahmen;
 - Objektschutzmassnahmen.

Die erheblichen Transaktionskosten, die meist hohe Spezifität der Sicherheitsmassnahmen und die grossen Unsicherheiten sprechen beim Management von Naturrisiken häufig für hierarchische, allenfalls hybride Lösungen (Tabelle 58).

Tabelle 58 Kriterien und Aspekte zur Beurteilung der Arten von Koordination im Management von Naturrisiken.

<i>Art der Koordination</i>		
<i>Kriterium</i>	<i>Markt</i>	<i>Hierarchie</i>
<i>Transaktionskosten</i>	Tief bei Massnahmen mit sehr beschränktem Wirkungsgebiet (punktuelle Massnahmen).	Hoch bei Massnahmen mit grossem Wirkungsgebiet (flächige Massnahmen).
<i>Spezifität</i>		Hoch, da Massnahmen in der Regel ortsgebunden und auf eine bestimmte Risikosituation ausgerichtet sind.
<i>Unsicherheit</i>	Zunehmende Kenntnis der Gefahren und Risiken verringert Unsicherheit.	Verbreitet grosse Unsicherheiten zu Risiken und zur Wirksamkeit von Massnahmen.

4.6.3 Rollen und Aufgaben im schutzzielbasierten Risikomanagement

In absehbarer Zeit werden im Management von Naturrisiken bürokratisch-hierarchische Entscheidungsverfahren weiterhin die dominierende und geeignetste Lösung darstellen. Daher ist auf Stufe des gesellschaftlichen Grundkonsenses eine Kontrolle der Verwaltung durch

Wettbewerb und direkt-demokratische Verfahren vorzusehen. Hierzu ist die Rolle von Steuerzahlern und Konsumenten zu stärken.

Die Stärkung der Steuerzahler ist durch eine demokratische Festlegung von – heute weitgehend fehlenden – Regeln des Risikomanagements (risikobasierte Gesetze) vorzusehen. Dabei handelt es sich insbesondere um Regeln zur Mittelallokation und Mitteldistribution sowie zur Einführung von Wettbewerb.

Kernelement einer Regelung zur Mittelallokation und -distribution muss eine ergebnisorientierte Mittelbereitstellung sein, welche die bisherige aufwandorientierte öffentliche Förderung durch eine koordinierte, leistungsorientierte Förderung ersetzt. Zur Steuerung der leistungsorientierten Förderung kann bei Massnahmen nach Regel 1 die erzielte Reduktion von Todesfall- und Sachrisiken, bei Massnahmen nach Regel 2 das Mass der Verminderung des Prioritätsindex herangezogen werden. Die Entwicklung beider Metriken ist in einem regelmässigen Rating zu verfolgen. Dies ist anspruchsvoll angesichts der noch vielen ungelösten methodischen Fragen.

Ist dieser Grundsatz umgesetzt, ist die weitgehende Verlagerung der Entscheidkompetenz auf die Betroffenen möglich. Die Aufsicht des Bundes und die Massnahmensteuerung der Kantone kann sich auf das regionale Risikomanagement beschränken, während die Steuerung von Einzelmassnahmen den lokalen Gemeinwesen überlassen bleibt (Tabelle 59).

Dabei kann allenfalls unterschieden werden zwischen Massnahmen nach Regel 1 und Regel 2: Bei Massnahmen nach Regel 1 geht es um die substanzielle Verminderung von existenziellen Risiken. Hier ist ein weiterreichendes Engagement des Staates eher angezeigt.

Tabelle 59 Vorschlag einer risikomanagement-orientierten Aufgabenteilung zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden.

<i>Akteur</i>	<i>(typische) Aktivitäten, wahrgenommene Aufgaben</i>
Bund	<ul style="list-style-type: none"> stellt methodische Grundlagen bereit entwickelt nationale Strategien richtet Beiträge nach Leistungseinheiten aus (evt. begrenzt auf Projekte zur Förderung nationaler Strategien) prüft Erbringung der Leistungseinheiten stichprobenartig
Kantone	<ul style="list-style-type: none"> entwickeln regionale/kantonale Strategien sind verantwortlich für das regionale Risikomanagement erstellen Gefahrenkarten und Risikoanalysen priorisieren Projekte im kantonalen Kontext beraten in der Entscheidungsfindung zu Massnahmen richten Beiträge nach Leistungseinheiten aus prüfen Erbringung der Leistungseinheiten flächendeckend unterstützen die Gemeinden in ausserordentlichen Lagen prüfen und genehmigen (Gefahren-) Zonenplanungen
Gemeinde/Betroffene	<ul style="list-style-type: none"> sind verantwortlich für Sicherheit planen Projekte finanzieren Projekte führen Massnahmen aus ergreifen Notmassnahmen in ausserordentlichen Lagen erstellen (Gefahren-) Zonenpläne

Einen weiteren Fortschritt würde eine gegenseitige Abstimmung, allenfalls sogar eine Zusammenlegung der heute oft unkoordinierten Verantwortlichkeiten und Mittelflüsse in den Bereichen Prävention, Intervention und Wiederherstellung darstellen.

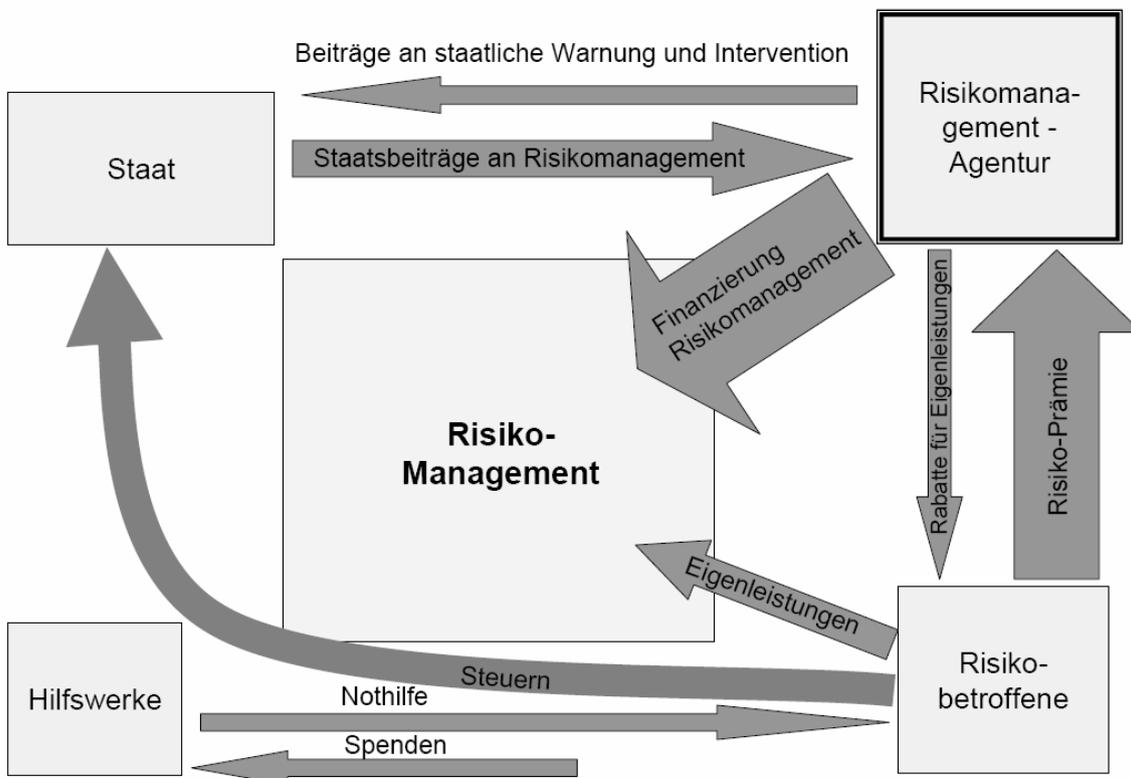


Abbildung 46 Koordination der Verantwortlichkeiten und Finanzflüsse im Management von Naturrisiken durch eine Risiko-Management-Agentur.

Eine mögliche künftige Organisationsform wäre eine ‚Risiko-Management-Agentur‘, welche ergebnisorientiert die jeweils effektivsten und effizientesten Verfahren im regionalen und projektbezogenen Risikomanagement anwendet (Abbildung 46).

Als Grundlage für organisatorische Verbesserungen ist die Idee einer umfassenden Rechtsgrundlage für alle Naturrisiken (erneut) zu prüfen (UREK-N, 2001).

4.6.4 Einbezug der Betroffenen

Zur Stärkung der ‚Konsumenten‘ sind die kürzlich entwickelten und teilweise bereits angewendeten Mitwirkungsverfahren flächendeckend umzusetzen (Hostmann et al., 2005). Dies schafft die Voraussetzung, informierte Entscheide zu fällen und die Anliegen der Betroffenen fair zu berücksichtigen. Ausserdem kann die Akzeptanz der Entscheide gefördert werden. Damit sinkt auch die Gefahr, dass Strategien und Entscheide durch mangelnde Kooperation unterlaufen werden. Die praktische Erfahrung zeigt, dass dies eine sehr anspruchsvolle Aufgabe für alle Beteiligten darstellt.

Im Rahmen des oben dargelegten Vorschlags zu einem schutzzielbasierten Risikomanagement ist der Einbezug der Akteure in verschiedenen Phasen denkbar (Tabelle 60).

Arbeitsgruppen umfassen nebst der fachlich-technischen Projektleitung weitere politische und fachliche Vertreter aus den betroffenen Gebieten. Die Grösse dieser Gremien liegt i.d.R. bei etwa zehn Personen. Workshops sind breiter angelegte Mitwirkungsplattformen, in denen, nebst den Mitgliedern der Arbeitsgruppe, gezielt ausgewählte Vertretungen der massgeblichen betroffenen und einflussstarken Akteure einbezogen sind. Um die Wahrung öffentlicher Interessen sicherzustellen, gehören i.d.R. auch die Fachstellen der Verwaltung zum

Kreis der Workshop-Teilnehmenden. Workshops umfassen bei komplexeren Projekten über 30 Personen (auch Kapitel 5.1.6 und 5.2.3).

Tabelle 60 Mitwirkung in den Phasen des Vorschlags zu einem schutzzielbasierten Risikomanagement (eigene Darstellung aufgrund der Ablauforganisation grösserer Integralprojekt im Kanton OW).

<i>Projektphase</i>	<i>Art der Mitwirkung/Beteiligte</i>	<i>Kernfragen/Inhalte</i>
<i>Regionales Risikomanagement</i>		
Vorarbeiten:		
<i>Erstellung Gefahrenkarte Erstellung Schadenpotenzialkarte</i>	Arbeitsgruppe	Beratung, Informationsbeschaffung, Plausibilisierung, Korreferat
<i>Erstellung Risikoanalyse</i>	Arbeitsgruppe	Plausibilisierung, Informationsbeschaffung, Korreferat
Regel 1:		
<i>Ermittlung Schutzdefizite</i>	Arbeitsgruppe	Plausibilisierung, Korreferat
<i>Prioritätensetzung</i>	Workshop	Prioritätendiskussion
	öffentl. Anlass	Information, Diskussion
Regel 2:		
<i>Bewertung Kriterien zu Schutzzielprinzipien</i>	Arbeitsgruppe	Bewertung Kriterien, Konsensfindung
<i>Gewichtung Kriterien</i>	Workshop	Festlegung der Kriteriengewichtung
<i>Ermittlung Prioritäts-Index</i>	Experten	Berechnung/GIS-Analyse
<i>Prioritätenliste</i>	Workshop	Prioritätendiskussion
	öffentl. Anlass	Information, Diskussion
<i>Einzelprojekt</i>		
<i>Varianten-Evaluation</i>	Experten, Arbeitsgruppe	Variantensuche, -diskussion
<i>Variantenbewertung</i>	Workshop	Bewertung der Varianten hinsichtlich technischer Eignung, Wirtschaftlichkeit, Ökologie
<i>Regelung von Rechten</i>	persönl. Gespräche mit Betroffenen	Information, Erfassung von Anliegen der Betroffenen, Diskussion Entschädigungsfragen, Vorverträge
<i>Vorprojekt</i>	Arbeitsgruppe	Projektoptimierung hinsichtlich technischer Eignung, Ökonomie und Ökologie sowie Beeinträchtigung von Rechten
<i>Regelung Finanzierung</i>	Behörde	Finanzbeschluss
<i>Wahrung öffentl. Interessen</i>	Behörde	Mitberichte
<i>Bauprojekt</i>	Arbeitsgruppe, persönliche Gespräche mit Betroffenen	Klärung technischer Detailfragen, Verhandlungen über Inanspruchnahme von Rechten und Entschädigungen
<i>Projektgenehmigung</i>	Auflage, Rechtsmittel	formelle Mitwirkung (Einsprache), Ausschöpfung Rechtsmittel in strittigen Fällen
<i>Realisation, Betriebsphase</i>	öffentl. Anlässe	Information

5 Fallbeispiele

5.1 Inhalt und Untersuchungsgebiet

5.1.1 Inhalt der Fallbeispiele

Im Rahmen von Fallbeispielen werden das Konzept und die Methoden verifiziert, die in Kapitel 4 entwickelt wurden. Die Verifizierung umfasst vier Fallbeispiele. Die Fallbeispiele 1-3 befassen sich mit Schutzzielen, der Abschätzung des Handlungsbedarfs und der Priorisierung von Projekten auf regionaler Ebene. Fallbeispiel 4 behandelt den Aspekt der partizipativen Projektplanung. Die Fallbeispiele 1-3 wurden für das Gebiet der Gemeinde Engelberg, Kanton OW, durchgeführt. Für das Fallbeispiel 4 wurde das Projekt Hochwasserschutz Sarneraatal herangezogen.

In Fallbeispiel 1 wird die Methode des schutzzielbasierten Managementkonzepts mit dem ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ gemäss Kapitel 4.2 angewendet.

Fallbeispiel 2 untersucht die Anwendung des Verfahrens zur vereinfachten regionalen Abschätzung des Handlungsbedarfs anhand der Gefahrenkarte, der Schadenpotenzialkarte und des Massnahmen-Indexes (Kapitel 4.3).

Fallbeispiel 3 ist dem Vorschlag gewidmet, mit dem anhand der bestehenden Schutzzielmatrices (‚Best-Practice‘ gemäss BUWAL-Methode) der Handlungsbedarf und die Prioritäten der Projekte abgeschätzt werden (Kapitel 4.4). Dabei werden auch die Einflüsse der vorgeschlagenen Modifikationen dieser ‚Best-Practices‘ betrachtet.

Die Ergebnisse, die sich aus dem Einsatz der verschiedenen Methoden ergeben, werden gegenseitig und mit der aktuellen regionalen Planung von Risikoverminderungsmassnahmen in der Gemeinde Engelberg (Masterplan) verglichen. Fragen und Schwierigkeiten, die sich bei der Anwendung der verschiedenen Methoden ergeben, werden erörtert.

Die Fallbeispiele beschränken sich auf die regionale Ebene und enthalten demnach keine Methoden zur Planung und Beurteilung von Einzelprojekten. Die in Kapitel 4 vorgeschlagenen Verfahren knüpfen auf Einzelprojektebene an das praxisübliche Vorgehen an, so dass für diese Ebene bereits Erfahrungen vorliegen.

Fallbeispiel 4 stellt einen ‚Tatsachenbericht‘ des bisherigen Planungs- und Entscheidungsfindungsprozesses im Projekt Hochwasserschutz Sarneraatal dar. Bei diesem Projekt wurde die in den Kapiteln 2.9.4.2 und 4.6.4 beschriebene Methodik angewendet. Die dabei eingetretene Entwicklung des Projekt- und Entscheidungsverlaufs wird erörtert. Methodische Schwierigkeiten werden dargestellt und diskutiert.

5.1.2 Beschreibung der Untersuchungsgebiete

5.1.2.1 Engelberg

Engelberg ist eine von sieben Gemeinden des Kantons Obwalden und liegt zuhinterst im Tal der Engelbergeraas. Das Gemeindegebiet erstreckt sich über eine Fläche von 75km² zwischen einer Höhe von 569m.ü.M. (Ortsteil Grafenort) und 3'239m.ü.M. (Titlis).

Engelberg zählt 4'000 Einwohner. 8.2% der Bevölkerung sind in der Land- und Forstwirtschaft, 15.6% in Gewerbebetrieben und 76.2% im Fremdenverkehrs- und Dienstleistungssektor tätig. Der Dorfkern befindet sich auf 1'000m.ü.M. am rechtsseitigen Hangfuss im vordersten Abschnitt des Hochtales. Weitere zusammenhängende Siedlungsgebiete liegen in der Mitte dieses Hochtales (Oberberg) und am Eingang des Horbistales (Neuschwändi,

Barmettlen). Das übrige Talgebiet ist zerstreut besiedelt. Die bedeutendsten touristischen Anlagen befinden sich in Dorfnähe beidseitig des Tals.

Engelberg liegt in den nördlichen Voralpen. Die Geologie ist von Kalkgesteinen dominiert, nur im äussersten Südosten des Gemeindegebiets tritt kristallines Gestein an die Oberfläche. Eine durch den ‚Engelberger Bergsturz‘ vor ca. 10'000 Jahren geschaffene Steilstufe trennt den Ortsteil Grafenort vom Engelberger Hochtal. Dieses ist als flaches west-ost-orientiertes Trogtal mit einer Breite von 0.5 bis 1km ausgebildet. Es erstreckt sich über eine Länge von ca. 8km von der Steilstufe bis zur Gemeindegrenze im Surental. Ca. 2.5km oberhalb der Steilstufe mündet rechtsseitig das ca. 3km lange Horbistal ein.

Die Einhänge des Haupt- und des Seitentals sind bis auf 1'800m.ü.M. (Waldgrenze) mehrheitlich bewaldet. Zwischen der Waldgrenze und den felsigen Gipfelpartien liegen ausgedehnte Steilhänge, aus denen im Winter Lawinen losbrechen. Vor allem der hintere Bereich des Haupttals und das Horbistal liegen im Auslaufgebiet zahlreicher Lawinenzüge. Vereinzelt Steinschlaggebiete bedrohen Teile des Dorfes Engelberg, einzelne Streusiedlungen und die Zufahrtsstrasse nach Engelberg.

Die wichtigsten Gewässer sind die Engelbergeraa, welche das Haupttal durchfliesst und der Dürrbach, der aus dem Horbistal einmündet. Aus den Talflanken fliessen zahlreiche, meist sehr steile Seitengewässer zu, welche oft auch Murgänge führen.

Die Engelbergeraa wurde bereits im 16. Jahrhundert an den südlichen Rand des Hochtales verlegt. Anfang des 20. Jahrhunderts wurden der Dürrbach und vereinzelt weitere kleinere Seitenbäche verbaut. Im Gebiet Rigidal-Brunni wurde zwischen 1985 und 2002 eine grössere Lawinenverbauung zum Schutz der Wohngebiete am Eingang des Horbistales erstellt. Ebenso wurden in den letzten 15 Jahren umfangreiche Steinschlagschutzverbauungen zum Schutz von Teilen des Dorfes (Mühliwald) und der Zufahrtsstrasse nach Engelberg errichtet.



Abbildung 47 Das Engelberger Hochtal beim Hochwasser im August 2005 (Photo Amt für Wald und Raumentwicklung OW).

Engelberg verfügt seit 1975 über einen Lawinenzonenplan. 1995 wurde eine integrale Gefahrenkarte über alle gravitativen Gefahrenprozesse erstellt. Diese Gefahrenkarte wurde im Jahr 2001 aufgrund des Lawinenwinters 1999 und der Hochwasserereignisse 1998 und 2000 überprüft und angepasst. Weitere kleinere Anpassungen fanden nach dem Hochwasser 2005 statt. Die Erstellung und die Revisionen der Gefahrenkarte erfolgten im Auftrag des Kantons Obwalden durch ein Ingenieurbüro unter fachlicher Begleitung durch eine Kommission der Gemeinde und des Kantons. Die Beurteilung der Gefährdungen erfolgte losgelöst von tatsächlich vorhandenen und geplanten Raumnutzungen. 2003 wurde ein rechtskräftiger Zonenplan erlassen, welcher die Gefahrenkarte integriert. Neue Bauvorhaben werden anhand der Gefahrenkarte beurteilt und nötigenfalls nicht oder nur mit gefahrengerechten Auflagen bewilligt.

Zur Bewältigung ausserordentlicher Lagen verfügt die Gemeinde Engelberg nebst dem Gemeindeführungsstab und den Wehrdiensten über eine ständige Naturgefahren-Kommission. Diese entwickelte sich aus der bereits seit mehreren Jahrzehnten tätigen Lawinen-Kommission, welche bei entsprechender Lawinengefahr durch Evakuierungen von gefährdeten Liegenschaften und Sperrung von Verkehrswegen die Personenrisiken effizient reduziert. Unterdessen verfügt dieser Warndienst auch über Einsatzerfahrung zur Minderung von Hochwasserrisiken entlang der bedeutendsten Gewässer (Engelbergeraas, Dürrbach, Mehlbach).

5.1.2.2 Sarnersee und Sarneraas

Der 7.5km² grosse Sarnersee liegt im Zentrum des Sarneraatales und weist ein Einzugsgebiet von 267km² auf. Er erstreckt sich in Südwest-Nordost-Richtung, ist ungefähr 6km lang und hat eine mittlere Breite von 1.3km. Der mittlere Seespiegel liegt auf 469.40m.ü.M. Der südwestseitige Zufluss des Sarnersees ist der Dreiwässerkanal, der das Wasser von der Giswiler Laui, von der Aa (aus dem Lungernsee) und von der Kleinen Melchaa führt. Weitere

grössere Zuflüsse sind der Steinibach im Westen und die Grosse Melchaa von Osten. Bei Sarnen verlässt die Sarner Aa den See.

Am unteren Ende des Sees liegt der Dorfkern von Sarnen mit 5'700 Einwohnern und das Industriegebiet in der flachen Talebene. Sarnen ist der Hauptort des Kantons Obwalden mit insgesamt 9'500 Einwohnern. 8% der Bevölkerung sind in der Land- und Forstwirtschaft, 32% in Industrie- und Gewerbebetrieben und 60% im Dienstleistungssektor tätig. 800 Unternehmen beschäftigen über 5'800 Mitarbeitende. Darunter sind auch zwei mittelgrosse Firmen, welche international tätig sind: die SIKA Sarnafil AG (Kunststoffe) und die Leister Process Technologies (Elektrogeräte und Hightech Medizin).

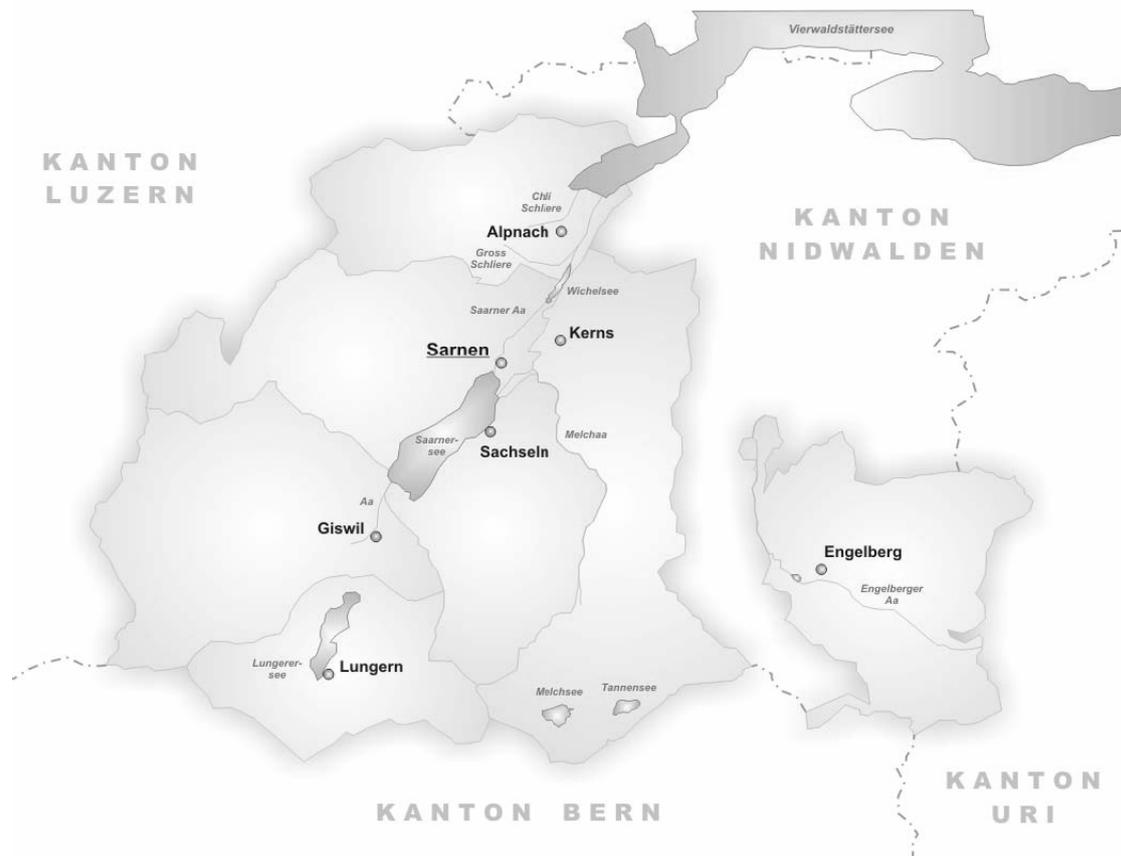


Abbildung 48 Gemeinden des Kantons Obwalden und Sarnersee mit den wichtigsten Zu- und Abflüssen.

Wie die Gemeinde Engelberg verfügt auch die Gemeinde Sarnen über eine flächendeckende Gefahrenkarte, welche bei der Beurteilung und Genehmigung neuer Bauvorhaben berücksichtigt wird. Ein Frühwarn- und Interventionsdienst für Massnahmen in ausserordentlichen Lagen befindet sich im Aufbau.

Die hydrologische Situation am Sarnersee veränderte sich im Jahr 1880, als die Grosse Melchaa, welche vorher unterhalb des Dorfes in die Sarneraa mündete, in den Sarnersee geleitet wurde. Im Anschluss an diese Korrektur der Melchaa erfolgte in den Jahren 1880 bis 1883 auch ein bescheidener Ausbau der Sarneraa unterhalb des Sees. Seither fanden an der Sarneraa keine grösseren Verbauarbeiten mehr statt. Durch die Umleitung der Melchaa wurde das Dorf Sarnen von der hochwasserträchtigen Melchaa entlastet. Im Gegenzug treten seither der Sarnersee und die Sarneraa häufiger über die Ufer. Besonders Ende des 19. Jahrhunderts und in den letzten zehn Jahren häuften sich Hochwasserereignisse. So richteten Überschwemmungen in den Jahren 1999, 2004 und 2005 grosse Schäden an. Auch in den Jahren 2002 und 2007 trat der See über die Ufer.

Das Hochwasser vom August 2005 übertraf am Sarnersee die schlimmsten Szenarien gemäss bisheriger Beurteilung in der Gefahrenkarte. Niederschläge und Abflüsse lagen im gesamten Einzugsgebiet im Bereich eines sehr seltenen Extremereignisses (>HQ 300). So erreichte der Abfluss der Sarneraa einen Spitzenwert von 150m³/s. Die bisherige Annahme für ein 300jähriges Abflussereignis lag bei 65m³/s. Der Pegel des Sarnersees stieg am 23. August auf eine Rekordhöhe von 472.42m.ü.M. und lag zwei Meter über der Schadensgrenze. Innerhalb von nur 36 Stunden war der Seespiegel um 2.20m angestiegen.

Im öffentlichen Bereich führte das Hochwasser vom August 2005 im Kanton Obwalden zu Schäden von CHF 220 Mio. Betroffen waren alle öffentlichen Bereiche: Strassen, Schienennetz der Zentralbahn, Bauten der Verwaltung und der Schulen, Abwasserreinigungsanlage, Stromversorgung, Feuerwehrtützpunkt sowie das Kantonsspital Obwalden. Im privaten Bereich entstanden Schäden in der Höhe von ca. CHF 160 Mio.. Insgesamt verursachte das Hochwasser vom August 2005 im Kanton Obwalden einen Schaden von rund CHF 380 Mio., wovon nahezu die Hälfte auf die Umgebung des Sarnersees entfällt.

5.1.3 Laufende und geplante Projekte zur Verminderung von Naturrisiken

Die Gefahrenkarte für das gesamte Kantonsgebiet von Obwalden wurde im Januar 2005 abgeschlossen. Eine umfassende quantitative Risikoanalyse über das Kantonsgebiet ist noch in Bearbeitung. Auf Basis der Gefahrenkarte und den Erfahrungen des Unwetters vom August 2005 wurde im Herbst 2005 ein Masterplan ‚Sicherheit vor Naturgefahren‘ erstellt. Der Masterplan umfasst zahlreiche der gemäss Gefahrenkarte qualitativ erkannten Risikogebiete und besonders die Schadengebiete des Hochwassers 2005. Er sieht in allen sieben Gemeinden des Kantons Obwalden Massnahmen bis zum Jahr 2030 vor, unter anderem auch umfangreiche Verbauungen im Gebiet von Engelberg sowie am Sarnersee und der Sarneraa (Tabelle 61).

Tabelle 61 Auszug aus dem Masterplan ‚Sicherheit vor Naturgefahren‘ für die Gemeinden Engelberg und Sarnen.

Ort	Art der Massnahme	ungefähre Kosten in CHF	Zeitraum	Priorität
<i>Gemeinde Engelberg (alle Projekte gemäss Masterplan)</i>				
Engelberg-Nord	Schutzwaldpflege	2'228'000	ab 1997	5
Engelberg-Süd	Schutzwaldpflege	273'250	ab 1999	5
Mittelgrüss/Müliwald	Runsenverbau	1'300'000	2007 – 2008	1
Mehlbach	Bachverbau	5'000'000	2008 – 2011	2
Fangbach	Geschiebesammler	2'500'000	2011 – 2013	3
Aa im Hochtal, Dorf	Flussverbau	24'400'000	2009 – 2018	4
Zelgli	Steinschlagschutz	1'500'000	2012 – 2014	5
Aa in Grafenort	Flussverbau	4'000'000	2017 – 2019	6
Dürrbach	Bachverbau	800'000	2017 – 2019	7
Bärenbach	lokale Ufersicherung	520'000	2018 – 2019	8
Arnitobel	lokale Ufersicherung	500'000	2018 – 2020	9
Aa Hochtal, Oberlauf	lokale Ufersicherung	600'000	2018 – 2020	10
Chaltibach	Flussverbau	400'000	nach 2020	11
Erlenbach	Flussverbau	200'000	nach 2020	12
Alle Lawinengebiete	Notfallmassnahmen		Bei Bedarf	5-25
Gewässer	Notfallmassnahmen		Bei Bedarf	5
<i>Gemeinde Sarnen (nur Projekt Sarneraa)</i>				
Sarneraa bis Wichelsee	Flussverbau, Aufweitung	47'000'000	2008 – 2013	1

Der Masterplan stellt keine umfassende und systematische Darstellung des Handlungsbedarfs dar. Es handelt sich um eine durch die Verwaltung und die lokalen Behörden mit unvollständigen Informationen erstellte Liste von Massnahmen und Dringlichkeiten. Viele der im Plan enthaltenen Projekte waren seit längerem in Vorbereitung (z.B. Verbauung Engelbergeraa) und erlangten nach dem Hochwasserereignis 2005 wesentlich höhere politische Priorität. Entscheidend für die Aufnahme einer Massnahme in den Masterplan ist das Vorhandensein einer öffentlichen oder privaten Trägerschaft zur Verminderung entsprechender Risiken. Deshalb enthält der Masterplan keine Massnahmen für verschiedene Gefahrenquellen, in denen aufgrund von Gefahren- und Schadenpotenzialkarte hohe Risiken vermutet werden, sich bis jetzt aber keine Trägerschaften zu deren Verminderung gebildet haben.

Die laufenden Planungen und Massnahmen in der Gemeinde Engelberg umfassen Projekte zur Minderung von Hochwasser- und Murgangrisiken und ein Steinschlagschutzprojekt im Gebiet Zelgli (Gefahrenquelle Müliwald-Mittelgrüss). Projekte über technische Lawinenschutzmassnahmen werden keine geplant oder ausgeführt. Jedoch haben Lawinen ebenso wie die Gewässer hohe Bedeutung im Notfallkonzept der Gemeinde Engelberg. Im Bereich einiger Gefahrengelände (Eschlenfluewald, Ruchegg-Grüenenwald, Rapperschwendi) werden periodisch Waldpflegearbeiten im Rahmen von Projekten (Waldpflegeprojekte Engelberg-Nord und Engelberg-Süd) durchgeführt.

Die Massnahmen zur Verminderung von Naturrisiken sind im Kanton Obwalden grundsätzlich durch private oder öffentliche Nutzniesser zu tragen. Trägerschaften von Hochwasser-schutzmassnahmen sind so genannte Wuhrgenossenschaften und – inzwischen in den meisten Gebieten des Kantons Obwalden, so auch in Sarnen und Engelberg – die Einwohnergemeinden. Die Massnahmen sowohl der Einwohnergemeinden als auch privater Nutzniesser werden in bedeutendem Masse durch Beiträge des Bundes und des Kantons unterstützt.

Bei den geplanten Massnahmen am Sarnersee und an der Sarneraa liegt die Trägerschaft (ausnahmsweise) beim Kanton Obwalden. Die umliegenden Gemeinden werden nach Massgabe ihres Nutzens (Risikoverminderung) zur Mitfinanzierung herangezogen.

5.2 Fallbeispiele 1 – 3: Engelberg

5.2.1 Fallbeispiel 1: Test des Management-Konzepts

5.2.1.1 Grundlagen

Grundlagen für die Verifizierung des in Kapitel 4 entwickelten Management-Konzepts bilden die Gefahrenkarte (Stand 2006) und eine Schadenpotenzialkarte (Stand 2007). Die Anwendung des Management-Konzepts beschränkt sich aus Aufwandgründen und aufgrund der vorhandenen Datengrundlage auf den Teil des Engelberger Gemeindegebietes mit hohem Schadenpotenzial. Zu diesem Zweck wurde ein Untersuchungsperimeter ausgeschieden, welcher das intensiv besiedelte Talgebiet (Haupttal der Engelbergeraa und Horbistal) und einen Teil der seitlichen Einhänge, vor allem entlang der rechtsseitigen Hangflanke mit zahlreichen Streusiedlungen umfasst.

5.2.1.2 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die Objektarten der Schadenpotenzialkarte gemäss dem Verfahren in Kapitel 4.2.3.2 bewertet. Die Bewertung erfolgte unabhängig durch drei Personen, nämlich je durch eine Fachperson aus dem Kanton Obwalden und dem Kanton Bern und durch den Autor. Die Einzelbewertungen wurden anschliessend verglichen. Unterschiedliche Bewertungen wurden in einer Diskussion unter den Bewertungspersonen erörtert und abgeglichen.

In einem zweiten Schritt wurden – wiederum unabhängig durch die drei Personen – Massnahmen mit einem Massnahmen-Index bewertet. Diese Bewertung ist sowohl für Fallbeispiel 1 (Analyse nach Regel 2) als auch für Fallbeispiel 3 erforderlich.

Anhand der Gefahrenkarte wurden in einem nächsten Schritt Gefahrengebiete abgegrenzt. Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet

- 22 Steinschlaggebiete
- 16 Lawinengebiete
- 23 Gebiete mit Wildbach- und Hangprozessen

ausgeschieden. Die Gefahrengebiete umfassen die Prozessräume einzelner Gefahrenquellen und weisen eine Grösse zwischen 0.003km^2 und 0.7km^2 auf. Sie stellen die Untersuchungseinheiten bei der Anwendung aller Verfahren der Fallbeispiele 1-3 dar.

Die Gefahrengebiete wurden nach den Kriterien in Kapitel 4.2.3.3 (Tabelle 53) charakterisiert. Jedem Gefahrengebiet wurde basierend auf dessen Eigenschaften in einer automatisierten Entscheidungsroutine ein Massnahmen-Index zugeordnet. Dieser Index entspricht dem gemäss Kapitel 4.2.3.3 ermittelten Massnahmen-Index (auch Anhang XII) für Gefahrengebiete mit der Merkmalkombination des jeweiligen Gebiets.

Die örtliche Gefährdung wurde mit einem aufgrund von Gefahrenkarte und Schadenpotenzialkarte berechneten Gefährdungsfaktor nach Kapitel 4.2.3.4 (Tabelle 55) berücksichtigt.

Zur Anwendung der Regel 1 wurde das Untersuchungsgebiet im Verfahren ‚Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren‘ (Borter, 1999) hinsichtlich individueller Risiken mit folgenden Schwellen geprüft (Risikoanalyse Stufe 2):

- Individuelles Todesfallrisiko $> 10^{-2}$; $> 10^{-3}$; $> 10^{-4}$; $> 10^{-5}$; $> 10^{-6}$ pro Jahr;
- Individuelles Sachrisiko $> \text{CHF } 25$; $> \text{CHF } 50$; $> \text{CHF } 250$; $> \text{CHF } 500$; $> \text{CHF } 20'000$; $> \text{CHF } 40'000$; $> \text{CHF } 65'000$ pro Are und Jahr für ausgewählte Objektkategorien (Werte gemäss Tabelle 49).

Die Gefahrengebiete wurden anschliessend rangiert nach der Überschreitung der Schwellenwerte des maximalen tolerierbaren Risikos (Kapitel 4.2.2.2 und Tabelle 48). Die Rangierung erfolgt nach dem Ausmass der Risikoüberschreitung und der Grösse der Objektfläche oder -länge, auf denen die Risiken überschritten werden. Die Rangierung wurde sowohl nach dem Gesamtwert der Risikoüberschreitung pro Gefahrengebiet als auch nach dem Gesamtwert pro Flächeneinheit vorgenommen.

Zur Anwendung der Regel 2 wurden das mit dem Objekt-Index attributierte Schadenpotenzial, die mit dem Massnahmen-Index attributierten Gefahrengebiete und die durch den Gefährdungsfaktor ausgedrückte Gefährdung mittels geographischem Informationssystem überlagert und anschliessend der Prioritäts-Index pro Gefahrenquelle – umgerechnet auf eine Einheitsfläche – ermittelt.

Die insgesamt 61 Gefahrenquellen wurden anschliessend

- a) aufgrund der Überschreitung des tolerierbaren individuellen Risikos nach Tabelle 48
- b) aufgrund des Prioritäts-Indexes

nach Dringlichkeit des Handlungsbedarfs priorisiert (Prioritäten 1 bis 61).

Die mit dem Managementkonzept ermittelten Prioritäten wurden mit den ‚faktischen‘ Dringlichkeiten des Masterplans verglichen. Die Prioritäten der Projekte des Masterplans (Tabelle 61, 5. Spalte) wurden aufgrund der Zeithorizonte der geplanten Massnahmen ermittelt. Für Vergleichszwecke wurden auch den Notfallmassnahmen für die Wasser- und Lawinengebiete der Gemeinde Engelberg Dringlichkeiten zugewiesen. Diese Notfallmassnahmen umfassen die Anordnung von Evakuierungen und Sperrungen in ausserordentlichen Gefahrensituationen sowie bauliche Vorkehrungen wie Notbaggerungen, Wasserableitungen oder Hoch-

wassersperren bei Ereignissen. Die Prioritäten der Notfallmassnahmen wurden nach den Alarmstufen des Notfallkonzepts für die Gemeinde Engelberg zwischen den Werten 5 (häufige Ereignisse oder Gefahrensituationen, wichtige Gefahrenquellen) und 25 (seltene Ereignisse/Gefahrensituationen, weniger bedeutende Gefahrenquellen) festgelegt.

Gebiete mit Waldpflagemassnahmen im Rahmen laufender Projekte wurden mit Dringlichkeit 5 belegt. Den Gefahrengebieten, in denen gemäss Masterplan keine Projekte vorgesehen sind oder die nicht im Notfallkonzept aufgeführt sind, wurde zu Vergleichszwecken der Wert ‚45‘ zugeordnet.

5.2.1.3 Prioritäten gemäss Managementkonzept

Die Priorisierung der Gefahrengebiete aufgrund von Regel 1 ergibt – berechnet nach dem gesamten Ausmass der Überschreitung tolerierbarer Todesfallrisiken pro Gefahrenquelle – hohe Prioritäten für Massnahmen an Wasser- und Sturzgefahrenquellen. Massnahmen in Lawinengebieten erscheinen fast ausnahmslos in der zweiten Hälfte der Prioritätenliste (Tabelle 62).

Tabelle 62 Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 1.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>Gefahrenprozess (GP)</i>	<i>Projekt/Risikoverminderungsmassnahme gem. Masterplan</i>	<i>Priorität gemäss Managementkonzept</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Eschlenfluewald	Sturz	Schutzwaldpflege	1	5
Zelgli	Sturz	Steinschlagschutz	2	5
Ghärst-Obermatt	Wasser	--	3	45
Ruchegg-Grüenenw.	Sturz	Schutzwaldpflege	4	5
Bord	Wasser	--	5	45
Rapperschwendi	Sturz	Schutzwaldpflege	6	5
Tellensteinwald	Sturz	--	7	45
Bärenbach	Wasser	Bachverbau	8	8
Fangbach	Wasser	Geschiebesammler	9	3
Rotigraben	Wasser	--	10	45
Aa in Grafenort	Wasser	Flussverbau	12	6
Arnitobel	Wasser	lokale Ufersicherung	12	9
Chaltibach	Wasser	Flussverbau	12	11
Mittelgrüss/Müliwald	Wasser	Runsenverbau	16	1
Aa Hochtal, Oberlauf	Wasser	lokale Ufersicherung	24	10
Mehlbach	Wasser	Bachverbau	26	2
Aa im Hochtal, Dorf	Wasser	Flussverbau	29	4
Erlenbach	Wasser	Flussverbau	29	12
Dürrbach	Wasser	Bachverbau	58	7

Die Umrechnung der Risikoüberschreitung pro Flächeneinheit führt zu Veränderungen in der Prioritätenliste. Erwartungsgemäss rücken kleinere Gefahrengebiete in der Prioritätenliste nach vorne. Die Lawinengebiete erhalten noch tiefere Prioritäten. Bei den übrigen Gefahrenprozessen verschieben sich die Prioritäten leicht zu Ungunsten der Wassergefahren und zugunsten der Sturzgefahren (Tabelle 63).

Tabelle 63 Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 1 umgerechnet auf ein einheitliches Flächenmass.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>Gefahrenprozess (GP)</i>	<i>Projekt/Risikoverminderungsmassnahme gem. Masterplan</i>	<i>Priorität gemäss Managementkonzept</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Tellensteinwald	Sturz	--	1	45
Eschlenfluewald	Sturz	Schutzwaldpflege	2	5
Ruchegg-Grüenenw.	Sturz	Schutzwaldpflege	3	5
Zelgli	Sturz	Steinschlagschutz	4	5
Ghärst-Obermatt	Wasser	--	5	45
Rapperschwendi	Sturz	Schutzwaldpflege	6	5
Rotigraben	Wasser	--	7	45
Bord	Wasser	--	8	45
Fangbach	Wasser	Geschiebesammler	9	3
Bergwaldbach	Wasser	--	10	45
Bärenbach	Wasser	Bachverbau	11	8
Aa in Grafenort	Wasser	Flussverbau	20	6
Arnitobel	Wasser	lokale Ufersicherung	20	9
Chaltibach	Wasser	Flussverbau	20	11
Mittelgrüss/Müliwald	Wasser	Runsenverbau	21	1
Mehlbach	Wasser	Bachverbau	26	2
Aa Hochtal, Oberlauf	Wasser	lokale Ufersicherung	28	10
Aa im Hochtal, Dorf	Wasser	Flussverbau	31	4
Erlenbach	Wasser	Flussverbau	31	12
Dürrbach	Wasser	Bachverbau	59	7

Ebenfalls nach Regel 1 wurde das Untersuchungsgebiet hinsichtlich Überschreitung tolerierbarer Sachrisiken analysiert. Diese Analyse ergab lediglich in drei Gebieten Überschreitungen auf kleiner Fläche (Engelbergeraa (0.43ha Weideland); Chüelauigraben (1.68ha Weideland); Mehlbach (0.02ha Wiesland).

Die Rangierung des Prioritäts-Indexes nach Regel 2 führt zu einer stark veränderten Prioritätenliste. Hohe Prioritäten ergeben sich für Massnahmen in Lawinengebieten, mittlere Prioritäten für Gebiete mit Wildbach- und Massenbewegungsgefahren, während Steinschlaggebieten deutlich untergeordnete Bedeutung zufällt (Tabelle 64).

Tabelle 64 Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 2.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>Gefahrenprozess (GP)</i>	<i>Projekt/Risikoverminderungs-massnahme gem. Masterplan</i>	<i>Priorität gemäss Managementkonzept</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Chüelau	Lawine	Lawinenwarnung	1	5
Schluchen	Lawine	Lawinenwarnung	2	15
Pfaffen	Lawine	Lawinenwarnung	3	5
Titlislawine	Lawine	Lawinenwarnung	4	5
Rigidal	Lawine	Lawinenwarnung	5	15
Seeligraben	Wasser	--	6	45
Eienwäldli	Lawine	Lawinenwarnung	7	5
Bärenbach	Wasser	lokale Ufersicherung	8	8
Bord	Wasser	--	9	45
Sitenwald-Bord	Lawine	--	10	15
Fangbach	Wasser	Geschiebesammler	12	3
Mittelgrüss/Müliwald	Wasser	Runsenverbau	15	1
Mehlbach	Wasser	Bachverbau	16	2
Aa im Hochtal, Dorf	Wasser	Flussverbau	27	4
Erlenbach	Wasser	Flussverbau	27	12
Aa in Grafenort	Wasser	Flussverbau	28	6
Arnitobel	Wasser	lokale Ufersicherung	28	9
Dürrbach	Wasser	Bachverbau	29	7
Aa Hochtal, Oberlauf	Wasser	lokale Ufersicherung	33	10
Zelgli	Sturz	Steinschlagschutz	47	5

Das schutzzielbasierte Management-Konzept (Kapitel 4) kombiniert Regel 1 und Regel 2, wobei Regel 1 Vorrang zukommt. Daher wurden die Gefahrenquellen zuerst rangiert nach dem Flächen- und Längenmass der gefährdeten Objekte, bei denen individuelle Risiken die tolerierbaren Werte um mehr als einen Faktor 10 überschreiten. Derart hohe individuelle Risiken wurden bei 32 von 61 Gefahrenquellen festgestellt. Anschliessend erfolgte eine Rangierung der Gefahrenquellen, welche Überschreitungen der individuellen Risiken um den Faktor 1-10 enthalten. Dies trifft bei weiteren 24 Gefahrenquellen zu. Die Prioritäten 1-56 ergeben sich somit aus der Anwendung von Regel 1. Lediglich fünf von 61 Gefahrenquellen waren anschliessend nach Regel 2 zu priorisieren.

5.2.1.4 Diskussion der Resultate

Das Verfahren führt zu einer klaren Aussage über die Stellen mit grossen Risiken und Handlungsbedarf. Der Analyse der Personenrisiken nach Regel 1 kommt die entscheidende Bedeutung zu für die Priorisierung der Gefahrengebiete. Diese Erkenntnis überrascht, zumal die Schwellenwerte für die maximal tolerierbaren Risiken hoch angesetzt wurden.

Für die Priorisierung unbedeutend sind die Sachrisiken. Überschreitungen der tolerierbaren Sachrisiken nach Regel 1 sind selten und führen zu keinen wesentlichen Veränderungen in der Priorisierung. Die Analyse der Sachrisiken nach Regel 1 ist somit für die Priorisierung der Massnahmen nicht relevant. Ebenso ist Regel 2 für die Priorisierung irrelevant.

Im Fallbeispiel wurde somit das Ziel verfehlt, einen überwiegenden Teil der Gefahrenggebiete und Massnahmen nach Regel 2 und damit umfassend aufgrund aller Schutzzielprinzipien zu priorisieren (Kapitel 4.2.1).

Die im Untersuchungsgebiet sehr verbreitete Überschreitung der – an sich hohen – Schwellenwerte für Personenrisiken zeigt, dass diese Risiken im Vergleich zum gesamtgesellschaftlichen Kontext sehr hoch sind. Dies weist auf die Notwendigkeit zahlreicher Massnahmen und einer möglicherweise erhöhten Mittelbereitstellung hin. Die Höhe des für Risikoverminderungsmassnahmen bereitzustellenden jährlichen Budgets hängt davon ab, in welchem Zeitraum die überhöhten Risiken eliminiert werden sollen.

Das Managementkonzept führt insgesamt zu plausiblen Ergebnissen. Mit wenigen Ausnahmen kommt Gefahrenggebieten hohe Priorität zu, die erfahrungsgemäss und intuitiv als risikoreich bekannt sind.

5.2.1.5 Vergleich mit dem Masterplan

Die Priorisierung nach Regel 1 (nicht auf eine Einheitsfläche umgerechnet) weist geringe Ähnlichkeiten mit der Priorisierung gemäss Masterplan (Tabelle 61) auf. Nur drei der insgesamt zwölf Gefahrenggebiete mit technischen Verbaumasnahmen gemäss Masterplan erscheinen zwischen Position 1 und 10 der Prioritätenliste nach Regel 1. Innerhalb der ersten zehn Positionen nach Regel 1 befinden sich auch drei Gefahrenquellen, an denen in den letzten zehn Jahren grössere Steinschlagschutzprojekte abgeschlossen wurden (Eschlenfluewald, Ruchegg-Grünenwald und Rapperschwendi). Zur Unterstützung der dort errichteten Verbauungen werden derzeit noch Waldpflegemassnahmen durchgeführt. Weitere nicht im Masterplan, jedoch in der Prioritätenliste nach Regel 1 zuvorderst erscheinende Gefahrenggebiete sind zwar als risikoreich bekannt, es konnten jedoch bis jetzt keine Trägerschaften zur Massnahmenplanung gebildet werden (Tellensteinwald, Rotigraben).

Die im Masterplan priorisierten Wasserbauprojekte rangieren nach Regel 1 im Mittelfeld der Prioritätenlisten. Rechnet man die Schutzzielüberschreitung nach Regel 1 auf eine Einheitsfläche um (Tabelle 63) verändert sich dieses Bild nur unwesentlich.

Die Priorisierung nach Regel 2 ergibt im Vergleich zur Prioritätensetzung des Masterplans eine ähnlich geringe Übereinstimmung. Auffallend sind jedoch die hohe Priorität der Lawenengebiete und die geringe Priorität der Steinschlaggebiete. So fällt auch das gemäss Regel 1 prioritäre Steinschlagprojekt Zelgli in den hinteren Teil der Prioritätenliste zurück.

Die Ergebnisse stimmen nur teilweise mit dem Masterplan überein, von dem vermutet wird, er sei Ausdruck des gesellschaftlich gewünschten und als plausibel betrachteten Handlungsbedarfs. Im Vergleich zum Masterplan misst das Management-Konzept den Steinschlagrisiken höhere, den Wasserrisiken tiefere Prioritäten zu.

5.2.1.6 Methodische Erkenntnisse

Aus Aufwandgründen und wegen der geringeren Genauigkeit der Grundlagen in peripheren, weniger besiedelten Gebieten wurde eine Begrenzung des Untersuchungsgebiets vorgenommen. Diese Begrenzung wirkt sich auf die Resultate aus. Sie ist so zu wählen, dass sie die Entstehungs-, Transit- und Ablagerungsgebiete für alle Gefahrenquellen in ähnlicher Weise berücksichtigt. Dies erfordert gute Kenntnisse des Gebiets, insbesondere der Gefahrenprozesse und der Raumnutzung.

Auch die Ausscheidung und Abgrenzung der Gefahrenggebiete hat Auswirkungen auf die Resultate. Bei der Abgrenzung sind zu grosse und zu inhomogen besiedelte und genutzte Gebiete zu vermeiden, um die Resultate der Risikoanalyse und Priorisierung nicht zu verwischen. Deshalb wurde beispielsweise der ursprünglich als ein Gefahrenggebiet betrachtete Prozessraum der Engelbergeraas mit einer Grösse von über 2km² in einem zweiten Berechnungsdurchgang in drei Gebiete mit unterschiedlicher Raumnutzung aufgeteilt.

Die Ermittlung des Objekt-Indexes erwies sich als anspruchsvoll. Sie erfolgte im Rahmen des Fallbeispiels unabhängig durch drei Fachpersonen. Die Resultate wiesen zum Teil erhebliche Streuungen auf. Besonders unterschiedlich bewertet wurden die Kriterien des Kontext-Prinzips, welche – wie vermutet - oft subjektiven Charakter aufweisen. Das Kontext-Prinzip wurde daher, wie schon in Kapitel 4.2.3.2 dargelegt, bei der Ermittlung des Objekt-Indexes nur zur Hälfte gewichtet.

Die meisten Objekte wurden sowohl aus Sicht des Eigentümers/Betreibers als auch des Nutzniessers als ‚typischerweise betroffene Person‘ beurteilt (Kapitel 4.2.3.2). Für die Berechnung wurde die Bewertung aus Sicht der Nutzniesser berücksichtigt.

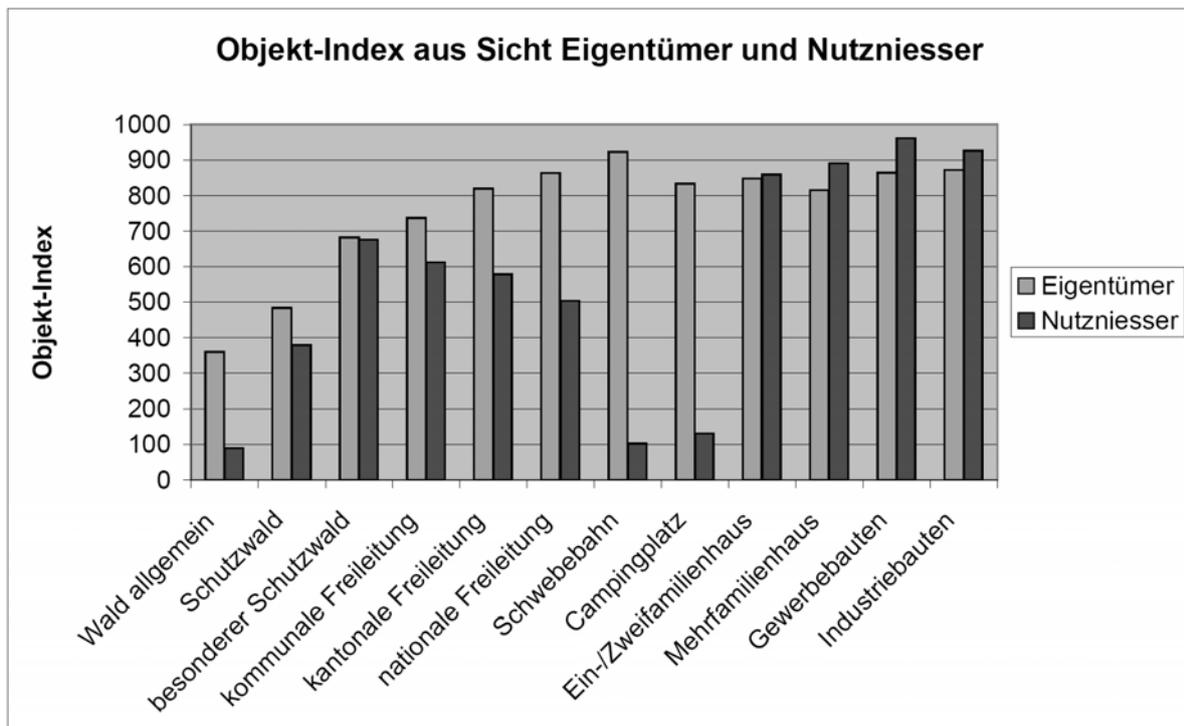


Abbildung 49 Objekt-Index in Abhängigkeit von der risikobetroffenen Person.

Im Bereich Wohnen und Industrie sind die rollenabhängigen Unterschiede gering. Beim Wald werden die Unterschiede mit zunehmender Schutzwald-Bedeutung geringer. Grösser werden die Unterschiede bei Leitungen mit zunehmender Grösse des Versorgungsgebiets. Dies ist auf die Annahme zurückzuführen, wonach bei grösseren Leitungen eher Versorgungsalternativen (Redundanzen) bestehen als bei lokalen Leitungen. Ein einzelner Benutzer ist somit vom Ausfall einer lokalen Leitung stärker betroffen. Für die Betreiber steigt dagegen die Betroffenheit mit zunehmender Wichtigkeit der Leitung. Die deutlichsten Unterschiede zwischen Eigentümer und Nutzniesser bestehen bei touristischer Infrastruktur. Hier besteht ein wesentlicher Unterschied, wenn ein Schaden aus Sicht des wirtschaftlich betroffenen Betreibers oder aber des in seiner freiwilligen Freizeitgestaltung eingeschränkten Benutzers betrachtet wird. Aus Sicht Ersterer kann ein (mit öffentlichen Mitteln) schutzwürdiges Interesse abgeleitet werden. Aus der zweiten Sichtweise lässt sich kaum ein öffentliches Engagement rechtfertigen. Dieser Unterschied drückt sich auch in der langjährigen Diskussion um die Subventionierbarkeit von Massnahmen zum Schutz touristischer Anlagen aus. Artikel 42 der Waldverordnung (WaV, SR 921.01) schloss bisher Massnahmen zum Schutz von touristischen Anlagen kategorisch von Abgeltungen aus. Die im Rahmen der Anpassung des Verordnungsrechts an die NFA neu formulierten Art. 2 der Wasserbauverordnung (WBV, SR 721.100.1) und Art. 40 der Waldverordnung begrenzen den Ausschluss auf touristische Anlagen ‚ausserhalb des Siedlungsgebiets‘. Dieser Präzisierung ist beizupflichten, zumal der Betrieb einer touristischen Anlage auch als schützenswerte wirtschaftliche Aktivität gelten kann.

Die Bewertung der Massnahmen zur Herleitung der Massnahmen-Indices sowie die Charakterisierung der Gefahrengebiete erwiesen sich im Vergleich zum Objekt-Index als wesentlich einfacher. Hier wiesen die Bewertungen eine wesentlich geringere Streuung auf.

5.2.2 Fallbeispiel 2: Vereinfachte Abschätzung des Handlungsbedarfs

5.2.2.1 Grundlagen und Vorgehen

Grundlagen für das Verfahren zur vereinfachten regionalen Abschätzung des Handlungsbedarfs sind die Gefahrenkarte, die Schadenpotenzialkarte und die in Fallbeispiel 1 erwähnten Gefahrengebiete mit ihrem Massnahmen-Index. Diese werden in einer GIS-Analyse mit der Schadenpotenzial- und der Gefahrenkarte zu einer Karte des Handlungsbedarfs verschnitten.

5.2.2.2 Prioritäten aus vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfes

Das Verfahren priorisiert vor allem Lawinen- und Wassergefahrenquellen. Bei der Abschätzung des kumulierten Handlungsbedarfs pro Gefahrengebiet erscheinen die grossen Gefahrengebiete (Engelbergeraa, Titlislawine, Brächgraben) zuoberst auf der Prioritätenliste (Tabelle 65).

Tabelle 65 Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfes.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>Gefahrenprozess (GP)</i>	<i>Projekt/Risikoverminderungsmassnahme gem. Masterplan</i>	<i>Priorität gemäss Managementkonzept</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Aa im Hochtal, Dorf	Wasser	Flussverbau	1	4
Erlenbach	Wasser	Flussverbau	1	12
Aa in Grafenort	Wasser	Flussverbau	2	6
Chaltibach	Wasser	Flussverbau, Renat.	2	11
Arnitobel	Wasser	lokale Ufersicherung	2	9
Titlislawine	Lawine	Lawinenwarnung	3	5
Aa Hochtal, Oberlauf	Wasser	lokale Ufersicherung	4	10
Brächgraben	Lawine	Lawinenwarnung	5	5
Mehlbach	Wasser	Bachverbau	6	2
Eienwäldli	Lawine	Lawinenwarnung	7	5
Bärenbach	Wasser	lokale Ufersicherung	8	8
Schwand	Wasser	--	9	--
Eschlenfluewald	Sturz	ehem. St.schutzpr.	10	5
Mittelgrüss/Müliwald	Wasser	Runsenverbau	12	1
Fangbach	Wasser	Geschiebesammler	18	3
Dürrbach	Wasser	Bachverbau	23	7
Zelgli	Sturz	Steinschlagschutz	24	5

Die Analyse des Handlungsbedarfs pro Flächeneinheit priorisiert ebenfalls – wenn auch etwas weniger deutlich – die Wassergefahrengebiete. Die tiefste Priorität fällt insgesamt den Steinschlaggebieten zu (Tabelle 66).

Tabelle 66 Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfs flächenbereinigt.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>Gefahrenprozess (GP)</i>	<i>Projekt/Risikoverminderungsmassnahme gem. Masterplan</i>	<i>Priorität gemäss Managementkonzept</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Wasserfall	Wasser	--	1	45
Schuemettlen	Sturz	--	2	45
Schluchen	Lawine	Lawinenwarnung	3	15
Aa im Hochtal, Dorf	Wasser	Flussverbau	4	4
Erlenbach	Wasser	Flussverbau	4	12
Ruchegg-Grüenenw.	Sturz	Schutzwaldpflege	5	5
Fangbach	Wasser	Geschiebesammler	6	3
Bränd-Schwand	Lawine	Lawinenwarnung	7	25
Bärenbach	Wasser	lokale Ufersicherung	8	8
Mittelgrüss/Müliwald	Wasser	Runsenverbau	9	1
Tellensteinwald	Sturz	--	10	45
Aa in Grafenort	Wasser	Flussverbau	15	6
Arnitobel	Wasser	lokale Ufersicherung	15	9
Chaltibach	Wasser	Flussverbau, Renat.	15	11
Mehlbach	Wasser	Bachverbau	26	2
Dürnbach	Wasser	Bachverbau	31	7
Aa Hochtal, Oberlauf	Wasser	lokale Ufersicherung	34	10
Zelgli	Sturz	Steinschlagschutz	54	4

5.2.2.3 Diskussion der Resultate und Vergleich mit dem Masterplan

Die Prioritäten gemäss vereinfachter, regionaler Abschätzung des Handlungsbedarfs weisen sowohl hinsichtlich kumuliertem Handlungsbedarf als auch flächenbereinigtem Handlungsbedarf – mit einzelnen Abweichungen (Dürnbach, Fangbach, Zelgli) – eine grosse Übereinstimmung mit der Priorisierung des Masterplans auf. Die meisten Massnahmen des Masterplans befinden sich im ersten Viertel der Prioritätenliste. In der flächenbereinigten Version wird die Prioritätenliste allerdings von drei als nicht besonders risikoreich bekannten Gefahrengebieten angeführt.

5.2.3 Fallbeispiel 3: Schutzzielmatrices

5.2.3.1 Grundlagen und Vorgehen

Das dritte Fallbeispiel umfasst die Erstellung von Schutzdefizitkarten gemäss Vorgehen ‚Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren‘ (Borter, 1999) (Risikoanalyse Stufe 1). Für die Anwendung der Schutzzielmatrices und die Ermittlung der Schutzdefizite (Fallbeispiel 3) ist eine detailliertere Gefahrenkarte erforderlich, welche die erwarteten Gefahrenprozesse hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Intensität klassiert (drei Häufigkeitsklassen und drei Intensitätsstufen). Ferner ist eine Schadenpotenzialkarte erforderlich. Nebst der klassischen Schutzzielmatrix (Abbildung 56) wurden modifizierte Schutzzielmatrices:

- aufgrund des Objekt-Indexes aus Sicht ‚Benutzer eines Objekts‘;

- aufgrund des Objekt-Indexes aus Sicht ‚Eigentümer eines Objekts‘;
- und aufgrund der Berechnungen zum individuellen Risiko

angewendet (Anhang XV). Wiederum wurden die Schutzdefizite sowohl nach ihrem gesamten Mass pro Gefahrenquelle als auch umgerechnet pro Flächeneinheit ermittelt.

5.2.3.2 Prioritäten gemäss Schutzzielmatrices

Bei der Priorisierung der Gefahrenquellen aufgrund der Schutzdefizite ergeben sich im Mittel für alle drei Arten von Gefahrenprozessen (Sturz, Lawine, Wasser) ähnlich hohe Prioritäten. Etwas höhere Prioritäten kommen insgesamt den Lawinengefahrengeländen zu. Grossflächige Gefahrenquellen weisen grosse kumulierte Schutzdefizite und demzufolge oft etwas höhere Prioritäten auf. Die Wassergefahrengelände an der Engelbergeraas werden in den meisten Varianten prioritär eingestuft (Tabelle 67).

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten der Schutzzielmatrices sind mit wenigen Ausnahmen (Engelbergeraas im Dorfbereich, Mittelgrüss-Müliwald) gering. Dies gilt auch für die räumliche Verteilung der Schutzdefizite (Abbildung 50 und Abbildung 51).

Tabelle 67 Prioritäten von Risikoverminderungsmassnahmen aufgrund von Schutzdefiziten.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>GP</i>	<i>Priorität aufgrund Schutzdef. BUWAL-OW</i>	<i>Priorität gemäss Schutzdefizit ‚Benutzer‘</i>	<i>Priorität gemäss Schutzdefizit ‚Eigentümer‘</i>	<i>Priorität gemäss Schutzdefizit ind. Risiken</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Titlislawine	L	1	7	7	2	5
Aa in Grafenort	W	2	2	2	4	6
Chaltibach	W	2	2	2	4	11
Arnitobel	W	2	2	2	4	9
Eschlenfluewald	S	3	1	1	1	5
Rigidal	L	4	5	6	5	15
Ruchegg-Grünenw.	S	5	4	5	6	5
Bärenbach	W	6	8	9	9	8
Eienwäldli	L	7	10	10	10	5
Zelgli	S	8	9	4	7	5
Aa im Hochtal, Dorf	W	9	25	27	16	4
Erlenbach	W	9	25	27	16	12
Fellenrüti-Zelgli	L	10	17	17	15	15
Aa Hochtal, Oberlauf	W	12	15	14	18	10
Tellensteinwald	S	13	3	3	3	45
Mittelgrüss/Müliwald	W	15	29	28	23	1
Rapperschwendi	S	17	6	8	8	5
Fangbach	W	24	23	23	29	3
Mehlbach	W	29	45	30	34	2
Dürrbach	W	30	38	39	35	7

Legende

GP = Gefahrenprozess, L = Lawine, S = Sturzprozess, W = Wassergefahr

Die Betrachtung der Schutzdefizite pro Flächeneinheit verändert erwartungsgemäss die Prioritätenliste zu Gunsten der Sturzgebiete und zu Ungunsten der grösseren Wassergefahrengebiete. Vor allem die Gebiete an der Engelbergeraas fallen in mittlere Prioritäten zurück (Tabelle 68).

Tabelle 68 Prioritäten von Risikoverminderungsmassnahmen aufgrund von Schutzdefiziten pro Flächeneinheit.

<i>Gefahrenquelle</i>	<i>GP</i>	<i>Priorität aufgrund SD BUWAL-OW pro Einheitsfläche</i>	<i>Priorität aufgrund SD ‚Benutzer‘ pro Einheitsfläche</i>	<i>Priorität aufgrund SD ‚Eigentümer‘ pro Einheitsfläche</i>	<i>Prio. aufgr. SD ‚individ. Risiken‘ pro Einheitsfläche</i>	<i>Priorität gemäss Masterplan</i>
Dürrbach	W	1	2	2	2	7
Tellensteinwald	S	2	1	1	1	45
Füren	L	3	18	6	26	15
Ruchegg-Grüenenw.	S	4	6	7	5	5
Schuemettlen	S	5	4	4	7	45
Rigidal	L	6	7	9	8	15
Fellenrüti-Zelgli	L	7	16	17	13	15
Pfaffen	L	8	9	11	6	5
Eschlenfluewald	S	9	3	3	3	5
Aa in Grafenort	W	10	12	13	20	6
Arnitobel	W	10	12	13	20	9
Chaltibach	W	10	12	13	20	11
Zelgli	S	11	11	8	9	5
Bärenbach	W	13	13	14	14	8
Rapperschwendi	S	14	5	5	4	5
Mittelgrüss/Müliwald	W	18	46	42	34	1
Dürrenwald	S	21	10	12	10	45
Fangbach	W	24	20	21	33	3
Aa im Hochtal, Dorf	W	27	47	51	40	4
Erlenbach	W	27	47	51	40	12
Aa Hochtal, Oberlauf	W	29	43	48	43	10
Mehlbach	W	30	53	35	41	2
Widerwällhubel	S	59	8	10	30	45

Legende

GP = Gefahrenprozess, L = Lawine, S = Sturzprozess, W = Wassergefahr, SD = Schutzdefizit

5.2.3.3 Diskussion der Resultate

Die mit den modifizierten Versionen hergeleiteten Schutzdefizite weichen im Allgemeinen wenig von jenen aus der ‚klassischen‘ Schutzzielmatrix (BUWAL/OW) ab. Überraschend ähnliche Priorisierungen ergeben sich aufgrund der modifizierten Matrices ‚Eigentümer‘ und ‚Benutzer‘. Zwischen den Resultaten aus diesen beiden Beurteilungen einerseits und den Ergebnissen aus der ‚klassischen‘ Schutzzielmatrix sowie der Schutzzielmatrix aufgrund in-

dividueller Risiken andererseits sind die Abweichungen grösser. Bei Sturzgefahrengebieten führen die Beurteilungen nach den Matrices ‚Eigentümer‘ und ‚Benutzer‘ zu etwas höheren, bei Wassergefahrengebieten zu geringeren Prioritäten als bei der Beurteilung nach der ‚klassischen‘ Matrix.

5.2.3.4 Vergleich mit dem Masterplan

Die aufgrund der Schutzdefizite pro Gefahrenquelle hergeleiteten Prioritäten stimmen in vielen Fällen für alle vier Varianten gut mit den Prioritäten des Masterplanes überein (Tabelle 67). Acht von zwölf Gebieten mit Projekten gemäss Masterplan erscheinen auch im ersten Viertel der Prioritätenliste gemäss Schutzdefiziten. Die Projekte Mittelgrüss, Fangbach, Mehlbach und Dürrbach fallen in dieser Priorisierung überraschend deutlich ins Mittelfeld zurück.

Im Vergleich fallen die Prioritäten für Steinschlaggebiete höher und für Lawinen- und Wassergefahrengebiete tiefer aus als nach Masterplan.

Mit der Umrechnung der Schutzdefizite auf eine Einheitsfläche ändert sich die Priorisierung deutlich (Tabelle 68). Nur noch vier der gemäss Masterplan prioritären Projekte erscheinen im ersten Viertel der Prioritätenliste nach Schutzdefiziten. Die übrigen gemäss Masterplan vordringlichen Projekte erhalten mittlere Prioritäten.

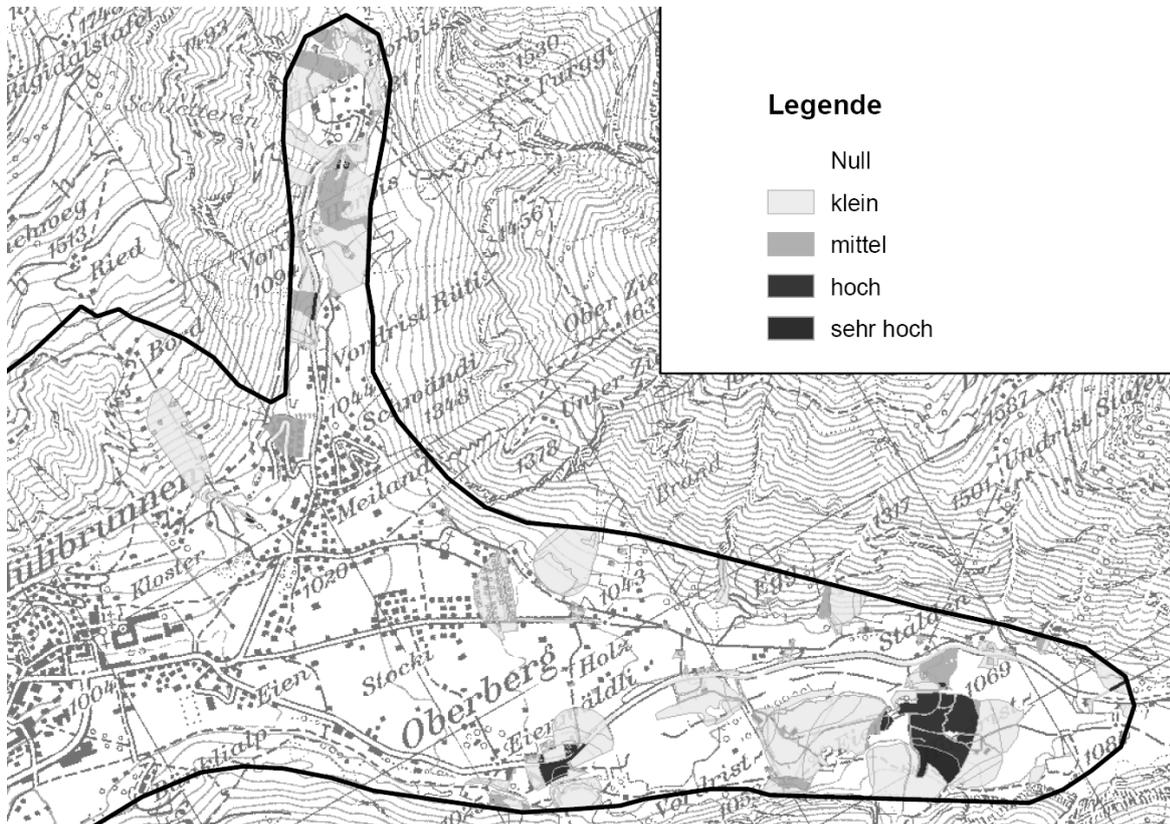


Abbildung 50 Schutzdefizitkarte nach ‚klassischer‘ Schutzzielmatrix ‚Borfer/OW‘ 1999.

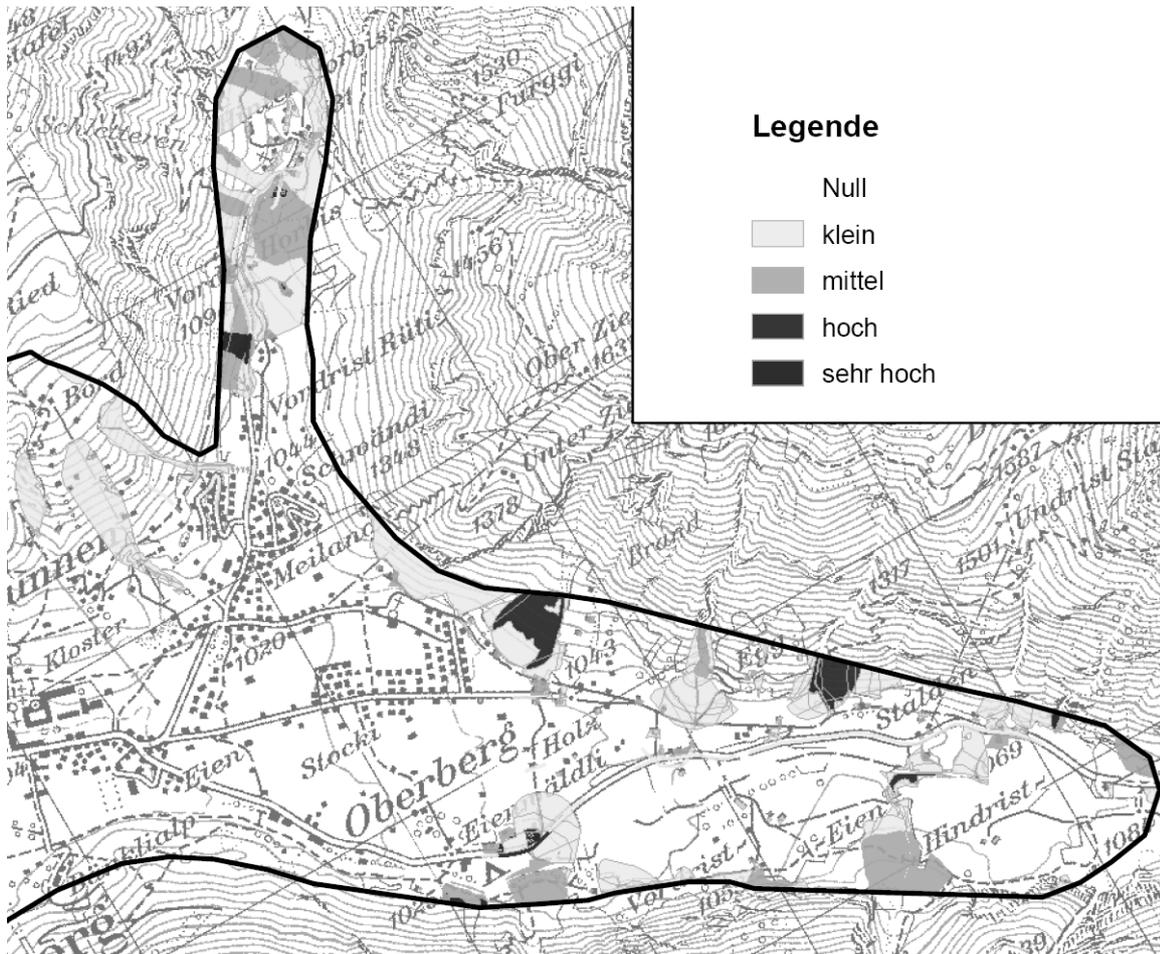


Abbildung 51 Schutzdefizitkarte nach modifizierter Schutzzielmatrix ‚Benutzer‘.

5.2.4 Vergleich der Resultate zwischen den Verfahren

Generell bestehen bei den höchsten Prioritäten von Sturzgefarengengebieten die besten gegenseitigen Übereinstimmungen der nach den verschiedenen Verfahren ermittelten Resultate. Risikoreiche Sturz-Gefahrenquellen werden bei allen Verfahren priorisiert. Bei den Lawinen- und Wassergefarengengebieten sind die gegenseitigen Abweichungen im vordersten Bereich der Prioritätenliste deutlicher.

Die Resultate liegen näher zusammen, wenn die Priorisierung aufgrund der nicht flächenbereinigten Werte erfolgt. In dieser Version bestehen auch grössere Übereinstimmungen mit den Prioritäten des Masterplans. Dies zeigt, dass die faktische Prioritätensetzung des Masterplans grössere Gefahrenggebiete favorisiert und damit auch durch die Höhe der kollektiven Risiken beeinflusst ist.

Gemittelt über alle Gefahrenggebiete und alle Prioritäten liegen die höchsten Prioritäten bei den Wassergefarengengebieten, während die Sturz- und Lawinengebiete etwas tiefer priorisiert werden. Bei den Wassergefarengengebieten sind die Unterschiede zwischen den Mittelwerten, die sich aus den verschiedenen Verfahren ergeben, am geringsten, bei den Lawinengebieten am grössten (Abbildung 52).

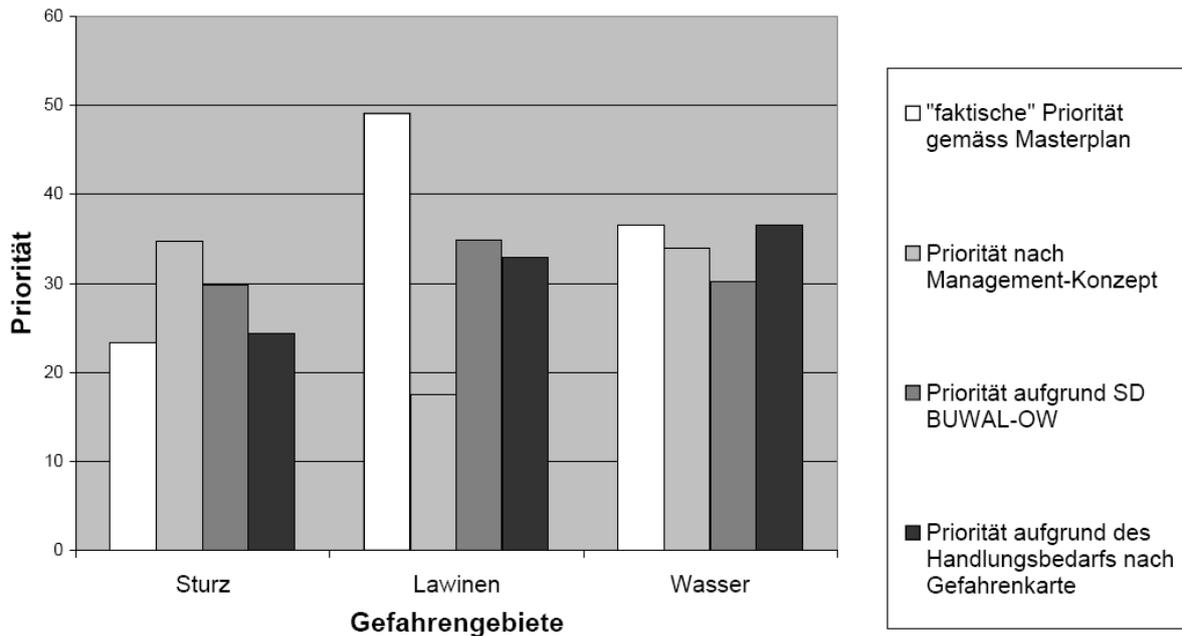


Abbildung 52 Vergleich aller Gefahrenquellen und Prioritäten nach Verfahren (SD = Schutzdefizit).

5.3 Fallbeispiel 4: Hochwasserschutz Sarneraatal

5.3.1 Ziel des Fallbeispiels

Das Fallbeispiel stellt die tatsächlichen Vorgänge bei der Zielfestlegung und -gewichtung sowie der Variantenwahl im Projekt Hochwasserschutz Sarneraatal dar und bezweckt einen Praxistest des in Kapitel 2.9.4.2 und 4.6.2 beschriebenen Mitwirkungsverfahrens. Das Fallbeispiel beschränkt sich auf folgende Schritte in der Planungs- und Entscheidungsfindungsphase:

- Kontextanalyse;
- Identifikation und Klassifikation der Akteure;
- Zielerhebung durch die Akteure;
- Variantendiskussion mit den Akteuren;
- und Variantenentscheid.

Die Massnahmen des Projektes sind mit Ausnahme kleinerer Vorarbeiten noch nicht realisiert (Stand September 2008).

5.3.2 Politische Rahmenbedingungen

Wenige Jahre nach der Einleitung der Grossen Melchaa in den Sarnersee im Jahr 1880 und dem folgenden Ausbau der Sarneraa wurde in verschiedenen politischen Vorstössen auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Abflussverhältnisse an der Sarneraa im Dorfbereich zu verbessern. Die Projekte kamen jedoch nie über die Planungsphase hinaus. Erst nach den beiden grossen Hochwasserereignissen 1999 und 2004 wurden die Bestrebungen um eine Verbesserung der Hochwassersicherheit intensiviert.

Bis zum Sommer 2005 lähmte ein Zuständigkeitskonflikt zwischen Kanton und der Gemeinde Sarnen eine Lösungsfindung. Seit dem Hochwasser vom August 2005 wird unter grossem Zeitdruck an einer Lösung zur Verminderung der Hochwasserrisiken gearbeitet. Die

Zuständigkeitsfrage wurde durch die Schaffung eines Spezialgesetzes (GAHS, GDB 740.2) geklärt, welches die Trägerschaft dem Kanton überträgt, die betroffenen Gemeinden jedoch nach Massgabe ihres Nutzens zur Mitfinanzierung beizieht.

Die Leitung des Projekts liegt beim Kanton Obwalden. Seit Projektbeginn wird das Projekt durch eine zehnköpfige Projektsteuergruppe begleitet, in welcher die Gemeinde Sarnen, das Bundesamt für Umwelt sowie kantonale Fachstellen vertreten sind. Eine erweiterte Projektsteuergruppe mit Vertretern der weiteren betroffenen Gemeinden und Anstössern, Fachstellen des Bundes, des Kantons und der Gemeinden sowie der Unterlieger dient dem gegenseitigen Informations- und Meinungsaustausch sowie der Vorberatung von Entscheiden zuhanden der zuständigen politischen Behörde, namentlich des Regierungs- und Kantonsrates.

5.3.3 Variantenevaluation im partizipativen Verfahren

Eine Konzeptstudie prüfte über zwanzig verschiedene Varianten zur Verbesserung der Hochwassersicherheit im Sarneraatal und empfahl folgende drei Varianten zur Weiterbearbeitung (Tabelle 62):

- **Variante 1 Tieferlegung/Verbreiterung der Sarneraa:** Tieferlegung und Verbreiterung der Sarneraa entlang ihrem heutigen Lauf zwischen Seeauslauf und Wichelsee, geschätzte Kosten CHF 44.6 Mio.;
- **Variante 2 Landenberg:** Bau eines Entlastungstollens vom See durch den Landenberg, Aufweitungen unterhalb der Rückführung des Wassers in die Sarneraa ähnlich wie bei Variante 1 jedoch ohne Tieferlegung im Dorfbereich, geschätzte Kosten CHF 56.6 Mio.;
- **Variante 3 Bergvariante Ost:** Bau eines Entlastungstollens zwischen Sarner- und Wichelsee, geschätzte Kosten CHF 59.1 Mio..

Tabelle 69 Vergleichende Zusammenstellung der Varianten zur Verbesserung der Hochwassersicherheit Sarneraatal (Vorstudie).

Nr.	Bezeichnung	Investitionskosten ^{*)} (Mio. CHF)	davon Landerwerb (Mio. CHF)	Betriebs- und Unterhaltskosten (in tausend CHF)
V1	Variante Tieferlegung/Verbreiterung	44.6	6.1	450
V2	Variante Landenberg	56.6	4.7	580
V3	Variante Ost	59.1	1.3	500

^{*)} Unsicherheit +/- 25%

Zum breiteren Einbezug der Bevölkerung wurde im Frühjahr 2006 eine Workshop-Gruppe mit Vertretern aus Wirtschaft (9), Umweltschutz (7), Verwaltung (7) und Politik (7) gebildet. Die Auswahl der Mitglieder erfolgte unter Exponenten und Verantwortungsträgern der entsprechenden Gesellschaftsbereiche. Am 10. April 2006 fand ein erster Workshop statt. Dabei wurde ein detaillierter Katalog von Zielen entwickelt, die mit den Hochwasserschutzmassnahmen erreicht werden sollen. Diese Ziele gliedern sich in die drei Gruppen:

- Gesellschaft (Sicherheit, insbes. Hochwasserschutzziele);
- Umwelt (Ökologie, Gewässerraum, Ortsbild, Erholung/Tourismus, Fischerei, Landwirtschaft);
- Wirtschaftlichkeit (Investitions- und Betriebskosten, Kosten-Nutzen, Verfahrens- und Bauzeit).

Am 29. September 2006 wurde ein zweiter Workshop mit den gleichen Beteiligten durchgeführt. Inhalt dieses zweiten Anlasses waren die Gewichtung der Projektziele und – soweit möglich – eine objektivierte Bewertung der drei Varianten hinsichtlich Zielerreichung.

Die Gewichtung der Projektziele erfolgte einerseits durch die Workshop-Gruppe (sog. ‚Akteure‘). Andererseits nahmen auch die Projektleitung und die Projektbearbeiter (sog. ‚Experten‘) eine Gewichtung der Ziele vor. Die Resultate zeigen ein einheitliches Bild (Abbildung 53 und Anhang XVI, 1).

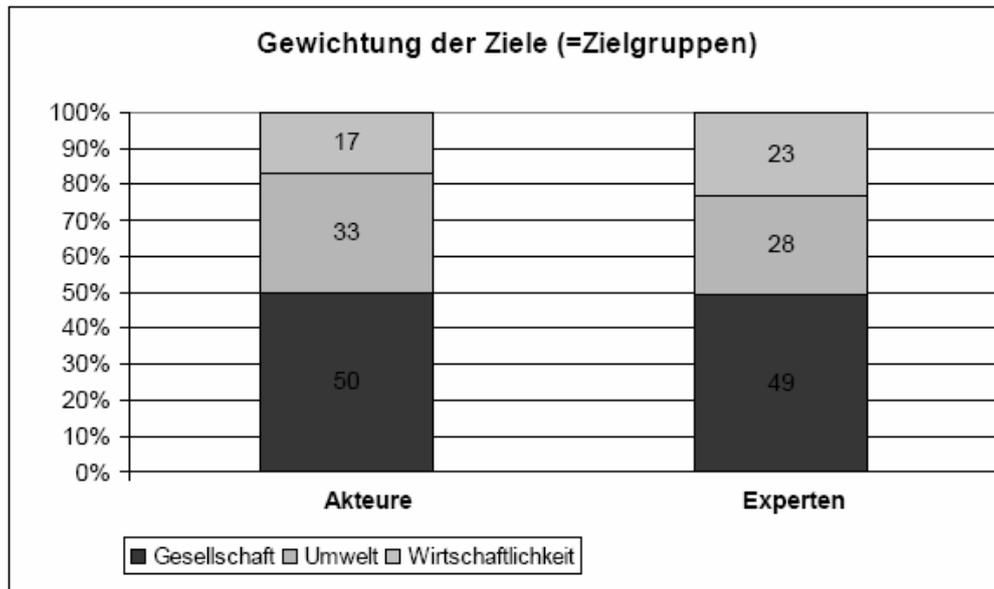


Abbildung 53 Fallbeispiel Sarneraa, Gewichtung der Zielgruppen durch ‚Akteure‘ und ‚Experten‘.

Die Bewertung der Varianten erfolgte, indem jede Variante hinsichtlich Erfüllung jedes einzelnen Unterzieles mit einem Index von -3 (sehr nachteilige Lösung) bis +3 (sehr vorteilhafte Lösung) taxiert wurde. Die am 29. September 2006 mit der Workshop-Gruppe durchgeführte Bewertung zeigte kein verwertbares Resultat. Die Bewertung durch die ‚Akteure‘ wurde deshalb für die weitere Projekt-Evaluation nicht berücksichtigt. Die Bewertung der Varianten erfolgte ausschliesslich durch die ‚Experten‘ und zwar in einer Einzelbewertung durch jedes Mitglied der Projektleitung und durch die Projektbearbeiter sowie durch die Bearbeitenden des Vorberichtes zur Umweltverträglichkeit. Diese Resultate wurden anschliessend an einer Bereinigungskonferenz zu einer einheitlichen Bewertung zusammengeführt und detailliert begründet. Die Gewichtung der Ziele und die Bewertung der Varianten bildeten die Grundlage für eine anschliessend durchgeführte Nutzwert-Analyse (Tabelle 70).

Im Nutzwertvergleich der Zielgruppe ‚Gesellschaft‘ und ‚Wirtschaftlichkeit‘ schnitten die Variante V1 und V3 am besten ab. Die Variante V3 lag in der Zielgruppe ‚Umwelt‘ infolge fehlender ökologischer Aufwertungen an der Sarneraa hinter den Varianten V1 und V2 zurück (Anhang XVI).

Tabelle 70 Ergebnis der ersten Nutzwertanalyse Vorprojekt Sarneraatal.

	<i>Bewertung für</i>		
	V1	V2	V3
<i>Gewichtung durch ...</i>	<i>Nutzwert</i>		
<i>Experten</i>	0.87	0.75	0.81
<i>Akteure</i>	0.95	0.87	0.95
<i>Rangierung durch ...</i>	<i>Rang</i>		
<i>Experten</i>	1	3	2
<i>Akteure</i>	1	3	1
<i>Rangpunkte total</i>	2	6	3
<i>Rangfolge total</i>	1	3	2

Legende

V1 = Variante Tieferlegung/Verbreiterung

V2 = Variante Entlastungsstollen Landenberg

V3 = Variante Entlastungsstollen Bergvariante Ost

Als Nebenergebnis wurde am 2. Workshop vom 29. September 2006 eine Bergvariante Ost mit zusätzlichen ökologischen Aufwertungsmassnahmen an der Sarneraa (sog. V3PLUS) in die Diskussion eingebracht. Diese Variante fand in der Workshop-Gruppe – ausser bei den Bundesvertretern und Umweltverbänden – breite Zustimmung.

Die Variante 3PLUS wurde ebenfalls in die weitere Evaluation einbezogen. Durch die ökologischen Aufwertungen weist sie im Vergleich zur Bergvariante Ost einen deutlich höheren Nutzwert auf. Allerdings erhöhen sich die Kosten für die Variante 3PLUS infolge zusätzlicher baulicher Massnahmen und Landerwerbskosten um ca. CHF 8 Mio. auf CHF 67.5 Mio..

In einer zweiten Nutzwertanalyse lag nun die Variante 3PLUS auf dem ersten Rang. Dahinter liegen an zweiter Stelle die Variante 1 ‚Tieferlegung/Verbreiterung der Sarneraa‘ und Variante 3 ‚Bergvariante Ost‘ (Tabelle 71).

Variante 3PLUS wurde insbesondere favorisiert, weil dadurch weniger private Rechte tangiert würden. Zudem wird das Siedlungsgebiet durch die Bautätigkeit weniger belastet. Es werden mit dieser Variante geringere Widerstände der Anstösser und schnellere Genehmigungsverfahren erwartet. Das Projekt könnte rascher realisiert werden und die Schutzwirkung tritt früher ein.

Tabelle 71 Ergebnis der zweiten Nutzwertanalyse Vorprojekt Sarneraatal.

	<i>Bewertung für</i>			
	V1	V2	V3	V3+
<i>Gewichtung durch ...</i>	<i>Nutzwert</i>			
<i>Experten</i>	0.90	0.82	0.89	0.99
<i>Akteure</i>	0.96	0.89	0.99	1.11
<i>Rangierung durch ...</i>	<i>Rang</i>			
<i>Experten</i>	2	4	2	1
<i>Akteure</i>	2	4	2	1
<i>Rangpunkte total</i>	4	8	4	2
<i>Rangfolge total</i>	2	4	2	1

Der Regierungsrat reichte am 12. Dezember 2006 das Projekt zur Stellungnahme beim Bundesamt für Umwelt ein mit dem Antrag, die Variante 3PLUS zu favorisieren.

5.3.4 Durch Verbände und Verwaltung erwirkter Richtungswechsel

Bereits kurz nach dem Beschluss des Regierungsrats mobilisierte ein Umweltverband gegen die Variante 3PLUS und drohte mit der Ergreifung von Rechtsmitteln, da die Variante 3PLUS nicht den Grundsätzen der Wasserbau- und Gewässerschutzgesetzgebung entspreche und ein nationales Schutzgebiet tangiere (NOZ, 2006).

Das Bundesamt für Umwelt nahm am 8. März 2007 Stellung. Aus dieser Stellungnahme geht hervor, dass sowohl für die Variante 3PLUS als auch für die Variante 1 keine absoluten Ausschlusskriterien bestehen. Der Bund bevorzugt jedoch klar die Variante 1 (Tabelle 72). Sie wird als zweckmässig und umweltgerecht beurteilt. Neben der besseren Bewertung aus fachlicher Sicht ist für den Bund entscheidend, dass die Kosten für die Variante 1 deutlich tiefer liegen.

Tabelle 72 An der Stellungnahme beteiligte Bundesstellen und deren Position.

<i>Stelle</i>	<i>favorisierte Variante</i>
Abteilung Gefahrenprävention BAFU	Variante 1
Abteilung Natur und Landschaft BAFU	Variante 1
Abteilung Artenmanagement BAFU	Variante 1
Abteilung Wasser BAFU	Variante 1
Abteilung Recht BAFU	--
Bundesamt für Kultur (BAK)	--
Eidg. Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK)	Variante 1
Eidg. Finanzverwaltung	Variante 1
armasuisse Immobilien, VBS	(Variante 1)
Bundesamt für Landwirtschaft	--

Nach Eingang der Stellungnahme des Bundes setzte sich die erweiterte Projektsteuergruppe am 14. März 2007 erneut mit dem Variantenentscheid auseinander. Die Steuergruppe spricht sich nach Beurteilung der neuen Sachlage mehrheitlich für die Realisierung der Variante 1 aus. Einzig die Einwohnergemeinde Sarnen, auf deren Gebiet die Massnahmen im Falle einer Tieferlegung/Verbreiterung zur Hauptsache erfolgen, favorisiert weiterhin die Realisierung der Variante 3PLUS. Mit Schreiben vom 16. März 2007 beantragte der Einwohnergemeinderat Sarnen die Weiterverfolgung von Variante 3PLUS.

5.3.5 Demokratische Entscheidungskontrolle I: Politische Entscheidung

In seinem Bericht vom 20. März 2007 beantragte der Regierungsrat beim Kantonsrat, die Weiterverfolgung von Variante 1 zu genehmigen. Die vorberatende Kommission des Kantonsrats folgte dem Antrag der Regierung einstimmig. Im Vorfeld der Kantonsratsdebatte unternahm eine kantonsrätliche Fraktion politische Anstrengungen, auch die Variante 3PLUS parallel weiter zu verfolgen. Der Kantonsrat lehnte dies aus Kosten- und Zeitgründen ab und stimmte an der Sitzung vom 27. April 2007 mit 39 zu 5 Stimmen dem Antrag des Regierungsrats zu.

Gegen diesen Beschluss wurde am 4. Juli ein Referendum ergriffen. Die ablehnende Haltung zu Variante 1 wird vor allem mit der Beeinträchtigung des Ortsbildes von Sarnen durch

die Tieferlegung, mit baulichen Risiken für die Grundstücke entlang der Sarneraa und mit den Beeinträchtigungen durch eine Baustelle mitten im Dorfkern von Sarnen begründet.

Am 2. Juli 2007 wurde in Sarnen ein Verein ‚Interessengemeinschaft Hochwasserschutz Sarnen‘ (IG) gegründet mit dem Ziel, die rasche und sachgerechte Realisierung des Hochwasserschutzes von Sarnen zu fördern. Die IG unterstützte das Referendum öffentlich.

Am 25. November stützte das Obwaldner Stimmvolk mit 60% den Entscheid des Kantonsrats zur Erstellung der Variante Verbreiterung/Tieferlegung. In der Standortsgemeinde Sarnen wurde der Kantonsratsbeschluss mit 53% der Stimmen abgelehnt.

5.3.6 Demokratische Entscheidungskontrolle II: Nachspiel zum Variantenentscheid

Die IG Hochwasserschutz Sarnen sammelte unterdessen erfolgreich Geldmittel zur Erarbeitung einer Total-Unternehmerofferte für eine Stollenlösung ähnlich der ‚Bergvariante Ost‘. Im Dezember unterzeichnete sie einen Vertrag mit einer Bietergemeinschaft von Bau- und Ingenieurunternehmungen zur Erarbeitung des Alternativprojekts. Dieses Projekt soll dem Kanton im August 2008 unterbreitet werden. Am 17. Januar 2008 reichte ein Baufachmann ein weiteres, auf privater Basis erarbeitetes Projekt mit einer unterirdischen Lösungsvariante ‚Kanal im Kanal‘ für die Hochwasserentlastung ein. Der Regierungsrat trat mit Verweis auf das Ergebnis der Volksabstimmung nicht auf dieses Projekt ein.

Es ist möglich, dass sowohl die Stollenlösung der IG Hochwasserschutz als auch das Projekt ‚Kanal im Kanal‘ in Form von Initiativen eingebracht werden und dass somit weitere Volksabstimmungen über den Variantenentscheid stattfinden werden.

5.3.7 Erkenntnisse aus dem Fallbeispiel

Aus diesem Fallbeispiel lassen sich folgende Erkenntnisse zur (partizipativen) Entscheidungsfindung bei Risikoverminderungsmassnahmen ableiten:

- Die im Rahmen dieser Arbeit zentrale Schutzzieldiskussion überfordert die meisten Teilnehmer eines partizipativen Planungsprozesses und verliert gleichzeitig angesichts der behördlichen Vorgaben und deren finanzieller Relevanz an Bedeutung.
- Bei zeitlicher Nähe zu einem Ereignis überwiegen das Sicherheitsbedürfnis und das Bedürfnis nach raschem Handeln die übrigen Aspekte deutlich.
- Eine minimale Beeinträchtigung privater Rechte spielt in der Variantenbewertung eine zentrale Rolle.
- Bei (hoher) öffentlicher Finanzierung und geringer Belastung der Betroffenen spielen finanzielle Aspekte eine untergeordnete Rolle (strategisches Verhalten).
- Interessenkonflikte, die im Rahmen der Workshops ungeklärt bleiben, werden durch die Akteure ausserhalb der ‚offiziellen‘ Entscheidungsfindungsplattformen gesellschaftlich und politisch thematisiert.
- Die Verwaltung (Bund, Kanton) übt grossen Einfluss auf die Entscheidungsfindung aus.
- Ein partizipativer Entscheidungsprozess stellt hohe Anforderungen an Projektleitung und Beteiligte.

Workshops erfordern eine intensive Vor- und Nachbereitung. Die Vorbereitung und das Zeitbudget des zweiten Workshops, an dem eine Variantenbewertung und ein Variantenentscheid angestrebt wurden, waren ungenügend.

6 Diskussion und Folgerungen

6.1 Schadensbegriff

6.1.1 Problemstellung

Die Darstellung von Risiken und von Schutzzielen erfordert einen Schadensbegriff. Als Schaden wird in der Literatur übereinstimmend eine Verletzung von Werten oder Schutzgütern bezeichnet. Dieser Schadensbegriff bietet erhebliche methodische Schwierigkeiten. Es bestehen weder Klarheit noch Konsens darüber, bei welchen Werten eine Verletzung als Schaden zu betrachten ist. Für viele dieser Werte fehlen Indikatoren und Metriken, um eine Beeinträchtigung zu beschreiben oder zu bewerten. Schäden lassen sich oft nicht allgemein gültig formulieren. Die Art der Betroffenheit und die Optik, aus der ein Schaden betrachtet wird, beeinflusst die Bewertung entscheidend.

6.1.2 Forschungsfragen

Es stellte sich somit die Frage nach einer möglichst umfassenden Darstellung der verletzbaren Werte, die unter den Schadensbegriff zu fassen sind. Ferner waren geeignete Indikatoren und Metriken zu finden.

6.1.3 Erkenntnisse

In der Literatur werden die verletzbaren Werte und Schutzgüter meist in die fünf Gruppen

- Leib und Leben
- Sachwerte
- Gesellschaftliche Strukturen
- Naturwerte
- Werte der Lebensqualität

gegliedert. Indikatoren und Metriken sind nur für zwei dieser Gruppen, für Leib und Leben sowie für Sachwerte teilweise verfügbar.

6.1.4 Würdigung

Die vorliegende Arbeit leistet keinen bedeutenden Beitrag, um die dargelegten methodischen Schwierigkeiten des Schadens- und damit verbunden des Risiko- und Schutzzielbegriffes zu überwinden. Wie bestimmte Arten von Schutzgütern, z.B. gesellschaftliche Strukturen, Naturwerte oder die Lebensqualität dargestellt und bewertet werden können, bleibt unbeantwortet. Ein umfassender Schadensbegriff konnte nicht hergeleitet werden und erfordert weitere umfassende Forschungsarbeiten.

Der in dieser Arbeit entwickelte Vorschlag für ein schutzzielbasiertes Managementkonzept überbrückt diese Lücke einerseits durch eine Reduktion auf die Risikoindikatoren Todesfälle und Sachschäden (Kapitel 4.2.2.2). Andererseits wird die Problematik des Schadensbegriffs umgangen, indem risikoexponierte Objekte typisierend mittels eines Indexes bewertet wurden (Kapitel 4.2.3.2).

6.2 Festlegung tolerierbarer Risiken

6.2.1 Problemstellung

Ein standardisiertes Verfahren zur Festlegung tolerierbarer Risiken existiert nicht. Die im Management von Naturrisiken gebräuchlichen Schutzziele wurden pragmatisch und ohne erkennbaren Bezug zu wissenschaftlichen Grundlagen entwickelt. Unklar ist auch die Abstützung dieser Schutzziele in Rechtsordnung, Rechtsprechung und Rechtslehre.

Zudem fehlt eine demokratische Legitimation der Schutzziele, da diese meist ausschliesslich durch Experten festgelegt und in der Rechtsordnung auf einer sehr tiefen strukturellen Ebene von Richtlinien, Empfehlungen oder Weisungen umschrieben sind.

6.2.2 Forschungsfragen

Im Rahmen der Arbeit galt es daher abzuklären, welche Prinzipien für die Festlegung von Schutzziele in welchem Mass leitend sein können.

Im Weiteren wurde geprüft, inwieweit die Rechtsordnung und die bestehenden Schutzziele der Praxis diese Prinzipien enthalten.

6.2.3 Erkenntnisse

Schutzziele sind einerseits eine Festlegung der Höhe des tolerierbaren Risikos für eine Gesellschaft, andererseits eine Festlegung der Risikoverteilung in dieser Gesellschaft. Besonders der Aspekt der Risikoverteilung verbindet die Schutzzielfrage mit Prinzipien der Gerechtigkeitstheorie und (Umwelt-) Ethik.

Verschiedene Kulturen, politische Systeme und Epochen entwickelten unterschiedliche Sichtweisen von Gerechtigkeit. Diese Sichtweisen basieren auf einem oder mehreren der folgenden fünf Prinzipien:

- **Bedürfnis:** gerecht ist eine Lösung, die die Bedürfnisse für alle Individuen möglichst gleichwertig abdeckt;
- **Einfluss:** gerecht ist eine Lösung, die die Bedürfnisse einzelner Individuen nach Massgabe des Verhaltens abdeckt, mit dem diese selber zur Entstehung und Abdeckung eines Bedürfnisses beigetragen haben;
- **Kontext:** gerecht ist eine Lösung, die bei der Abdeckung der Bedürfnisse der besonderen Situation eines Individuums am besten Rechnung trägt;
- **Effizienz:** gerecht ist eine Lösung, die mit einem bestimmten Mitteleinsatz zu einer maximalen Abdeckung der Summe aller individuellen Bedürfnisse führt;
- **Retinität:** gerecht ist eine Lösung, die den Bedürfnissen der Umwelt und der Gesellschaft am besten entspricht.

Die jeweiligen gesellschaftlichen und politischen Wertmassstäbe entscheiden, welche dieser Prinzipien in welchem Mass berücksichtigt werden.

Die Prinzipien lassen sich übertragen auf Fragen der Verteilung von Restrisiken oder der Verteilung von Mitteln zur Risikominderung. Sie stellen damit eine geeignete Grundlage zur Formulierung von Schutzziele dar.

Aus den erwähnten Prinzipien ergeben sich unterschiedliche Zielsetzungen. Dies kann zu Zielkonflikten führen. Dies gilt besonders für die Prinzipien Bedürfnis und Effizienz. Die Praxis des Risikomanagements kennt sowohl Schutzziele, bei denen das Bedürfnisprinzip im Vordergrund steht als auch solche, die sich nach dem Effizienzprinzip orientieren. Dem Bestreben, die Risiken für alle auf ein gleiches tolerierbares Mass zu reduzieren (Bedürfnis-

prinzip) kann das Bestreben nach einem, für die gesamte Gesellschaft optimalen Einsatz beschränkter Mittel (Effizienzprinzip) entgegenstehen.

Das sogenannte ‚Dreistufenkonzept‘ im Umwelt- und Störfallrecht stellt einen materiellen Beitrag des Rechts zur Festlegung von Schutzziele und zur Lösung dieses Zielkonfliktes dar. Die Lehre zum technischen Sicherheitsrecht hat daraus einen ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ abgeleitet, nach welchem erstens untolerierbare individuelle Risiken (meist als Grenzwerte definiert) zu beseitigen und zweitens weitere Risikoreduktionsmassnahmen nach Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit oder der Verhältnismässigkeit zu ergreifen sind. Dem Schutz individueller Sicherheitsbedürfnisse wird dabei Vorrang gegeben.

6.2.4 Würdigung

Eine wesentliche Erkenntnis dieser Arbeit ist die Umschreibung handlungsleitender Prinzipien der Gerechtigkeitstheorie und Ethik als Grundlage für Schutzziele.

Die Herleitung der Schutzzielprinzipien sowie der Kriterien zu deren Bewertung erlaubt kein exakt naturwissenschaftliches Vorgehen im Sinne einer beweisbaren Theorie. Das entwickelte Gedankenmodell ergibt sich aus einer breit abgestützten und anhand eigener Erfahrungen gewichteten Auswertung von Literaturangaben, Praktiken und Grundsätzen. Eine solche Auswertung bleibt immer unvollständig. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Einzelfall wichtige Aspekte ergänzt werden müssen.

Die handlungsleitenden Prinzipien schaffen die Grundlage für eine strukturierte und nachvollziehbare Festlegung von Schutzziele. Diese Grundlage erlaubt es, Schutzziele vor dem Hintergrund gerechtigkeitstheoretischer und ethischer Grundsätze sowie der jeweiligen Rechtsordnung in einem beliebigen gesellschaftlichen Kontext zu formulieren.

6.3 Managementkonzept

6.3.1 Problemstellung

Es fehlt besonders auf regionaler Ebene ein konsistentes und umfassendes Managementkonzept für Naturrisiken:

- Das verbreitetste Konzept, die Schutzzielmatrix, ist zwar regional einsetzbar, berücksichtigt aber Effizienzaspekte bei der Risikominderung kaum.
- Ebenso bleiben bei der Verwendung von Grenzwerten des tolerierbaren Risikos (z.B. tolerierbare individuelle Todesfallrisiken) Effizienzaspekte unberücksichtigt.
- Das vereinzelt verwendete Konzept der Grenzkosten als Schutzziele berücksichtigt die Effizienz von Risikoverminderungsmassnahmen, ist aber infolge sehr hoher Anforderungen an verfügbare Daten kaum regional einsetzbar.

Das Management von Naturrisiken sowie die Festlegung und Anwendung von Schutzziele sind stark beeinflusst von der Art der Entscheidungsprozesse und den Organisationsstrukturen. Entscheidungsprozesse und Organisation im Management von Naturrisiken sind stark durch Verwaltung und Experten geprägt.

Das öffentliche Management natürlicher Risiken ist auf mehrere Rechtsgrundlagen und Verwaltungseinheiten aufgesplittet. Dies führt zu einem sektoriellen Vollzug mit aufwändiger oder fehlender Koordination. Strategische und operative Aufgaben werden auf den verschiedenen Ebenen des Gemeinwesens vermischt. Die heute bestehende organisatorische Lösung widerspricht dem Grundsatz, wonach dem Bund und den Kantonen strategische, den Gemeinden und Risikobetroffenen operationale Aufgaben zufallen.

Die Steuerung des Risikomanagements erfolgt in vielen Bereichen durch input-orientierte Förderung der öffentlichen Hand. Damit werden Anreize für ökonomisch nicht optimale Massnahmen gesetzt. Demokratische Entscheidungsverfahren stossen an Grenzen, da Sicherheit oft den Charakter eines öffentlichen Gutes aufweist, was zu strategischem Verhalten verleitet.

6.3.2 Forschungsfragen

Bei der Entwicklung eines Konzepts zum Management von Naturrisiken stellte sich die Frage, wie alle handlungsleitenden Prinzipien berücksichtigt und Zielkonflikte zwischen den Prinzipien allgemeingültig und einheitlich gelöst werden können.

Ferner war eine Ausgestaltung des Konzepts zu prüfen, die sowohl die Belangen des regionalen Risikomanagements als auch der Planung von Einzelprojekten abdeckt.

Schliesslich soll das Konzept Verfahren zulassen, welche die Qualität der Entscheidungsfindung verbessern und die Rolle der Betroffenen im Risikomanagement stärken.

6.3.3 Erkenntnisse

6.3.3.1 Zwei Ebenen, zwei Regeln und fünf Schutzzielprinzipien

Der aus der Lehre zum technischen Sicherheitsrecht bekannte ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ eignet sich als Grundgerüst für ein Konzept zum Management von Naturrisiken. Im Zielkonflikt zwischen individuellen Sicherheitsbedürfnissen und gesamtgesellschaftlicher Effizienz erhalten individuelle Sicherheitsbedürfnisse den Vorrang.

Das Konzept differenziert zwischen regionaler Ebene und Ebene Einzelprojekt. Auf regionaler Ebene können die aus der Gerechtigkeitstheorie übernommenen fünf Prinzipien zur Festlegung tolerierbarer Risiken als Schutzzielprinzipien operationalisiert werden, indem sie mit verletzbaren Objekten einerseits (Objekt-Index, Kapitel 4.2.3.2) und mit Risikoverminderungsmassnahmen andererseits (Massnahmen-Index, Kapitel 4.2.3.3) in Verbindung gebracht werden.

Der Objekt-Index erlaubt eine systematische Bewertung der Risiko-Objekte und drückt deren Schutzbedürftigkeit aus. Der Massnahmen-Index umschreibt Effizienz und Verträglichkeit von Risikoverminderungsmassnahmen. Mit diesen beiden Indices und der Gefährdung lassen sich Prioritäten auf regionaler Ebene festlegen.

Auf Ebene Einzelprojekt werden die klassischen Schutzzielkonzepte wie Grenzwerte des Risikos oder Grenzkosten für risikovermindernde Massnahmen übernommen. Diese Konzepte werden auf Ebene Einzelprojekt als geeignet erachtet.

Ein Ansatz zur vereinfachten Abschätzung des Handlungsbedarfs ermöglicht aufgrund der Schadenpotenzialkarte, der Gefahrenkarte und der Charakterisierung der Gefahrenquellen eine semiquantitative Abschätzung der Notwendigkeit und Dringlichkeit von Risikoverminderungsmassnahmen.

6.3.3.2 Bestehende Schutzzielkonzepte

Bestehende Schutzzielkonzepte berücksichtigen in der heutigen Form nicht alle Schutzzielprinzipien. Ausserdem ist ihre Anwendbarkeit auf regionaler Ebene teilweise begrenzt.

Die Einführung des Objekt-Indexes ermöglicht es, das verbreitetste Schutzzielkonzept, nämlich jenes der Schutzzielmatrix zu modifizieren. Die Risikoobjekte können aufgrund der Schutzzielprinzipien Bedürfnis, Einfluss und Kontext bewertet und anhand dieser Bewertung den Objektkategorien der Schutzzielmatrix neu zugeordnet werden.

Berechnungen im Rahmen der Arbeit zeigen, dass tolerierbare individuelle Todesfallrisiken, die sich bei Anwendung der klassischen Schutzzielmatrix (BUWAL/OW) ergeben, in vielen Fällen mit den Literaturangaben über tolerierbare individuelle Todesfall- und Sachrisiken gut übereinstimmen (Kapitel 2.6.1.3).

6.3.3.3 Organisation und Entscheidungsfindung im Risikomanagement

Die gesellschaftliche Entscheidungsfindung wird in zwei Ebenen, nämlich jene des gesellschaftlichen Grundkonsenses und jene des laufenden gesellschaftlichen Prozesses gegliedert. Es können vier verschiedene Entscheidungsverfahren unterschieden werden:

- Markt und Preismechanismus;
- Demokratie;
- wirtschaftliche Interessengruppen;
- Bürokratie und Verwaltung.

Diese Verfahren eignen sich für das Management von Naturrisiken in unterschiedlichem Mass. Das Management von Naturrisiken ist in erheblichem Mass von bürokratischen, teilweise auch von demokratischen Entscheidungsverfahren geprägt.

Von zunehmender Bedeutung im Management natürlicher Risiken ist der ausdrückliche Einbezug der Bedürfnisse der Betroffenen. Dazu bestehen weit entwickelte Methoden der partizipativen Planung, die im Rahmen der Forschungsarbeit übernommen wurden. Die Lösungsfindung und die Berücksichtigung relevanter gesellschaftlicher Interessen bleiben auch mit der Anwendung dieser Prozeduren anspruchsvoll.

Ein Konsens über eine Lösung ist umso einfacher zu finden, je grösser die Ungewissheit der Beteiligten über ihre persönliche künftige Betroffenheit durch diese Lösung ist. Die Methoden der partizipativen Planung ermöglichen einerseits eine strukturierte Diskussion zur Lösungsfindung. Andererseits führen sie zu verbessertem Informationsstand und damit zu einer Verminderung der Ungewissheit jedes Beteiligten über die persönliche Betroffenheit durch eine Lösung. Nachteile für einzelne Betroffene werden mit besserem Informationsstand offensichtlicher erkennbar. Dies wiederum erschwert die Lösungsfindung. Einzelne Betroffene lassen sich kaum von moralischen Erwägungen leiten, eine Lösung zu akzeptieren, die ihren individuellen Interessen entgegensteht. Sie werden einer Lösung nicht zustimmen, sobald sie persönliche Nachteile erkennen. Lösungen können nur noch gefunden werden, wenn auch Vorteile und Kompensationen für Nachteile dargestellt werden können.

6.3.3.4 Fallbeispiele

Fallbeispiele wurden zum schutzzielbasierten Risikomanagement-Konzept (Fallbeispiel 1), zu einem Verfahren zur vereinfachten Abschätzung des Handlungsbedarfs (Fallbeispiel 2), zu modifizierten Schutzzielmatrizen (Fallbeispiel 3) und zur partizipativen Entscheidungsfindung (Fallbeispiel 4) untersucht.

In Fallbeispiel 1 wurden die einzuhaltenden Grenzwerte für das tolerierbare individuelle Risiko (sog. minimale Sicherheitsstandards) nach Regel 1 bewusst sehr hoch angesetzt. Diese hohen Grenzwerte sollen dazu führen, dass möglichst viele Massnahmen nach Regel 2 priorisiert werden, bei welcher alle Schutzzielprinzipien umfassend berücksichtigt werden. Trotz hoher Grenzwerte überraschte das Ergebnis, dass sich der Handlungsbedarf im Fallbeispiel vor allem aus Regel 1 ergab.

Als besonders anspruchsvoll erwies sich die Bewertung von Risikoobjekten. Hierfür muss zweckmässigerweise auf das Wissen von Betroffenen (Laien) zurückgegriffen werden, da vor allem gesellschaftliche Umstände und Bedürfnisse zum Ausdruck gelangen sollen. Die Bewertung von Risikoverminderungsmassnahmen und die Feststellung der örtlichen Gefährdung erfordert demgegenüber vor allem Expertenwissen.

Das Verfahren in Fallbeispiel 2 umfasst eine semiquantitative Herleitung von Handlungsbedarf und Prioritäten nach den Grundsätzen von Regel 2 des Risikomanagement-Konzepts. Dabei ergaben sich plausible Ergebnisse.

Die in Fallbeispiel 3 untersuchten Variationen der Schutzzielmatrix führten zu geringfügigen Unterschieden zwischen den verschiedenen Versionen. Die Abschätzung des Handlungsbedarfs und der Prioritäten fiel bei allen Varianten der Schutzzielmatrix ähnlich aus.

Fallbeispiel 4 als Darstellung eines realen Entscheidungsprozesses in einem Hochwasserschutzprojekt zeigte die Grenzen der Partizipation im laufenden gesellschaftlichen Prozess auf. Sicherheit als öffentliches Gut und die fehlende Äquivalenz zwischen Nutzniesser und Kostenträger eines Projekts begünstigen strategisches Verhalten und volkswirtschaftlich ineffiziente Entscheide. Sehr bedeutend ist der kommunikative Nutzen des partizipativen Planungsprozesses. Der Einbezug der Betroffenen erhöht die Akzeptanz eines Entscheides deutlich.

6.3.4 Würdigung

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte schutzzielbasierte Konzept darf als Beitrag zur Weiterentwicklung des Managements von Naturrisiken betrachtet werden. Die Verbindung des ‚Zwei-Regel-Ansatzes‘ mit den fünf Schutzzielprinzipien zu einem auf den Ebenen Region und Einzelprojekt anwendbaren Konzept stellt eine Innovation dar, die ihre Tauglichkeit grundsätzlich bewiesen hat. Insbesondere ermöglicht das Schutzzielkonzept auf regionaler Ebene die transparente und umfassende Berücksichtigung aller Schutzzielprinzipien.

Aus der Anwendung des Konzepts ergibt sich keine abschliessende Vorgabe für die Mittelbereitstellung (Allokation) im Management von Naturrisiken. Direkten Einfluss auf die Allokation für die Verminderung von Risiken hat nur Regel 1. Regel 2 ist dagegen auf die optimale Distribution vorhandener Mittel ausgerichtet. Eine absolute Grenze, bis zu welchem Mass Risiken vermindert werden sollen, ergibt sich nach Regel 2 nicht. Die bei der Anwendung von Regel 2 informierte und strukturierte Diskussion über Prioritäten kann aber durchaus auch Auswirkungen auf die Mittelallokation haben.

Noch unbefriedigend ist der Umstand, dass die Herleitung der individuellen Schutzbedürfnisse nach Regel 1 allein auf Todesfall- und Sachrisiken beruht, da Indikatoren, Metriken und Verfahren zur Festlegung weiterer Risiken fehlen.

Ferner ist die Validierung des Konzeptes noch ungenügend. Die im Rahmen des Fallbeispiels vorgenommene Bewertung der Objekt- und Massnahmenindices erfolgte durch Erfahrungswerte und den Beizug weniger Experten. Eine Validierung durch weitere Fallbeispiele und eine breit abgestützte Bewertung unter Laien und Experten fehlen.

Die als Alternative vorgeschlagene Methode zur vereinfachten Abschätzung des Handlungsbedarfs ist vor allem zur regionalen Abschätzung der Notwendigkeit und der Priorität von Risikoverminderungsmassnahmen viel versprechend.

Aus den Untersuchungen zur Variation der Schutzzielmatrix ergaben sich wenig neue Erkenntnisse. Von Interesse und erstmalig ist die Feststellung, dass eine rechnerische Überprüfung der Schutzziele nach Schutzzielmatrix zu Werten für das tolerierbare individuelle Todesfallrisiko führt, welche mit den Angaben in der Literatur gut übereinstimmen.

Die Ausführungen im Rahmen dieser Arbeit berühren nur einige, aufgrund des eigenen Erfahrungswissens relevant erscheinende Aspekte der Organisation und der Verfahren im Management von Naturrisiken. Eine vertiefte Einbettung in ökonomische und gesellschaftspolitische Theorien konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erfolgen. Die Ausführungen zur partizipativen Planung beschränken sich auf die leicht angepasste Anwendung eines für Hochwasserschutzprojekte entwickelten Verfahrens.

6.4 Offene Fragen und weitere Arbeiten

6.4.1 Schäden

Bedeutende offene Fragen stellen sich nach wie vor bei der Erfassung der Schäden.

Trotz verschiedenen Untersuchungen in den letzten Jahren bestehen Wissenslücken sogar bei elementaren und vermeintlich einfachen Fragen. Zu erwartende Schäden und die Verletzlichkeit in Abhängigkeit von den Eigenschaften eines Risiko-Objekts oder von Art und Intensität der Gefahrenprozesse sind ungenügend bekannt. Diese Wissenslücken sind dringend zu schliessen, um die Risikobeurteilung aber auch die Beurteilung der Wirksamkeit von Massnahmen zu verbessern.

Unklarheiten bestehen auch bezüglich der korrekten Bewertung von Personenschäden. Die Verwendung der Grenzkosten als Mass für die kardinale Darstellung von Personenrisiken wird von einem Teil der Lehre kritisiert.

Zur Erfassung verschiedener Arten von Schäden bestehen keine oder nur ungenügende methodische Ansätze. Dies betrifft insbesondere die Umweltschäden, aber auch Schäden an gesellschaftlichen Institutionen und Beeinträchtigungen der Lebensqualität.

Erst die Klärung dieser Fragen wird es ermöglichen, verschiedene Arten von Schäden und Risiken vergleichend darzustellen und umfassende quantitative Schutzziele zu formulieren.

Damit lassen sich folgende Schwerpunkte einer künftigen Forschung umschreiben:

1. Verbesserung der Datenlage zur Verletzlichkeit (Vulnerabilität) von Risiko-Objekten in Abhängigkeit von
 - Art und Eigenschaften des Objekts;
 - Art und Intensität der massgeblichen Gefahrenprozesse.
2. Klärung der Monetarisierung von Todesfallrisiken (Grenzkostenansatz? Humankapitalansatz? Andere Ansätze?);
3. Entwicklung von Methoden zur reproduzierbaren und geldwerten Erfassung von Umweltschäden, Schäden an gesellschaftlichen Strukturen und Beeinträchtigungen der Lebensqualität.

6.4.2 Wirksamkeit von Massnahmen

Ungenügend bekannt ist die Wirksamkeit von Massnahmen. Vor allem zur langfristigen Wirksamkeit und Erhaltungsstrategie von technischen und biologischen Präventionsmassnahmen sowie von Vorsorge- und Interventionsmassnahmen fehlt das für ein umfassendes Risikomanagement erforderliche Wissen. Ebenso fehlen Kenntnisse zur Wirksamkeit der zunehmend als wichtig erachteten kommunikativen Risikomanagement-Massnahmen wie etwa Information der Risikobetroffenen oder Risikodialog.

Daraus ergibt sich folgender Forschungsbedarf:

4. Entwicklung von Methoden und Verbesserung der Datenlage zur Erfassung der Wirksamkeit von Risikomanagement-Massnahmen, insbesondere
 - biologische Präventionsmassnahmen;
 - Vorsorge- und Interventionsmassnahmen;
 - kommunikative Massnahmen;
 - Kombinationen von Massnahmen.

6.4.3 Schutzziel-Prinzipien und Risikomanagement-Konzept

Die in Kapitel 6.3.4 dargelegten Lücken des Konzepts müssen durch eine breit abgestützte Validierung der Bewertung und eine Sensitivitätsanalyse geschlossen werden. Ferner wür-

den Erkenntnisse aus den in Kapitel 6.4.1 aufgezeigten Forschungsschwerpunkten (vor allem Nr. 3) wesentlich zur Verbesserung des Modells beitragen.

Eine weitere Auseinandersetzung von Forschung und Praxis mit dem im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Konzept muss zeigen,

- ob damit die Schutzziel- und Risikomanagement-Prinzipien umfassend dargestellt sind;
- ob die vorgeschlagene Verknüpfung mit Objektkategorien und Massnahmen zutreffend erfolgte;
- ob die Kriterien zur Berücksichtigung und Operationalisierung der Prinzipien umfassend und richtig gewählt wurden.

Von Interesse ist auch, ob und wie weit sich bei der Bewertung der Risikoobjekte und Massnahmen, die in dieser Arbeit zur Operationalisierung der Schutzzielprinzipien vorgeschlagen wurde, ein Konsens finden lässt.

Zur Klärung dieser Fragen werden folgende Forschungsarbeiten empfohlen:

5. Überprüfung und Ergänzung der im Rahmen dieser Arbeit hergeleiteten Schutzzielprinzipien und Bewertungskriterien;
6. Breit abgestützte Erhebungen zur Bewertung der Schutzzielprinzipien (allgemeingültige Objekt- und Massnahmen-Indices);
7. Anwendung des Konzepts in weiteren Fallbeispielen mit veränderten (insbesondere höheren) Grenzwerten für tolerierbare Risiken nach Regel 1.

6.4.4 Risikomanagement-Strategien in konkreten Gefahrensituationen

Die praktische Erfahrung zeigt, dass die Auslösung und der Umfang von Risikomanagement-Massnahmen in erheblichem Mass ereignisgesteuert sind, ein Umstand der sich auch im Recht widerspiegelt. Es sind daher Strategien zu entwickeln, um die – auch vom Recht gestützten – höheren Sicherheitsanforderungen in konkret erkennbaren Gefahrensituationen, Notlagen und nach Ereignissen („Rule of Rescue“) mit den allgemein gültigen Schutzzielen abzugleichen.

Für die künftige Forschung ergibt sich daraus folgendes Thema:

8. Entwicklung von Strategien, die zum Angleichen der Handlungsbereitschaft nach Ereignissen oder in Notlagen mit den allgemein üblichen Schutzzielen führen.

6.4.5 Organisation

Zur Verbesserung des Risikomanagements erscheint eine grundlegende Überprüfung der institutionellen Strukturen angezeigt. In weiterführender Forschung ist eine optimale Koordination, evt. gar Zusammenlegung der Strukturen und Ressourcen im Management natürlicher Risiken zu prüfen.

Es sind Strategien und Regeln zu entwickeln zum Umgang mit Phänomenen wie ‚Trittbrettfahrertum‘ oder ‚Tragik der Allmende‘, die mit dem Charakter der Sicherheit als öffentliches Gut verbundenen sind. Hierbei sind auch die Erkenntnisse ökonomischer Theorien, z.B. der Property Rights-Theorie heranzuziehen.

Soweit das Gemeinwesen eine strategische Rolle als Förderer von Risikomanagement-Massnahmen einnimmt, ist die Strategie einer strikt outputorientierten Förderung (nach Massgabe des Projektnutzens) zu prüfen, um effiziente Lösungen zu erreichen. Gegen eine konsequent outputorientierte Steuerung sprechen allerdings die bereits erörterten Wissenslücken hinsichtlich Wirksamkeit von Risikoverminderungsmassnahmen (Kapitel 6.4.2, Forschungsschwerpunkt Nr. 4).

Es ergeben sich folgende zusätzlichen Schwerpunkte für die künftige Forschung:

9. Entwicklung eines konsequent output-orientierten öffentlichen Fördersystems;
10. Entwicklung von marktwirtschaftlichen Methoden und Instrumenten zur verbesserten Internalisierung von Risikokosten;
11. Entwicklung institutioneller Grundlagen für ein vollständig koordiniertes, ergebnisorientiertes Risikomanagement und ein Entwurf der erforderlichen Rechtsgrundlagen.

6.5 Schlussbemerkung

Schutzziele sind eines der drei Hauptelemente des Risikokonzepts. Sie wurden im Management von Naturrisiken bisher pragmatisch und ohne ausdrücklichen Bezug auf wissenschaftliche und gesellschaftliche Grundlagen festgelegt. Die vorliegende Arbeit zeigt eine Basis zum besseren Verständnis dieser Festlegung auf. Konzeptionelle Vorschläge sollen es erlauben, diese Grundlagen bei der Festlegung künftiger Schutzziele besser zur Geltung zu bringen.

Wie jede Arbeit bringt die vorliegende Untersuchung Erkenntnisse, lässt aber auch Lücken offen. Sie wird den in Kapitel 1.5 formulierten Ansprüchen und Hypothesen in unterschiedlichem Masse gerecht.

Der in Hypothese 1 geforderte umfassende Schadensbegriff konnte aufgrund verschiedener methodischer Schwierigkeiten bei der Bewertung von Schäden und Risiken nicht formuliert werden.

Die Zielsetzung von Hypothese 2 kann die Arbeit weitgehend abdecken. In der Rechtslehre konnte mit dem ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ ein überzeugendes Grundgerüst zur Festlegung von Schutzziele im regionalen Risikomanagement und bei Einzelprojekten gefunden werden. Die individuellen und gesellschaftlichen Anforderungen an Schutzziele lassen sich durch fünf handlungsleitende Prinzipien aus der Gerechtigkeitstheorie und Ethik breit abgestützt umschreiben.

Ebenfalls ist es gelungen, ein risikobasiertes Managementkonzept zu entwickeln, welches den verschiedenen Ansprüchen von Hypothese 3 gerecht wird.

Für das in der Praxis am meisten verbreitete Konzept der Schutzzielmatrix konnten Anpassungen zur verbesserten Anwendung im Management von Naturrisiken auf regionaler Ebene und in Einzelprojekten vorgeschlagen werden (Hypothese 4).

Offen geblieben sind nebst methodischen Fragen zur Darstellung von Schäden und Risiken vor allem institutionelle Fragen zur Verbesserung des Risikomanagements.

Das Management von Naturrisiken hat sich im vergangenen Jahrzehnt bedeutend entwickelt. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass diese Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen ist.

Dank

Ich bedanke mich bei meiner Frau Luzia und meinen Kindern Karin und José, dass sie mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht und dabei auf sehr vieles verzichtet haben.

Prof. Dr. H.R. Heinemann hat mit seinen zahlreichen wertvollen Gedanken und Hinweisen die Entwicklung der Arbeit geprägt. Ich bin ihm dafür zu grossem Dank verpflichtet, ebenso danke ich den Korreferenten Prof. Dr. H.J. Seiler und Dr. Kurt Hollenstein für ihre Beiträge und die geduldige Durchsicht der Textentwürfe.

Bedanken darf ich mich beim Bundesamt für Umwelt, besonders bei Vizedirektor Andreas Götz, für die wohlwollende Unterstützung der Arbeit und bei Dr. Peter Greminger für viele gedankliche Anregungen.

Ein spezieller Dank gehört dipl. geogr. Thomas Wüthrich für die Durchführung der GIS-Analysen im Rahmen der Fallbeispiele. Ihm und dipl. Forstingenieur Josef Berwert danke ich auch für die Mitarbeit bei der Bewertung der Objekt- und Massnahmen-Indices.

Cand. Umweltingenieur Maria Stettler hat mich bei der Durchsicht und Gestaltung des Manuskriptes mit viel Sorgfalt unterstützt. Ich danke Maria Stettler sehr für ihr grosses Engagement. Auch dipl. Bauingenieur/dipl. Umwelt-Ingenieur Viktor Schmidiger, dipl. Forstingenieur Roland Christen, dipl. Forstingenieur Josef Berwert und dipl. Forstingenieur Jürg Stückelberger danke ich für ihre Lektoratsarbeit und ihre Korrekturvorschläge.

Danken möchte ich auch meinem Arbeitgeber, dem Kanton Obwalden und meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vom Bau- und Raumentwicklungsdepartement Obwalden sowie dem Forstdienst Lungern, dass sie mir durch ihren Einsatz gute Rahmenbedingungen geschaffen haben, diese Arbeit berufsbegleitend durchzuführen.

Verzeichnisse

V1. Literatur

- Abrahamsen, E.B., Aven T. (2008). On the consistency of risk acceptance criteria with normative theories for decision-making. *Reliability Engineering and System Safety*, doi:10.1016/j.ress.2008.03.021
- Ale, B. J. M. (1991). Risk Analysis and Risk Policy in the Netherlands and the Eec. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 4(1): 58-64.
- Allen, D. E. (1991). Criteria for design safety factors and quality assurance expenditure. *Structural Safety and Reliability*. Moan T. & Shinozuka M. Amsterdam, Elsevier: 667-678.
- ARE (2002). Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998. B. f. Raumentwicklung. Bern. 2006. on www: <http://www.are.admin.ch/imperia/md/content/are/gesamtverkehr/verkehrskonomie/4.pdf?PHPSESSID=8690efc32ba918d9b6b3430fa442c51a> (Zugriff 10. Juli 2006).
- BAFU (2007a). Programmvereinbarungen Schutzbauten und Gefahrengrundlagen. Erläuternder Bericht. Bern, BAFU, Gefahrenprävention: 46 S.
- BAFU (2007b). EconoMe 1.0 Online Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren. Bern, Bundesamt für Umwelt, Gefahrenprävention. 2007 on www: <http://www.grsxnet.ch/EconoMe/index.php> (Zugriff 9. Juni 2007).
- BAFU (2007c). Erläuterungen zum Programmblatt Schutzwald. Erläuternder Bericht. Bern, BAFU, Gefahrenprävention: 31 S.
- BAFU (2007d). RiskPlan2 - Pragmatisches Risikomanagement. Bern, BAFU, BABS. 2007 on www: <http://www.grsxnet.ch/riskplan2> (Zugriff 24. Nov. 2007).
- Ball David J., F. P. J. (1999). *Societal Risk*. London: 96 S.
- Basler & Hofmann, G. (2008). Schutzziele, Einzelprojekt B 2.2 Schlussbericht. Aktionsplan Strategie Naturgefahren Schweiz 2006 - 2008. PLANAT. Zürich und Zollikofen, PLANAT: 70 S.
- Bell, R., Glade, T. & Danscheid, M. (2006). Challenges in defining acceptable risk levels. *Risk 21 - Coping with Risks due to natural hazards in the 21st century*. CENAT. London, Taylor & Francis/Balkema. 1: 77-87.
- Berg, M. et al. (1994). Was ist ein Schaden? Zur normativen Dimension des Schadensbegriffes in der Risikowissenschaft. Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Beroggi, G., 1994: Der Schadensbegriff aus Sicht des Sicherheitsingenieurs. Was ist ein Schaden? Zur normativen Dimension des Schadensbegriffes in der Risikowissenschaft. Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich: 35-55.
- Betreibungs- und Konkursämter (2001). Richtlinien für die Berechnung des betriebsrechtlichen Existenzminimums (Notbedarf) nach Gesetz Art. 93 SchKG. 231.191: 6 S.
- BFF (1984). Bundesamt für Forstwesen, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. EDMZ 310.020 d.
- Bienz, A. F., Niederhäuser, F.R. (2000). Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen in Armee und Militärverwaltung. Bern, Stämpfli Verlag AG, Bern.
- Blong, R. (2003). A new Damage Index. *Natural Hazards* 30(1): 1-23.

- Bohnenblust H., Schneider Th. (1984). Risk appraisal - can it be improved by formal decision models? Uncertainty in risk assessment, risk management and decision making. et al. V.T. Covello. New York/London, Plenum Press: 71-87.
- Bohnenblust H., Troxler C. (1987). Risk Analysis - Is it a useful tool for the politician in making decisions on avalanche safety? Davos Symposium: Avalanche formation, movement and effects, Davos, International association of hydrological sciences (IAHS).
- Bohnenblust, H., Slovic, P. (1998). Integrating technical analysis and public values in risk-based decision making. Reliability Engineering & System Safety 59: 151-159.
- Borner, P. (1999). Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Methode/Fallbeispiele und Daten. Umweltmaterialien Naturgefahren Nr. 107/I und II. BUWAL. Bern.
- Bründl M., Bischof, N., Romang H. (2006). Leitfaden Risikokzept. Umsetzung der Strategie Naturgefahren Schweiz, Einzelprojekt A 1.1. PLANAT. Nationale Plattform Naturgefahren. Bern: 108 S
- Bründl M., Hegg C. (2001). Die Naturereignisse der letzten Jahre im Überblick. Forum. WSL/SLF. Birmensdorf/Davos, WSL/SLF. on www: <http://www.slf.ch/pdf/forum2001-bruendl-hegg.pdf> (Zugriff 10. Juli 2006).
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2003). KATARISK - Katastrophen und Notlagen in der Schweiz, eine Risikobeurteilung aus Sicht des Bevölkerungsschutzes. BABS. Bern, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Konzeption und Koordination, Monbijoustrasse 51A, CH-3003 Bern: 83 S.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz (2003a). KATARISK - Katastrophen und Notlagen in der Schweiz, eine Risikobeurteilung aus Sicht des Bevölkerungsschutzes. Erläuterung der Methode. BABS. Bern, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Konzeption und Koordination, Monbijoustrasse 51A, CH-3003 Bern: 49 S.
- Bundesamt für Statistik (2007). Taschenstatistik der Schweiz 2007. BFS. Bern: 36 S.
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (1995). Anforderungen an den Hochwasserschutz.
- Bütler, M. (2006). Gletscher im Blickfeld des Rechts. Rechtswissenschaftliche Fakultät der Universität Zürich, Zürich: 535 S.
- BUWAL (1990). Handbuch Umweltverträglichkeitsprüfung UVP. Richtlinien. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern. 2007. on www: <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpMYn6Tg.pdf> (Zugriff 1. März 2007).
- BUWAL (1991). Handbuch I zur Störfallverordnung, StFV. Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen: 74 S.
- BUWAL (1996). Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV - Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen: 13 S.
- BUWAL (1999). StorMe (Ereigniskataster). BUWAL. Bern. 2008, on www: <http://www.bafu.admin.ch/naturgefahren/01922/01926/01927/index.html?lang=de> (Zugriff 25. April 2008).
- BUWAL (2001). Beurteilungskriterien II zur Störfallverordnung StFV - Richtlinien für Verkehrswege: 11 S.
- BUWAL (Hrsg.) (2001). Lothar. Der Orkan 1999. Ereignisanalyse. Birmensdorf, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. 400 S.
- BUWAL, Eidg. Forstdirektion (1994). Schutzbauten und -anlagen (431.1), Begründung und Pflege von Wald mit besonderer, Schutzfunktion (431.2). KREISSCHREIBEN. Nr. 20: 4 S.

- BUWAL, Eidg. Forstdirektion (1994a). Anleitungsentwurf zur Durchführung einer Risikoanalyse. KREISSCHREIBEN. Nr. 20: 7 S.
- BWG (2005). Bericht über die Hochwasserereignisse 2005. Biel, Bundesamt für Wasser und Geologie. On www: <http://www.uvek.admin.ch/themen/umwelt/00640/00815/index.html?lang=de> (Zugriff 11. Juli 2006).
- BWG (2006), <http://www.bwg.admin.ch/service/download/d/schapo/schapoah.pdf> und <http://www.bwg.admin.ch/service/download/d/schapo/schapo.xlt> on www (Zugriff 8. Sept. 2006).
- BWG, Bundesamt für Wasser und Geologie (2001). Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitungen des BWG. EDMZ: 72 S.
- BWW (1995). Bundesamt für Wasserwirtschaft, Anforderungen an den Hochwasserschutz. Bern. 4 S.
- BWW, BRP, BUWAL (1997). Empfehlungen zur Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
- BWW, BRP, BUWAL (1997). Empfehlungen zur Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten.
- Cassidy, K. (1996). Approaches to the risk assessment and control of major industrial chemical and related hazards in the United Kingdom. *International Journal of Environment and Pollution* 6(4-6): 361-387.
- CEB, Comité Euro-International du béton (1976). International System of Unified Standard - Codes of Practice for Structures. Bulletin d'information 116 E Vol. I: Common unified rules for different types of construction and material (3rd Draft, Master Copy).
- CIRIA (1977). Rationalisation of Safety and Serviceability factors in Structural Codes. Report No. 63. Construction Industry Research and Information Association. London.
- Dini, J. W. (1998). Cost-effectiveness of life-saving interventions. *Plating and Surface Finishing* 85(9): 72-73.
- Duden - Das große Wörterbuch der deutschen Sprache in 10 Bänden. Aktualisierte Online-Ausgabe. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag 1999-2004. on: [www: http://www.xipolis.net/1bd26d6f15c420575bf14ace444b3d486/suche/artikel.php?shortname=felix&artikel_id=61431](http://www.xipolis.net/1bd26d6f15c420575bf14ace444b3d486/suche/artikel.php?shortname=felix&artikel_id=61431) (Zugriff 18. Dez. 2006).
- Duvernay, B. (2005). Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude, Konzept und Richtlinien für die Stufe 3. Wegleitungen des BWG. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel: 68 Seiten.
- Egli, M. (2000). Risk Based Regulation - Impressionen aus dem Ausland. Bern, Stämpfli Verlag AG.
- Egli, P. (2002). Drittwirkung von Grundrechten - zugleich ein Beitrag zur Dogmatik der grundrechtlichen Schutzpflichten im Schweizer Recht. Zürich, Schulthess Juristische Medien AG.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (2000). Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. 588 S.
- Eurodicautom (2004). European Terminology Database. European Commission. Bruxelles. 2004, on www: <http://europa.eu.int/eurodicautom/Controller> (Zugriff 3. März 2004).
- Faber, M., Vrouwenvelder, T. (2001). Probabilistic Model Code. Probabilistic Model Code. JCSS. Zürich, JCSS. 2008. on www: [www: www.jcss.ethz.ch](http://www.jcss.ethz.ch) (Zugriff 17. Mai 2008).
- Farmer, F. R. (1967). Siting Criteria - A New Approach. *Journal of the British Nuclear Energy Society* 6(3): 219.

- Fell, R. (1994). Landslide Risk Assessment and Acceptable Risk. *Canadian Geotechnical Journal* 31(2): 261-272.
- Finlay, P. J., Fell R. (1997). Landslides: Risk perception and acceptance. *Canadian Geotechnical Journal* 34(2): 169-188.
- Fischhoff B., Slovic. P., Lichtenstein S., Read S., Combs B. (1978). How safe is safe enough? A Psychometric Study of Attitudes Towards Technological Risks and Benefits. *Policy Sciences* 9: 127-152.
- Flueller, T. and H. Seiler (2003). Risk-based regulation of technical risks: lessons learnt from case studies in Switzerland. *Journal of Risk Research* 6(3): 213-231.
- Frederick, S. (2003). Measuring intergenerational time preference: Are future lives valued less? *Journal of Risk and Uncertainty* 26(1): 39-53.
- Frey, B., Kirchgässner G. (2002). *Demokratische Wirtschaftspolitik - Theorie und Anwendung*. München, Verlag Franz Vahlen GmbH.
- FSC (2004). FSC-Prinzipien und -Kriterien für die Waldbewirtschaftung. F. S. C.-A. Schweiz. Rodersdorf. 2007. on [www: fsc-schweiz.ch](http://www.fsc-schweiz.ch) (Zugriff 1. März, 2007).
- Gerdtham, U. G., Johannesson, M. (2002). Do life-saving regulations save lives? *Journal of Risk and Uncertainty* 24(3): 231-249.
- Gibson, S. B. (1980). Hazard Analysis and Risk Criteria. *Chemical Engineering Progress* 76(11): 46-50.
- Godschalk, D. R., Beatley Th., Berke Ph., Brower D.J., Kaiser, E.J. (1999). *Natural Hazard mitigation: Recasting Disaster Policy and Planning*. Washington D.C.
- grEIE (2004). Empfehlungen zum Inhalt von Umweltverträglichkeitsberichten (UVB). Fachgruppe der kantonalen UVP-Verantwortlichen der Westschweiz. Bern, Groupe des Responsables des Etudes d'Impact de la Suisse occidentale et du Tessin: 21 S.
- Greiving, S. (2002). *Räumliche Planung und Risiko*. München, Gerling Akademie Verlag GmbH.
- Griffiths, R. F. (1994). Discounting of Delayed Versus Early Mortality in Societal Risk Criteria. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 7(5): 432-438.
- Gsponer, G. (2007a). Programmvereinbarungen Schutzbauten und Gefahrengrundlagen. Erläuternder Bericht. G. BAFU. Bern, BAFU, Gefahrenprävention: 46 S.
- Guenther, C. F. and C. Thein (1997). Estimated cost of person-Sv exposure. *Health Physics* 72(2): 204-221.
- Haering, B., Gsponer G., Koch, P. (2002). effort 2 Konzeptbericht - Wirkungsorientierte Subventionspolitik im Rahmen des Waldgesetzes. *Umweltmaterialien Nr. 145*. BUWAL. Bern, BUWAL: 118 S.
- Häfelin, U., Müller G. (2002). *Allgemeines Verwaltungsrecht*. Zürich.
- Häfelin, U., Müller G., Uhlmann F. (2006). *Allgemeines Verwaltungsrecht*. Zürich, Dike Verlag AG, Zürich/St. Gallen 2006.
- Hahn, H., Villagran de Leon, Juan C., Hidajat, R. (2003). Indicators and other disaster risk management instruments for communities and local governments. *Comprehensive Risk Management by Communities and Local Governments*. I.-A. D. Bank. Eschborn, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: 34.
- Haimes, Y. Y. (2004). *Risk modelling, assessment and management*. Hoboken, Wiley.
- Hall, W. J., Wiggins, J. H. (2000). Acceptable Risk: A Need for Periodic Review. *Natural Hazards Review* 1(3): 180-187.

- Heinimann, H. R. (2002). Risk Management - A Framework to Improve Effectiveness and Efficiency of Resource Management. Mountain Watershed Management, Lessons from the Past - Lessons for the Future, Davos, BUWAL Environmental Documentation, Nr. 165.
- Heinimann, H. R., et al. (1998). Methoden zur Analyse und Bewertung von Naturgefahren. Bern, BUWAL.
- Hepperle, E. (1995). Schutz vor Naturgefahren aus planungsrechtlicher Perspektive. Schweizer Ingenieur und Architekt 113(48): 1112-1116.
- Hollenstein, K. (1997). Analyse, Bewertung und Management von Naturrisiken. Professur für forstliches Ingenieurwesen. Zürich. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich: 220 S.
- Hostmann M. et al. (2005). Wasserbauprojekte Gemeinsam Planen - Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Eawag, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. Kastanienbaum: 48 S.
- Iceland (2000). Regulation on hazard zoning due to snow- and landslides, classification and utilisation of hazard zones and preparation of provisional hazard zoning. 505/2000: 18 S.
- INSAG (2006). Promoting Safety in Nuclear Installations. Fact sheets. IAEA. Wien, International Atomic Energy Agency. 2006. On www: <http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/safetynuclinstall.pdf> (Zugriff 12. Juli, 2006).
- Jaun, M. (2006). Verantwortung der Gemeinden und des Kantons im Umgang mit Naturgefahren - Rückgriff der GVB im Falle unterlassener Schutzmassnahmen. Gebäudeversicherung des Kantons Bern. Bern, GVB: 16 S.
- JCSS, Joint Committee on Structural Safety (1976). First order reliability concepts for design codes. Bulletin d'information: 112 S.
- Jenni, H. P. (1993). Vor lauter Bäumen den Wald noch sehen: Ein Wegweiser durch die neue Waldgesetzgebung. BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 210. BUWAL. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft: 114 S.
- Johansson, P. O. (2002). On the definition and age-dependency of the value of a statistical life. Journal of Risk and Uncertainty 25(3): 251-263.
- Kahnemann, D., Tversky, A. (1979). Prospect Theory: an analysis of decision under risk. Econometrica 47(2): 263-291.
- Kanton Glarus. (2001). Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren: 4 S. und 1 Anhang
- Kanton Graubünden (2003), Gefahrenkommission, Amt für Wald. Risikomatrix. Chur.
- Kanton Luzern (2003). Naturgefahren im Kanton Luzern - ein neuer Umgang mit dem Risiko. Luzern: 8 S. on www: <http://www.lawa.lu.ch/naturgefahren.pdf> (Zugriff 11. Juli 2006).
- Kanton Uri (1992). Richtlinie für den Hochwasserschutz: 17 S.
- Kaplan, S., Garrick, J.B. (1981). On the quantitative Definition of Risk. Risk Analysis 1(1): 11-27.
- Kishimoto, A., Oka, T., Nakanishi, J. (2003). The cost-effectiveness of life-saving interventions in Japan - Do chemical regulations cost too much? Chemosphere 53(4): 291-299.
- Ko, C. K., P. Flentje, P., Chowdhury, R. (2003). Quantitative landslide hazard and risk assessment: a case study. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology 36: 261-272.

- Konow, J. (2003). Which is the fairest one of all? A positive analysis of justice theories. *Journal of Economic Literature* 41(4): 1188-1239.
- Kröger W., Seiler H., Gheorghe A., (Hrsg.) (1996). Technik, Risiko, Sicherheit Abschlussbericht des Polyprojektes Risiko und Sicherheit technischer Systeme der ETHZ 1991 - 1994. Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Krupnick, A., et al. (2002). Age, health and the willingness to pay for mortality risk reductions: A contingent valuation survey of Ontario residents. *Journal of Risk and Uncertainty* 24(2): 161-186.
- Leimbacher J., Saladin P. (1990). Katastrophenschutz: Schutz vor Schädigungen oder Schutz vor Risiken? Schriftenreihe Umwelt, Recht. Bern, BUWAL: 73 S.
- Leonardo-Productions-AG (2006). Leonardo - Das Programm zur Berechnung von Personenschäden. Zürich, Schulthess Juristische Medien AG.
- Litai, D., Lanning D.D., Rasmussen N.C. (1983). The public perception of risk. The Analysis of actual versus perceived risk. V. T. C. et al. New York/London: 212-224.
- Loat, R., Meier, E. (2003). Dictionary of Flood Protection. Biel, Haupt.
- Lüthi, R. (2004). Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit der Gefahrenkarte. PLANAT Reihe 4/2004. PLANAT. Biel: 44 S. und 10 Anhänge
- Lutter, R., Morrall, J.F., Viscusi, W.K. (1999). The cost-per-life-saved cutoff for safety-enhancing regulations. *Economic Inquiry* 37(4): 599-608.
- Margreth, S., Stoffel, L., Wilhelm, C. (2003). Winter opening of high alpine pass roads - analysis and case studies from the Swiss Alps. *Cold Regions Science and Technology* 37(3): 467-482.
- Maslow, A. H. (1970). Motivation and personality. New York etc., Harper & Row.
- Mathis, K. (2004). Effizienz statt Gerechtigkeit? - Auf der Suche nach den philosophischen Grundlagen der Ökonomischen Analyse des Rechts. Berlin, Duncker & Humblot.
- Merz, H. A., Schneider, Th., Bohnenblust, H. (1995). Bewertung von technischen Risiken, Beiträge zur Strukturierung und zum Stand der Kenntnisse, Modelle zur Bewertung von Todesfallrisiken. Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Morgan, G. C. (1997). A regulatory perspective on slope hazards and associated risks to life. Landslide risk assessment proceedings of the International Workshop on Landslide Risk Assessment/Honolulu/Hawaii/USA/19-21 February 1997. D. M. Cruden. Rotterdam etc., Balkema. XI, 371: 285-295.
- Müller, J. P. (1999). Grundrechte in der Schweiz: im Rahmen der Bundesverfassung von 1999, der UNO-Pakte und der EMRK. Bern, Stämpfli Verlag AG.
- NAGEF Bern - Arbeitsgruppe Naturgefahren des Kantons (2002). Naturgefahren bei Fuss- und Wanderwegen. 12 S.
- NAGEF Bern - Arbeitsgruppe Naturgefahren des Kantons (2003). Schutzziele Naturgefahren Kanton Bern: 5 S.
- Naturgefahren Schweiz (2008). Die nationale Plattform Naturgefahren. On www: <http://www.naturgefahren.ch/index.php?userhash=12619249&l=d&navID=154> (Zugriff am 28. Mai 2008).
- Nef J. (1987), Haftpflicht und Versicherungsschutz des Bergsteigers, Dissertation Nr. 4631, Zürich
- Neue Obwaldner Zeitung, Ausgabe vom 30. November 2006
- Nidwaldner Sachversicherung (2006). On www: <http://www.nsv.ch/> (Zugriff 21. Dez. 2006).

- Niederer+Pozzi, C. (1992). Engelbergeraa, Generelles Hochwasserschutzprojekt. Kantonsingenieurbüro. Stans, Kanton Nidwalden: 36 - 40.
- Nöthiger, C. J. (2001). Die Auswirkungen der Naturereignisse 1999 auf die Bergbahn- und Skiliftunternehmen der Schweiz. interne Berichte. Eidg. Institut für Schnee- u. Lawinenforschung SLF. Davos: 38 S.
- Nöthiger, C. J. (2003). Naturgefahren und Tourismus in den Alpen. Untersucht am Lawinenwinter 1999 in der Schweiz. Davos, WSL, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos.
- Ott W., Baur M., Iten R., Vettori A. (2005). Konsequente Umsetzung des Verursacherprinzips. Umwelt-Materialien Nr. 201. BUWAL. Bern, BUWAL: 184 S.
- Pandey, M. D., Nathwani, J. S. (2003). Canada wide standard for particulate matter and ozone: Cost-benefit analysis using a life quality index. *Risk Analysis* 23(1): 55-67.
- Pandey, M. D., Nathwani, J. S., Lind, N. C. (2006). The derivation and calibration of the life-quality index (LQI) from economic principles. *Structural Safety* 28(4): 341-360.
- Paté-Cornell, E. (1994). Quantitative safety goals for risk management of industrial facilities. *Structural Safety* 13: 145-157.
- Paté-Cornell, E. (2002). Risk and Uncertainty Analysis in Government Safety Decisions. *Risk Analysis* 22(3): 633-646.
- Perreira, K. M. und Sloan, F.A. (2002). Living healthy and living long: Valuing the nonpecuniary loss from disability and death. *Journal of Risk and Uncertainty* 24(1): 5-29.
- Persson, U. et al. (2001). The value of a statistical life in transport: Findings from a new contingent valuation study in Sweden. *Journal of Risk and Uncertainty* 23(2): 121-134.
- PLANAT (2004a). Strategie Naturgefahren Schweiz, Teilprojekt A - Gesamtübersicht. Studie zur Umsetzung der Strategie. PLANAT. Zürich, Ernst Basler + Partner AG: 45 S.
- PLANAT (2004b). Strategie Naturgefahren Schweiz - Synthesebericht. Umsetzung des BRB vom 20. August 2003. PLANAT. Davos, SLF: 79 S.
- Plattner, T., Hollenstein, K., Heinimann, H.R. (2005). Risikobewertung bei Naturgefahren - Schlussbericht. ETH. Zürich, PLANAT: 85 S.
- Proske, D. (2004). Katalog der Risiken - Risiken und ihre Darstellung. Dresden, Eigenverlag Dirk Proske.
- Ramsberg, J. (2002). When should expenditure per life saved vary? *Journal of Risk Research* 5(3): 249-263.
- Reinhard, H. (1993). Allgemeines Polizeirecht Aufgaben, Grundsätze und Handlungen. Bern etc., Haupt
- Richli, P. (2004). Verwaltungsrecht I. Vorlesungsmanuskript. Uni Luzern: 272 S.
- Richli, P. (2004). Verwaltungsrecht II. Vorlesungsmanuskript. Uni Luzern: 324 S.
- Robinson R., A. K. (2003). R2A (Risk & Reliability Associates) 4th edition. Melbourne, R2A. On www: <http://www.r2a.com.au/publications/publications.html> (Zugriff 9. April 2004).
- Röthlisberger, G. (1998). Unwetterschäden in der Schweiz. Berichte der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Nr. 346, Birmensdorf.
- RSU, Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994). Umweltgutachten 1994. Stuttgart etc., Kohlhammer später Metzler-Poeschel.

- SBB (1993). Sicherheitsstandards für unterirdische Verkehrsanlagen der SBB, Schlussbericht Teil 1. Betrachtungen für das SBB-Netz. Ernst Basler+Partner AG. Zollikon.
- Scheringer, M., Berg, M., Müller-Herold, U. (1994). Jenseits der Schadensfrage: Umweltschutz durch Gefährdungsbegrenzung. Was ist ein Schaden? Zur normativen Dimension des Schadensbegriffes in der Risikowissenschaft. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. Dokumente Nr. 2: 115-146.
- Schneider, J. (1996). Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. Zürich und Stuttgart, vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich und Teubner 1996.
- Schneider, T. (1984). Das Risiko-Konzept. Cours postgrade sur la Sécurité du Travail - IV Sicherheitsanalyse. Zürich.
- Schneider, T. (2006). Risk Aversion - a delicate issue in risk assessment. Risk 21 - Coping with Risks due to natural hazards in the 21st century. CENAT. London, Taylor & Francis/Balkema. 1: 59-66.
- Schueremans, L. (2001). Probabilistic Evaluation of Structural unreinforced masonry. F. T. W. Katholieke Universiteit Leuven, Departement Burgerlijke Bouwkunde. Heverlee, Belgien
- Schulze W.D., Kneese A. V. (1981). Risk in Benefit-Cost Analysis. Risk Analysis 1(1).
- Seiler, H. (1995a). Rechtliche und rechtsethische Aspekte der Risikobewertung. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 1-26.
- Seiler, H. (1995b). Staats- und verwaltungsrechtliche Fragen der Bewertung technischer Risiken. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 27-50.
- Seiler, H. (1995c). Rechtsgleichheit und Störfallrecht. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 51-68.
- Seiler, H. (1995d). Die rechtliche Behandlung unterschiedlicher und aggregierter Risiken. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 69-98.
- Seiler, H. (1995e). Die Bedeutung von Ungewissheit und Wahrscheinlichkeit im Recht. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 99-112.
- Seiler, H. (1995f). Rechtliche Instrumente zur Koordination risikoreicher Tätigkeiten mit anderen Aktivitäten und Bedürfnissen, dargestellt am Beispiel der Schweiz. Rechtsfragen technischer Risiken, Aufsätze zum Risikorecht. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zentralstelle Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme. Dokument #6: 113-134.
- Seiler, H. (1996). Aktuelle Tendenzen des Risikorechts. Risikoforschung zwischen Disziplinarität und Interdisziplinarität. G. Banse. Berlin, Ed. Sigma. 1: S. 145 - 164.
- Seiler, H. (1996a). The legal implementation of regional safety planning: Taking into account the risk based regulation approach. International Journal of Technology Management 12(4): 438-448.

- Seiler, H. (1997). Recht und technische Risiken, Grundzüge des technischen Sicherheitsrechts. Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Seiler, H. et al. (2000). Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung. Risikobasiertes Recht wie viel Sicherheit wollen wir? Bern, Stämpfli.
- Seiler, H. (2001). Erläuterungen zum Katastrophenschutz Art. 10 USG. Kommentar zum Umweltschutzgesetz. Zürich: 67 p.
- Seiler, H. (2002). Harmonised Risk Based Regulation - a legal viewpoint. *Safety Science* 40(1-4): 31-49.
- Seiler, H. (2006). Risk based Regulation. *Risk 21 - Coping with Risks due to natural hazards in the 21st century*. CENAT. London, Taylor & Francis/Balkema. 1: 25-30.
- Seiler, H. (2006). Risiko, Recht und Gerichte: Vom Umgang der Gerichte mit Risiko im Haftpflicht- und Strafrecht. *Risikomanagement und Recht*, Winterthur, unveröffentlicht.
- SIA (2003). Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. *Swisscodes*. SIA 260:2003: 43 S.
- SIA (2003a). Einwirkungen auf Tragwerke. *Swisscodes*. SIA 261:2003: 114 S.
- SIA (2003b). Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen. *Swisscodes*. SIA 261/1:2003: 32 S.
- SIA (2004). Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben. *Swisscodes*. Zürich. SIA Merkblatt 2018: 38 S.
- SKOS (2005). Richtlinien für die Ausgestaltung und Bemessung der Sozialhilfe. Bern, Schweizerische Konferenz für Sozialhilfe: 169 S.
- SKUS (2006). Richtlinien für Anlage, Betrieb und Unterhalt von Schneesportabfahrten. 28 S.
- SKUS (2006). Richtlinien für Skifahrer und Snowboarder. 12 S.
- Slovic, P. (1987). Perception of Risk. *Science, New Series* 236(4799): 280-285.
- Sobotich, V. (2000). Staatshaftung aus Kontrolltätigkeit im Baurecht. Zürich, Schulthess Juristische Medien AG.
- Sommer, J. H. (2001). *Muddling Through Elegantly: Rationierung im Gesundheitswesen*. Basel, Schwabe.
- Stahelin, E., Hefti, Ch. (2003). Effor2 - Teilprojekt Neugestaltung der Bundesbeiträge. BUWAL. Bern, BUWAL: 14 S.
- Stähelin, S. (1993). Problematik des Begriffs der schweren Schädigung im Störfallrecht. *Umweltrecht in der Praxis* 7(3): 233-241.
- Stallen, P. J. M., R. Geerts, et al. (1996). Three conceptions of quantified societal risk. *Risk Analysis* 16(5): 635-644.
- Starr, C. (1969). Social Benefit versus Technological Risk. *Science* 165(3899): 1232-1238.
- Starr, C. (1981). Risk Criteria for Nuclear Power Plants: A Pragmatic Proposal. *Risk Analysis* 1(2): 113-120.
- Stiefel U, S. J. (1985). Was kostet Sicherheit? *Schweizer Ingenieur und Architekt* 104(47): 1175-1182.
- Subramanian, U. and M. Cropper (2000). Public choices between life saving programs: The trade off between qualitative factors and lives saved. *Journal of Risk and Uncertainty* 21(1): 117-149.

- Tansel, B. (1995). Natural and Manmade Disasters - Accepting and Managing Risks. *Safety Science* 20(1): 91-99.
- Tengs, T. O., M. E. Adams, et al. (1995). 500 Lifesaving Interventions and Their Cost-Effectiveness. *Risk Analysis* 15(3): 369-390.
- Trösch, A. (1992). Die Tragbarkeit von Risiken. *Umweltrecht in der Praxis* 6(4/1): 329-339.
- Vernunft Schweiz (2007). Armutsgrenze. Lexikon Vernunft Schweiz. Verein Vernunft Schweiz. 2007 on www: <http://www.vernunft-schweiz.ch/glossar/458/Existenzminimum+.html> (Zugriff 23. Nov. 2007).
- Viscusi, K. (1995). Risk, Regulation and Responsibility – Promoting reason in workplace and product safety regulation. *Risk, Regulation and Responsibility: Principle for Australian Risk Policy*, Sidney, 13 July 1995.
- Viscusi, W. K. (1994). Mortality Effects of Regulatory Costs and Policy Evaluation Criteria. *Rand Journal of Economics* 25(1): 94-109.
- Viscusi, W. K. (1998). Rational risk policy, The 1996 Arne Ryde memorial lectures. Oxford, Clarendon Press.
- Vrijling, J. K., Vanhengel, W., Houben, R.J. (1995). A Framework for Risk-Evaluation. *Journal of Hazardous Materials* 43(3): 245-261.
- Vrijling, J. K., Vanhengel, W., Houben, R.J. (1998). Acceptable risk as a basis for design. *Reliability Engineering & System Safety* 59(1): 141-150.
- Weber, K. (2005). Die rechtlichen Handlungsformen des alpinen Naturgefahrenmanagements. *alpS-Forum und Stammtisch, Zentrum alpS, Grabenweg 3/1, Innsbruck*.
- Whittaker, J. D. (1986). Evaluation of Acceptable Risk. *The Journal of Operational Research Society* 37(6 (Jun., 1986)): 541-547.
- Wikipedia (2006). Risiko. Wikipedia - die freie Enzyklopädie. W. F. Inc. St. Petersburg, FL 33701-4313, USA, Wikimedia Foundation Inc. 2006. on www: <http://de.wikipedia.org>
- Wilhelm, C. (1997). Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. *Mitteilungen. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF*: 308 S.
- Wilhelm, C. (1999). Kostenwirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen. Bern, BUWAL: 110 S.
- Williamson, Oliver E. (1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, New York, The Free Press.
- Wood, A., R. Palmer, et al. (1997). Comparison and assessment of zero-rise floodplain ordinances. *Journal of Water Resources Planning and Management ASCE* 123(4): 239-245.
- Zimmermann, M. (2006). Urteil des Bundesgerichts 4P.244/2005 vom 6. Februar 2006. *Haftung und Versicherung* (2006): 133-136.

V2. Verwendete Rechtsgrundlagen

Bundesgesetze

SR	Voller Titel	Abkürzung
0.700.1	Übereinkommen zum Schutz der Alpen (Alpenkonvention) (mit Anhang) vom 7. November 1991 (Stand am 12. August 2003)	
	Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Berglandwirtschaft	
	Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Bergwald	
	Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Raumplanung und nachhaltigen Entwicklung	
0.131.313.6	Abkommen vom 28. November 1984 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Bundesrepublik Deutschland über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen	
0.131.334.9	Abkommen vom 14. Januar 1987 zwischen dem Schweizerischen Bundesrat und der Regierung der Französischen Republik über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen	
0.131.345.4	Abkommen vom 2. Mai 1995 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Italienischen Republik über die Zusammenarbeit im Bereich der Risikovorsorge und –vorbeugung und der gegenseitigen Hilfeleistung bei natürlichen oder durch menschliche Tätigkeit verursachten Katastrophen	
0.131.313.3	Abkommen vom 22. März 2000 zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Republik Österreich über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen	
101	Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV) vom 18. April 1999 (Stand am 8. August 2006)	BV
172.010	Regierungs- und Verwaltungsorganisationsgesetz (RVOG) vom 21. März 1997 (Stand 14. Oktober 2003)	RVOG
172.217.1	Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (OV-UVEK) vom 6. Dezember 1999 (Stand am 14. November 2000)	OV-UVEK
210	Schweizerisches Zivilgesetzbuch vom 10. Dezember 1907 (Stand am 21. Dezember 2004)	ZGB
221.220.1	Bundesgesetz über den Versicherungsvertrag (Versicherungsvertragsgesetz) vom 2. April 1908 (Stand am 27. Dezember 2005)	VVG
311.0	Schweizerisches Strafgesetzbuch vom 21. Dezember 1937 (Stand am 1. Januar 2008)	StGB
429.1	Bundesgesetz über die Meteorologie und Klimatologie (MetG) vom 18. Juni 1999 (Stand am 21. März 2000)	MetG

429.11	Verordnung über die Meteorologie und Klimatologie vom 23. Februar 2000 (Stand am 21. März 2000)	MetV
451	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. Januar 2008)	NHG
510.10	Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung (Militärgesetz) vom 3. Februar 1995 (Stand am 13. Juni 2006)	MG
510.213	Verordnung vom 29. Oktober 2003 über die militärische Katastrophenhilfe im Inland (Stand am 18. November 2003)	VmKI
520.1	Bundesgesetz vom 4. Oktober 2002 über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz (Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz) (Stand am 13. Juni 2006)	BZG
520.12	Verordnung über die Warnung, Alarmierung und Verbreitung von Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung (Alarmierungsverordnung) vom 5. Dezember 2003 (Stand 30. Dezember 2003)	AV
616.1	Bundesgesetz über Finanzhilfen und Abgeltung (Subventionsgesetz, SuG) vom Oktober 1990 (Stand am 13. Juni 2006)	SuG
700	Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz) vom 22. Juni 1979 (Stand am 22. August 2000)	RPG
700.1	Raumplanungsverordnung (RPV) vom 28. Juni 2000 (Stand am 22. August 2000)	RPV
721.100	Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz) vom 21. Juni 1991 (Stand am 1. Januar 1995)	WBG
721.100.1	Verordnung über den Wasserbau (Wasserbauverordnung) vom 2. November 1994 (Stand am 8. Februar 2000)	WBV
725.11	Bundesgesetz über die Nationalstrassen vom 8. März 1960 (Stand am 13. Juni 2006)	NSG
725.111	Verordnung über die Nationalstrassen vom 18. Dezember 1995 (Stand am 21. Dezember 2004)	NSV
725.116.2	Bundesgesetz über Verwendung der zweckgebundenen Mineralölsteuer vom 22. März 1985 (Stand am 23. November 2004)	MinVG
742.101	Eisenbahngesetz vom 20. Dezember 1957 (Stand am 1. Mai 2007)	EBG
746.1	Bundesgesetz über Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe (Rohrleitungsgesetz) vom 4. Oktober 1963 (Stand am 13. Juni 2006)	RLG
814.01	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2008)	USG
814.012	Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung) vom 27. Februar 1991 (Stand am 23. August 2005)	StfV
814.20	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Januar 2008)	USG
814.50	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (Stand am 28. Dezember 2004)	StSG

832.10	Bundesgesetz über die Krankenversicherung vom 18. März 1994 (Stand am 27. Dezember 2006)	KVG
832.20	Bundesgesetz über die Unfallversicherung vom 20. März 1981 (Stand am 13. Juni 2006)	UVG
910.1	Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz) vom 29. April 1998 (Stand am 26. September 2006)	LwG
921.0	Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG) vom 4. Oktober 1991 (Stand am 1. Januar 2008)	WaG
921.01	Verordnung über den Wald (Waldverordnung, WaV) vom 30. November 1992 (Stand am 6. März 2001)	WaV
922.0	Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG) vom 20. Juni 1986 (Stand am 1. Januar 2008)	JSG
923.0	Bundesgesetz über die Fischerei (BFF) vom 21. Juni 1991 (Stand am 1. Januar 2008)	BGF
961.01	Bundesgesetz betreffend die Aufsicht über Versicherungsunternehmen (Versicherungsaufsichtsgesetz) vom 17. Dezember 2004 (Stand am 13. Juni 2006)	VAG
961.011	Verordnung über die Beaufsichtigung von privaten Versicherungsunternehmen (Aufsichtsverordnung) vom 9. November 2005 (Stand am 14. November 2006)	AVO

Kantonale Gesetze

Kanton/Nr.	Voller Titel	Kurzbezeichnung
<u>Bern</u>		
BSG 521.1	Kantonales Bevölkerungsschutz- und Zivilschutzgesetz vom 24. Juni 2004	KBZG
BSG 751.11	Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau vom 14. Februar 1989	WBG
BSG 751.111.1	Wasserbauverordnung vom 15. November 1989	WBV
BSG 873.11	Gesetz vom 6. Juni 1971 über die Gebäudeversicherung	GVG
BSG 873.111.2	Prämientarif der Gebäudeversicherung vom 24. November 2004 (Stand 1. Februar 2005)	
BSG 910.1	Kantonales Landwirtschaftsgesetz vom 16. Juni 1997	KLwG
BSG 921.11	Kantonales Waldgesetz vom 5. Mai 1997	KWaG
BSG 921.111	Kantonale Waldverordnung vom 29. Oktober 1997	KWaV

Luzern

SRL 760	Wasserbaugesetz vom 30. Januar 1979	Wasserbaugesetz
SRL 945	Kantonales Waldgesetz vom 1. Februar 1999	Waldgesetz

Uri

Urner Rechtsbuch No. 40.1211	Wasserbaugesetz vom 30. November 1980	WBG
Urner Rechtsbuch No. 40.1401	Gesetz über die Staatshilfe bei Elementarschäden vom 6. Dezember 1964	
Urner Rechtsbuch No. 40.2111	Kantonale Waldverordnung vom 13. November 1996	KWV

Schwyz

SRSZ 313.110	Kantonale Verordnung zum Bundesgesetz über den Wald vom 21. Oktober 1998	
SRSZ 451.100	Wasserrechtsgesetz vom 11. September 1973	
SRSZ 521.100	Gesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz vom 16. März 2005	

Nidwalden

NG 867.1	Gesetz über die Nidwaldner Gebäude- und Mobiliarversicherung vom 27. April 1986	Sachversicherungsgesetz
NG 867.3	Gesetz über die Vergütung nicht versicherbarer Elementarschäden	Hilfsfondsgesetz
NG 831.1	Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Wald vom 11. März 1998	Kantonales Waldgesetz

Obwalden

GDB 101	Verfassung des Kantons Unterwalden ob dem Wald vom 19. Mai 1968	KV
GDB 213.7	Gesetz über die amtliche Schätzung der Grundstücke und das Grundpfandrecht vom 26. Oktober 2006	Schätzungs- und Grundpfandgesetz
GDB 710.1	Baugesetz vom 12. Juni 1994	Baugesetz

GDB 720.11	Strassenverordnung vom 14. September 1935	Strassenverordnung
GDB 740.1	Gesetz über den Wasserbau und die Wassernutzung (Wasserbaugesetz) vom 31. Mai 2001	WBG
GDB 740.11	Wasserbauverordnung vom 31. Mai 2001	WBV
GDB 740.2	Gesetz über die Regelung der Abflussverhältnisse des Sarnersees zur Hochwassersicherheit des Sarneraatales vom 31. Mai 2007	GAHS
GDB 930.11	Kantonale Forstverordnung vom 30. Januar 1960	Forstverordnung
<u>Zug</u>		
BGS 731.1	Gesetz über die Gewässer vom 25. November 1999	GewG
<u>Basellandschaft</u>		
SGS 570	kantonales Waldgesetz vom 11. Juni 1998	kWaG
<u>Basel-Stadt</u>		
SG 911.6	Waldgesetz vom 6. Februar 2000	WaG BS
SG 911.61	Verordnung zum Waldgesetz vom 18. Dezember 2001	WaV BS
<u>Appenzell-Innerrhoden</u>		
711	Wasserbaugesetz vom 29. April 2001	WbauG
<u>Appenzell- Ausserrhoden</u>		
bGS 931.11	Verordnung zum Kantonalen Waldgesetz vom 9. Dezember 1996	kantonale Waldverordnung
<u>St. Gallen</u>		
sGS 734.11	Wasserbaugesetz vom 23. März 1969	Wasserbaugesetz

Graubünden

BR 830.1	Gesetz über die Gebäudeversicherung vom 12. April 1970	
BR 830.200	Verordnung über die Finanzierung der Gebäudeversicherung im Kanton Graubünden vom 7. September 1970	
BR 835.100	Gesetz über die Vergütung nicht versicherbarer Elementarschäden vom 23. September 1984	GVE
BR 920.100	Kantonales Waldgesetz vom 25. Juni 1995	KWAG

Wallis

GS/VS 921.1	Forstgesetz vom 1. Februar 1985	ForstG
-------------	---------------------------------	--------

V3. Materialienverzeichnis

- Botschaft über eine neue Bundesverfassung vom 20. November 1996. Bern, Bundeskanzlei, BBI 1997 I 1-642.
- Botschaft vom 6. Mai 1970 über die Ergänzung der Bundesverfassung durch einen Artikel 24septies betreffend den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt gegen schädliche oder lästige Einwirkungen, Bern, Bundeskanzlei, BBI 1970 I 761-780.
- Botschaft zu einem Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 27. Februar 1978. Bern, Bundeskanzlei, BBI 1978 I 1006-1045.
- Botschaft zu einem Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 31. Oktober 1979. Bern, Bundeskanzlei, BBI 1979 III 749-853.
- Botschaft zu einem Bundesgesetz über Walderhaltung und Schutz vor Naturereignissen (Waldgesetz, WaG) vom 29. Juni 1988. Bern, Bundeskanzlei, BBI 1988 III 173-238.
- Botschaft über ein zweites Paket von Massnahmen zur Neuverteilung der Aufgaben zwischen Bund und Kantonen vom 25. Mai 1988. Bern, Bundeskanzlei, BBI 1988 II 1333-1441.
- Amtliches Bulletin der Bundesversammlung Ständerat (1989). Bern, EDMZ. 99.
- Amtliches Bulletin der Bundesversammlung Nationalrat (1991). Bern, EDMZ. 1/101.
- Amtliches Bulletin der Bundesversammlung Nationalrat (1998N). Bern, EDMZ. Separatdruck Reform der Bundesverfassung: 498 S.
- Amtliches Bulletin der Bundesversammlung Ständerat (1998S). Bern, EDMZ. Separatdruck Reform der Bundesverfassung: 230 S.
- 02.401 - Parlamentarische Initiative Verfassungsartikel über den Schutz vor Naturgefahren (UREK-N): Bericht zur Ergänzung der Verfassung mit einem Artikel über den Schutz vor Naturgefahren. Verfasser: Subkommission Erdbeben der UREK-N. Vorentwurf 13. November 2001. on www: <http://www.parlament.ch/ed-pa-berichte-pa-vernehmli-02-401-naturgefahren.pdf? wobj=11244> (Zugriff: 23.03.07).
- 00.458 - Parlamentarische Initiative. Erdbeben. Nationale Versicherung für Gebäude. Eingereicht von Walter Hess am 13.12.2000. on www: http://search.parlament.ch /cv-geschaefte?gesch_id=20000458 (Zugriff: 30.3.2007).

- 98.3600 – Motion. Erdbeben. Vorsorgliche Massnahmen. Eingereicht von Simon Epiney am 16.12.1996. on www: http://search.parlament.ch/print/homepage/cv-geschaefte.htm?gesch_id=19983600 (Zugriff: 23.3.2007).
- Vernehmlassungsunterlagen zu den NFA-Ausführungsverordnungen. On www: <http://www.efd.admin.ch/00468/index.html?lang=de&msg-id=12151> (Zugriff: 4. 6. 2007).

V4. Verwendete Gerichtsurteile

Bundesgericht

Entscheid-Nr.	Stichworte	Entscheiddatum
80 IV 130	Frasnacht; Verkehrsunfall; unübersichtliches Gartentor	11. Jun. 1954
90 IV 8	Genf-Cointrin; Baustellenunfall; Betonplatten; Sorgfaltspflicht	10. Mrz. 1964
90 IV 265	Frutigen; Strassenbelag	4. Dez. 1964
91 II 474	Otelfingen; überlaufendes Gewässer	14. Juli 1965
93 II 230	Tarasp; Felskopf; Haftung des Grundeigentümers	12. Mai 1967
98 II 40	Mörel; vereiste Strasse; Strassenunterhaltspflicht	15. Feb. 1972
100 Ia 287	Küsnacht; Hallenbad; Ausschluss Auswärtiger	18. Sept. 1974
100 II 134	Giswil; Wildbachdurchlass an Strasse; Werkeigentümerhaftung	21. Mai 1974
102 II 343	Vercorin; Bergstrasse; Sorgfaltspflicht; Verhältnismässigkeit	15. Okt. 1976
108 Ib 167	Trient; Rodung; polizeiliche Gründe	3. Feb. 1982
112 Ib 322	Liestal; psychiatrische Klinik; Staatshaftung; Suizid	30. Sept. 1986
113 IV 68	Zürich; Garantenstellung	29. Juli 1987
114 Ia 245	St. Moriz; Gefahrenzone in Rutschhang	20. Apr. 1988
114 Ib 317	Aargau; Standortgebundenheit	1. Dez. 1988
115 II 15	Vormund; Haftung gegenüber Dritten	28. Feb. 1989
115 IV 189	Elm; Signalisation Skipiste; genügende Absperrung	8. Nov. 1989
116 II 422	St. Gallen; Plauschbad; Werkeigentümerhaftung	19. Sept. 1990
116 IV 182	Täsch; Lawinensicherung Strasse; Verantw. Strassenmeister	30. Nov. 1990
116 IV 306	Ballwil; Signalisation Baustelle	11. Dez. 1990
117 Ib 28	Samnaun; Richtstrahlantenne; Bagatellrisiko	6. März 1991
117 IV 58	Kaiseraugst; Betäubungsmittel; erlaubte Risiko	31. Jan. 1991
117 IV 130	Bauarbeiter; Garantenstellung; unechtes fahrl. Unterlassungsdel.	27. März 1991
117 IV 415	Elm; Lawine auf Skipiste; Absperrung	26. Nov. 1991
118 Ib 473	Listeriose; Information der Öffentlichkeit; Informationspflicht	11. Nov. 1992
118 IV 130	S-Charl; Skitour; Sorgfaltspflicht	16. Jan. 1992
119 Ia 28	Genf; Hausbesetzer; grundrechtliche Schutzpflicht	11. Feb. 1993
119 Ib 334	Zeuzier; Stausee; Kausalität; Haftung des Grundeigentümers	3. Feb. 1993
119 Ib 380	Walzenhausen; Autoeinstellplatz; Verhältnismässigkeit	23. Juni 1993
120 Ib 411	Königsfelden; spitalärztliche Tätigkeit	25. Okt. 1994

120 IV 334	Basel-Landschaft; Drogenweitergabe; erlaubtes Risiko	23. Dez. 1994
121 II 378	Mattstätten; Plangenehmigungsverfahren; Verhältnismässigkeit	25. Okt. 1995
121 III 358	Churwalden; Bäume am Pistenrand; Verkehrssicherungspflicht	3. Okt. 1995
122 III 229	Orny; Nozon; Überschwemmung	23. April 1996
122 IV 193	Melchsee-Frutt; Gefahren auf Nebenflächen; Verkehrssich.pflicht	10. Juli 1996
122 IV 225	Frauenfeld; Aufmerksamkeit im Strassenverkehr; geringes Risiko	4. Juni 1996
123 III 306	Neuenburg; Strandbad; Sorgfaltspflicht; Selbstverschulden	6. Mai 1997
124 II 219	Biel-Pieterlen; Elektrosmog; Bagatellrisiko; Verhältnismässigkeit	1. April 1998
124 IV 114	Teufen; Kollision mit Eisenbahn; geringes Risiko	30. April 1998
125 IV 9	Zermatt; Rothornbahn; Sicherheitsdispositiv	1. Dez. 1998
126 I 112	Bern; psych. Universitätsklinik; pol. Generalklausel	23. Mai 2000
126 II 300	Liestal; Schiesslärm	3. Mai 2000
126 II 522	Zürich Flughafen; Dock Midfield	8. Dez. 2000
126 III 113	Thyon-Les Collons; Skiliftmast; Sorgfaltspflicht, Restrisiko	18. Jan. 2000
126 IV 13	Däniken; Schienenkran; Fahrlässigkeit; Gefahrensatz	10. Nov. 1999
127 II 18	Pfäffikon; Chlorgas; Risikoanalyse	8. Jan. 2001
127 IV 62	Rupperswil; Reitunfall; Sorgfaltspflicht	23. Nov. 2000
128 I 327	Graubünden; PolizeiVO; Rechtmässigkeit; Verhältnismässigkeit	26. Aug. 2002
129 III 65	Tesserete; vereiste Strasse	29. Okt. 2002
130 I 337	Spitalärztliche Tätigkeit; Staatshaftung; Willkür	19. Okt. 2004
130 III 193	Glarus; Gefahren ausserhalb der Piste; Verkehrssicherungspf.	23. Dez. 2003
131 II 670	Basel; Messe; SARS; Sofortmassnahmen	17. Okt. 2005
1P. 88/1995	Disentis; Stützmauer	
1A.252/1997	Uster; Gewässerbaulinie	14. April 1998
2P.13/1997	Schwyz; Pflichten des Notars; Staatshaftung	7. Dez. 1998
1P.190/2003	Pura; Hangrutsch	30. Juni 2003
1P.591/ 2003	Morcote; Steinschlag	16. Sept. 2004
1P.323/2004	Evolène; Lawine	16. Aug. 2004
4P.92/2004	Bern; Sitzwache Spital	19. Okt. 2004
4P.244/2005	Bern; Zumutbarkeit einer Sitzwache	6. Feb. 2006
6P.39/2006	Evolène; Lawine	30. Aug. 2006
6P.40/2006	Evolène; Lawine	30. Aug. 2006

Kantonale
Gerichte

Kanton Entscheid-Nr.	Stichworte	Datum
<u>Bern</u>		
VEG 21240	Grotte de la Baume de Bournois; Sturz in Höhleneingang	
VEG 21657	Hochwasser; Thun; Verantwortlichkeit Kanton	8. März 2004
VEG 21657U	Hochwasser; Thun; Verantwortlichkeit Einwohnergemeinde	8. März 2004
VEG 22214U	Bern; Sitzwache	
<u>Wallis</u>		
1. StG-K VS	Evolène ; Lawine; Verantwortlichkeit; Evakuierung; Sperrung	11. Januar 2006

V5. Abkürzungen

AB	Amtliches Bulletin
ABI	Amtsblatt
Abs.	Absatz
Anm.	Anmerkung
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BBI	Bundesblatt
BGE	Bundesgerichtsentscheid
bGS	bereinigte (systematische) Gesetzessammlung (Kanton Appenzell-Ausserrhoden)
BGS	Bereinigte Gesetzessammlung (Kanton Zug)
BR	Bündner Rechtsbuch
BRP	seinerzeitiges Bundesamt für Raumplanung
BSG	Bernische Systematische Gesetzessammlung
bspw.	beispielsweise
Bst.	Buchstabe
BUWAL	seinerzeitiges Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BWG	seinerzeitiges Bundesamt für Wasser und Geologie

aBV	alte Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft
div.	diverse
f., ff.	folgende
GDB	Gesetzesdatenbank (Kanton Obwalden)
GS	Gesetzessammlung des Kantons Glarus
GS/VS	Gesetzessammlung des Kantons Wallis
Hrsg.	Herausgeber
i.d.R.	in der Regel
Kap.	Kapitel
Kt.	Kanton
Komm.	Kommentar
lit.	Litera = Buchstabe
NFA	Neugestaltung und des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung
NG	Nidwaldner Gesetzessammlung
o.ä.	oder ähnlich
o.dgl.	oder dergleichen
PLANAT	Nationale Plattform Naturgefahren
Rz	Randziffer
S.	Seite(n)
SIA	Schweizer Ingenieur und Architektenverband
SG	Systematische Gesetzessammlung (Kanton Basel-Stadt)
sGS	systematische Gesetzessammlung des Kantons St. Gallen
SGS	Systematische Gesetzessammlung (Kanton Basel-Landschaft)
sog.	so genannt(er/es)
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
SRL	Systematische Rechtssammlung des Kantons Luzern
SRSZ	Systematische Gesetzessammlung (Kt. Schwyz)
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnliche
u.dgl.	und dergleichen
m./u. E.	meines/unseres Erachtens
u.v.a.	unter vielen Anderen
UNO	United Nations Organization, Organisation der Vereinten Nationen
u. U.	unter Umständen

UREK-N	Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrats
VE	Verfassungsentwurf
vgl.	vergleiche
vs	versus
WAP	Waldprogramm Schweiz
ZBI	Schweizerisches Zentralblatt für Staats- und Verwaltungsrecht (bis 1988 Schweiz. Zentralblatt für Staats- und Gemeindeverwaltung)
Ziff.	Ziffer
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

V6. Abbildungs-Verzeichnis

Abbildung 1	Das Risiko-Konzept (Darstellung des Departementes Umweltwissenschaften (D-UWIS) der ETHZ nach Hollenstein, 1997).....	2
Abbildung 2	Wirkungskette von Naturrisiken (Seiler, 1997; abgeändert).....	3
Abbildung 3	Aufbau der Forschungsarbeit, Nummerierung der Arbeitsschritte.....	6
Abbildung 4	Kapitel 2 in der Übersicht.....	7
Abbildung 5	Auswirkungen eines Ereignisses und Schadensbegriff (nach Berg et al., 1994). Der operationelle Schadensbegriff bedingt Wissen über die i) methodische Erfassbarkeit und ii) über die negative Bewertung der Auswirkung.....	8
Abbildung 6	Methode zur Abschätzung eines Schadens (Berg, 1994). Entscheidend ist die qualitative Bewertung als negative und relevante Auswirkung, die Relevanz der Auswirkung sowie die methodische Erfassbarkeit.....	11
Abbildung 7	Monetäre Bewertung von Schäden Als Ersatz für fehlende Marktpreise müssen alternative Bewertungen mit Schattenpreisen vorgenommen werden (Wilhelm, 2006).....	25
Abbildung 8	Für die Bewertung von Umweltschäden ist vor allem die Dauer der Beeinträchtigung massgebend (Bevölkerungsschutz, 2003a).....	30
Abbildung 9	Schutzziele und ihre Einflussfaktoren nach Heinemann (2002).....	34
Abbildung 10	Subjektive Wahrnehmung und statistische Schätzung von Todesopfern pro Jahr weichen voneinander ab (Viscusi, 1995 gemäss Darstellung von Proske, 2004).....	34
Abbildung 11	„Farmer-Kurve“ zur Abgrenzung zwischen zulässiger und unzulässiger Freisetzung von radioaktivem I-131 (Farmer, 1967).....	35
Abbildung 12	Gefahrenstufen im Intensitäts-/Wahrscheinlichkeitsdiagramm für Naturprozesse (BWW, BUWAL, BRP, 1997).....	36
Abbildung 13	Sterbequotient nach Alter (Bundesamt für Statistik, Schweiz, 2000). Tolerierbare Risiken sollen einen Anteil von wenigen Prozent des tiefsten Sterbequotienten nicht übersteigen.....	39
Abbildung 14	Risikokategorien nach Grad der Freiwilligkeit und Möglichkeit der Einflussnahme. Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken und Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen stehen in einem umgekehrt proportionalen Verhältnis (Schneider, 1996).....	41

Abbildung 15	Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken mit natürlicher und technischer Ursache gemäss Angaben in der Literatur. Für technische Risiken sind deutlich höhere Sicherheiten gefordert.....	43
Abbildung 16	Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken einzelner Objektkategorien gemäss Schutzzielmatrix (Borter, 1999) im Vergleich zu tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken in der Literatur (Merz et al., 1995, schraffierter Bereich).	46
Abbildung 17	Die tolerierbaren Todesfall-Objektrisiken für verschiedene Typen gefährlicher Anlagen zeigen Abweichungen bis zu Faktor 102 (eigene Berechnungen). .	53
Abbildung 18	Entwicklung der tolerierbaren Todesfall-Objektrisiken zwischen 1978 und 2000. Im Laufe der 20 Jahre reduzierten sich die Sicherheitsstandards etwa um Faktor 10 (eigene Berechnungen).	53
Abbildung 19	Tolerierbare Todesfall-Objektrisiken für verschiedene Risiko-Arten. Für die Naturgefahrengebiete ergeben sich etwa 10mal tiefere Sicherheitsstandards (eigene Berechnungen).	54
Abbildung 20	Schutzziele als Grenzwerte für das tolerierbare individuelle Todesfallrisiko (Merz et. al, 1995). Die Grenzwerte für ‚freiwillige‘ Risiken und ‚unfreiwillige‘ Risiken unterscheiden sich um einen Faktor 1:1'000 bis 1:10'000.	57
Abbildung 21	Zeitliche Entwicklung der Schutzzielkonzepte (Ball und Floyd, 1999). Meist führten Unfallereignisse, oft aber auch grössere Studien zur Festlegung neuer Schutzziele (Societal Risk Criteria).....	58
Abbildung 22	F/N-Diagramm der schweizerischen Störfallverordnung (BUWAL, 1991).	59
Abbildung 23	Schutzziele für die Erdbebensicherheit bestehender Gebäude (Duvernay, 2005).....	60
Abbildung 24	Grenzkosten zur Verhinderung eines Todesfalls [T] aus KATARISK (Bevölkerungsschutz, 2003).	61
Abbildung 25	Schutzzielardarstellung aus: Anleitungsentwurf zur Durchführung einer Risikoanalyse (BUWAL, Eidg. Forstdirektion. Beilage zu KREISSCHREIBEN. Nr. 20, 1994). Die Darstellung enthält keine eigentlichen Schutzziele, sondern Hinweise auf möglichen Handlungsbedarf.	62
Abbildung 26	Schutzzielmatrix Hochwasserschutz Uri (Anforderungen an den Hochwasserschutz. Bundesamt für Wasserwirtschaft, 1995).....	63
Abbildung 27	Schutzzielmatrix für gravitative Naturgefahren (Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren. Kanton Glarus, 2001).....	63
Abbildung 28	Grenzkosten und Grenzwerte als Schutzziele. Die ‚Sicherheitskurve‘ stellt die Verbindungslinie zwischen den kostenwirksamsten Massnahmen (-kombinationen) für jeden Sicherheitsgrad dar (linke oberste Punkte im Diagramm). Gemäss dem Grenzwertkriterium werden Massnahmen ergriffen, bis der Grenzwert des tolerierbaren Risikos erreicht ist (P1). Nach dem Grenzkostenkriterium werden Massnahmen bis zu dem Punkt (P2) ergriffen, an dem die Steigung der ‚Sicherheitskurve‘ der Vorgabe für Grenzkosten entspricht.	65
Abbildung 29	Gliederung der Schutzzielardarstellungen hinsichtlich ihrer Ausrichtung (wirkungs- oder effizienzorientiert) und ihrem Anwendungsbereich (Einzelobjekt oder Region). Regional einsetzbare und zugleich effizienzorientierte Schutzzielardarstellungen fehlen.....	66
Abbildung 30	Finanzflüsse im Management von Naturrisiken der Schweiz (Zahlen 2004 in Mio. CHF). Etwas mehr als die Hälfte der Aufwendungen wird durch Private in Form von Versicherungsprämien sowie Beiträgen an Prävention, Regeneration und Intervention getragen.	68

Abbildung 31	Die Effizienz der Koordinationsform zwischen gesellschaftlichen Akteuren hängt von Transaktionskosten, der Faktorspezifität und der Unsicherheit ab (Williamson, 1975).....	72
Abbildung 32	Ablauf des Managements von Naturrisiken. Eine Risikoanalyse auf regionaler Ebene (Stufe 1 nach Borter, 1999) zeigt Schutzdefizite (Handlungsbedarf) und Prioritäten auf. Aus diesem Handlungsbedarf, oft aber auch aufgrund von Ereignissen und politischen Anstössen ergeben sich Projekte, die hinsichtlich wirtschaftlicher Kriterien und Erfüllung von Sicherheitsanforderungen zu prüfen sind.	73
Abbildung 33	Zusammenarbeit von Experten und Laien (Heinimann, 2002).	75
Abbildung 34	Einfluss-Betroffenheits-Matrix (Hostmann, 2005). Akteure beispielhaft dargestellt.	76
Abbildung 35	Kapitel 3 in der Übersicht.....	85
Abbildung 36	Unterstützungsbedürftigkeit gemäss Richtlinien für die Ausgestaltung und Bemessung der Sozialhilfe (SKOS, 2005, S. A.6 – 3).	99
Abbildung 37	Risiko-Kategorien (Schneider, 1984).....	100
Abbildung 38	Gewinn und Verlust in Abhängigkeit vom Referenzpunkt (Kahneman und Tversky, 1979).	101
Abbildung 39	Elemente zur Entwicklung eines risikobasierten Management-Konzeptes für Naturrisiken.....	105
Abbildung 40	Abhängigkeit zwischen Allokation und Distribution gemäss Management-Konzept. Das Konzept geht davon aus, dass Mittel zur Reduktion untolerierbarer individueller Risiken (Grundsicherheitslücken) zwingend und Mittel zur weiteren Reduktion kollektiver Risiken („ALARP“-Lücken) bedingt bereitzustellen sind.	106
Abbildung 41	Kapitel 4 und 5 in der Übersicht.....	108
Abbildung 42	Handlungsbereiche nach dem Zwei-Regel-Ansatz (Beispiel Todesfallrisiken).	109
Abbildung 43	Ablauf gemäss schutzzielbasiertem Managementkonzept. Der ‚Zwei-Regel-Ansatz‘ wird auf Ebene Region und auf Ebene Einzelprojekt angewendet. .	111
Abbildung 44	Ermittlung eines Prioritäts-Indexes aufgrund der Schutzzielprinzipien und auf Basis von Schadenpotenzial- und Gefahrenkarten.	114
Abbildung 45	Vorschlag für vereinfachte Abschätzung des Handlungsbedarfs anhand Gefahrenkarte, Objektkategorien und Massnahmeneffizienz.	122
Abbildung 46	Koordination der Verantwortlichkeiten und Finanzflüsse im Management von Naturrisiken durch eine Risiko-Management-Agentur.	129
Abbildung 47	Das Engelberger Hochtal beim Hochwasser im August 2005 (Photo Amt für Wald und Raumentwicklung OW).....	133
Abbildung 48	Gemeinden des Kantons Obwalden und Sarnersee mit den wichtigsten Zu- und Abflüssen.	134
Abbildung 49	Objekt-Index in Abhängigkeit von der risikobetroffenen Person.	142
Abbildung 50	Schutzdefizitkarte nach ‚klassischer‘ Schutzzielmatrix ‚Borter/OW‘ 1999. ...	147
Abbildung 51	Schutzdefizitkarte nach modifizierter Schutzzielmatrix ‚Benutzer‘.....	148
Abbildung 52	Vergleich aller Gefahrenquellen und Prioritäten nach Verfahren (SD = Schutzdefizit).	149
Abbildung 53	Fallbeispiel Sarnersee, Gewichtung der Zielgruppen durch ‚Akteure‘ und ‚Experten‘.....	151

V7. Tabellen-Verzeichnis

Tabelle 1	Schäden mit häufiger Erwähnung in Berichten über Schäden oder Risiken. ...9
Tabelle 2	Beeinträchtigung verletzbarer Werte als Schäden. Nur bei einem Teil der verletzbaren Werte können Beeinträchtigungen klar als Schaden bewertet werden. 13
Tabelle 3	Beurteilung der Allgemeingültigkeit verschiedener Arten von Schäden. 14
Tabelle 4	Rechtsgüter in ausgewählten Bundesgesetzen (Seiler 1997, abgeändert)... 16
Tabelle 5	Die Gegenüberstellung der Konzepte ‚verletzbare Werte‘ und ‚Rechtsgüter‘ zeigt eine deutliche Übereinstimmung..... 17
Tabelle 6	Strafmass für Rechtsgutverletzungen gemäss Strafbestimmungen in ausgewählten Spezialgesetzen und dem Strafgesetzbuch (StGB). 18
Tabelle 7	Indikatoren und Messgrössen zur Darstellung der Beeinträchtigung verletzbarer Werte21
Tabelle 8	Beurteilung einiger Indikatoren nach Eignungskriterien. Es gibt nur wenige durchwegs geeignete Indikatoren.....23
Tabelle 9	Der Störwert als Metrik für den Vergleich verschiedener Arten von Schäden (BUWAL, 1991).....24
Tabelle 10	Der Indikator Geldeinheit eignet sich mit Einschränkungen zur Beurteilung verschiedener Kategorien verletzbarer Werte.25
Tabelle 11	Arten von Schäden und Bewertungsmethoden (Wilhelm, 2006).26
Tabelle 12	Betriebliche Folgeschäden von Naturereignissen sind im Vergleich zu den direkten Schäden von sehr unterschiedlicher Bedeutung.28
Tabelle 13	Die hochgerechneten finanziellen Folgen des Lawinenwinters 1999 und des Orkans Lothar 1999 für die Bergbahn- und Skiliftunternehmen der Schweiz (ohne Tessin).29
Tabelle 14	Übersicht über die verwendeten Begriffe zur Bewertung von Risiken.....32
Tabelle 15	Die Art des Risikos beeinflusst die Wahrnehmung und Bewertung entscheidend: Risiko-Konversionsfaktoren (RCF) (Litai et al., 1983).33
Tabelle 16	Intensitäten gefährlicher Prozesse (Heinimann et al., 1998).37
Tabelle 17	Widerspruchlos hingenommene mittlere individuelle Todesfallrisiken (Schneider, 1996).38
Tabelle 18	Literaturangaben zur Zahlungsbereitschaft (Grenzkosten) für die Rettung eines Menschenlebens.39
Tabelle 19	‚Policy factor‘ zur Klassierung von Risikokategorien (nach Vrijling 1998). Freiwilligkeit und direkter Nutzen beeinflussen die Höhe des tolerierbaren Risikos.41
Tabelle 20	Grenzwerte für individuelle Todesfallwahrscheinlichkeiten.44
Tabelle 21	Tolerierbares individuelles Risiko gemäss Schutzzielmatrix nach Borter (1999) im Vergleich zu den tolerierbaren individuellen Todesfallrisiken nach PLANAT (2004)47
Tabelle 22	Grenzkosten zur Verhinderung von Todesfällen.49
Tabelle 23	Grenzkosten zur Verhinderung verschiedener Arten von Schäden aus KATARISK (Bevölkerungsschutz, 2003a).50
Tabelle 24	Eckwerte von Akzeptanzlinien in F/N-Diagrammen: Die Akzeptanzlinien in bekannten F/N-Diagrammen (Ball, 1999; BUWAL, 1991) zeigen bedeutende Unterschiede in Lage und Neigung.52
Tabelle 25	Berechnung tolerierbarer kollektiver Risiken pro Gefahrenquelle für Naturgefahren in Engelberg.....54

Tabelle 26	Zielgrössen für maximale Wahrscheinlichkeiten einer Nichteinhaltung der Gebrauchstauglichkeit oder einer Überschreitung der Tragsicherheit (Wahrscheinlichkeit pro Jahr) (JCSS, 2001).....	56
Tabelle 27	Zielwerte der International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG, 2006). ..	56
Tabelle 28	Schutzziele für individuelle und kollektive Todesfall- und Sachrisiken (PLANAT, 2004b).	62
Tabelle 29	Ebenen des Risikomanagements.	64
Tabelle 30	Akteure und typische Aufgaben im Management von Naturrisiken.	67
Tabelle 31	Heutige Aufgabenteilung Bund, Kanton, Gemeinde.	69
Tabelle 32	Elemente des Vierjahresprogrammes einer Programmvereinbarung ‚Schutzbauten‘ (BAFU, 2007a).	70
Tabelle 33	Handlungsformen des schweizerischen Verwaltungsrechts (Richli, 2004). ...	74
Tabelle 34	Klassifizierung der Akteure (eigene Darstellung in Anlehnung an Hostmann et al., 2005).....	75
Tabelle 35	Themen und Formen des Einbezugs von Akteuren (eigene Darstellung in Anlehnung an Hostmann et al., 2005).	76
Tabelle 36	Kriterien zur Beurteilung des partizipativen Planungsprozesses (BAFU, 2007a).....	77
Tabelle 37	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zur Erfassung von Schäden und Risiken als Grundlage zur Anwendung von Schutzziele im Management von Naturrisiken.....	78
Tabelle 38	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu tolerierbaren Effekten und Grenzwerten.	80
Tabelle 39	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Schutzziele.....	81
Tabelle 40	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Operabilität.	82
Tabelle 41	Erkenntnisse, Lücken und Handlungsbedarf zu Organisation und Verfahren bei der Festlegung von Schutzziele im Management von Naturrisiken.	83
Tabelle 42	Das Dreistufenkonzept im technischen Sicherheitsrecht (Seiler, 1997) unterscheidet drei Bereiche der Pflicht zur Ergreifung von Sicherheitsmassnahmen: einen Bereich mit absoluter Handlungspflicht, einen Bereich mit Pflicht zu verhältnismässigen Handlungen und einen Bereich ohne Handlungspflicht.	91
Tabelle 43	Gängige Sorgfaltspflichten und Massnahmen im Umgang mit naturgefahrenbedingten Risikosituationen (nach Bütler, 2006).....	93
Tabelle 44	Geschützte Rechtsgüter und deren Zuordnung zu einer Bedürfnisstufe.....	98
Tabelle 45	Gerechtigkeitsprinzipien in Schutzzielkonzepte der Praxis.	103
Tabelle 46	Kernelemente eines schutzzielbasierten Konzeptes für das Management von Naturrisiken: Risikomanagement-Ebenen und anzuwendende Schutzzielkonzepte.....	107
Tabelle 47	Schutzzielprinzipien in den Regeln des schutzzielbasierten Managementkonzeptes.	109
Tabelle 48	Schutzziele zum maximal tolerierbaren individuellen Risiko.	112
Tabelle 49	Jährliche maximal tolerierbare Sachrisiken pro Are, berechnet aufgrund von Annahmen zu typischen Eigentumsverhältnissen.	113
Tabelle 50	Kriterien zur Bewertung von gefährdeten Objekten und von Risikoverminderungsmassnahmen.....	115
Tabelle 51	Kriterien und Fragen zur Bewertung von gefährdeten Objekten.	116
Tabelle 52	Kriterien und Fragen zur Bewertung von Risikoverminderungsmassnahmen.....	118

Tabelle 53	Charakterisierung von Gefahrengebieten nach gefahrenspezifischen und örtlichen Merkmalen.	119
Tabelle 54	Optimale Massnahme in Abhängigkeit von Merkmalen des Gefahrenprozesses und -gebietes sowie der Anordnung des Schadenpotenzials.	120
Tabelle 55	Risikobasierte Gefährdungsfaktoren pro Gefahrenprozess und Gefahrenstufe.	121
Tabelle 56	Unterschiede in der Zuordnung von Objekten zu Objektkategorien im Vergleich zwischen ‚klassischer‘ Schutzzielmatrix (Borter, 1999) und Rangierung nach Objekt-Index.	124
Tabelle 57	Transaktionskosten im Management von Naturrisiken.	126
Tabelle 58	Kriterien und Aspekte zur Beurteilung der Arten von Koordination im Management von Naturrisiken.	127
Tabelle 59	Vorschlag einer risikomanagement-orientierten Aufgabenteilung zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden.	128
Tabelle 60	Mitwirkung in den Phasen des Vorschlags zu einem schutzzielbasierten Risikomanagement (eigene Darstellung aufgrund der Ablauforganisation grösserer Integralprojekt im Kanton OW).	130
Tabelle 61	Auszug aus dem Masterplan ‚Sicherheit vor Naturgefahren‘ für die Gemeinden Engelberg und Sarnen.	135
Tabelle 62	Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 1.	138
Tabelle 63	Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 1 umgerechnet auf ein einheitliches Flächenmass.	139
Tabelle 64	Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss Regel 2.	140
Tabelle 65	Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfs.	143
Tabelle 66	Prioritäten von Massnahmen zur Risikoverminderung gemäss vereinfachter Abschätzung des Handlungsbedarfs flächenbereinigt.	144
Tabelle 67	Prioritäten von Risikoverminderungsmassnahmen aufgrund von Schutzdefiziten.	145
Tabelle 68	Prioritäten von Risikoverminderungsmassnahmen aufgrund von Schutzdefiziten pro Flächeneinheit.	146
Tabelle 69	Vergleichende Zusammenstellung der Varianten zur Verbesserung der Hochwassersicherheit Sarneraatal (Vorstudie).	150
Tabelle 70	Ergebnis der ersten Nutzwertanalyse Vorprojekt Sarneraatal.	152
Tabelle 71	Ergebnis der zweiten Nutzwertanalyse Vorprojekt Sarneraatal.	152
Tabelle 72	An der Stellungnahme beteiligte Bundesstellen und deren Position.	153

Anhänge

Inhaltsverzeichnis

I	Begriffe	3
	I.I Technische Risikobegriffe	3
	I.II Schutzziele	4
	I.III risikorelevante Begriffe im Recht	4
II	Risikoberechnung – Aggregation von Szenarien zum Gesamtrisiko	7
III	Objektkategorien und Risiko-Kategorien	9
IV	Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken; Vergleich zwischen Schutzzielen und Grenzwerten	10
	IV.I Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (1)	10
	IV.II Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (2)	11
	IV.III Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (3)	12
	IV.IV Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (4)	13
V	Tolerierbare Risiken pro Gefahrenquelle (Fallbeispiel Engelberg)	14
VI	Schutzzielrelevante Rechtsnormen	15
	VI.I Schutzzielrelevante Regelungen in der Verfassung	15
	VI.I.I Überblick	15
	VI.I.II Zweckartikel der Bundesverfassung	16
	VI.I.III Rechtsstaatsprinzipien	17
	VI.I.IV Individuelle und gesellschaftliche Verantwortung (Art. 6 BV, SR 101)	18
	VI.I.V Grundrechte (Art. 7 – 36 BV, SR 101)	19
	VI.I.VI Sozialziele (Art. 41 BV, SR 101)	21
	VI.I.VII Aufgaben und Zuständigkeiten	22
	VI.II Regelungen in Bundesgesetzen und Verordnungen	23
	VI.II.I Sicherheit vor Naturgefahren als öffentliche Aufgabe	23
	VI.II.II Umfang der Verantwortlichkeit der Allgemeinheit	27
	VI.III Ausführungsbestimmungen, Richtlinien, Weisungen, Empfehlungen auf Bundesebene	29
	VI.IV Einschlägige Bestimmungen kantonaler Gesetze	29
	VI.IV.I Verantwortlichkeit der Allgemeinheit oder Eigenverantwortung der Betroffenen?	29
	VI.IV.II Umfang der Verantwortlichkeit der Allgemeinheit	34
	VI.IV.III Schutzziele in den Kantonen	36
VII	Schutzzielrelevante Gerichtsurteile	37
	VII.I Subjektive Voraussetzungen einer Handlungspflicht	37
	VII.I.I Handlungen des Staates bei der Erfüllung öffentlicher Aufgaben	37
	VII.I.II Handlungspflicht nach privatrechtlichen Normen	39
	VII.II Objektive Voraussetzungen einer Handlungspflicht	40
	VII.III Anforderungen an den Handlungspflichtigen	45

VII.IV	Sorgfaltspflicht der risikobetroffenen Person	47
VII.V	Adäquater Kausalzusammenhang	47
VIII	Beurteilung von Schutzzieldarstellungen	49
VIII.I	Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit	49
VIII.II	Gewährleistung individueller Sicherheit und Wirtschaftlichkeit	50
VIII.III	Anforderungen an Informationsgrundlagen	51
VIII.IV	Einsatzmöglichkeit für regionales Risikomanagement	52
IX	Systematik der Schutzzielprinzipien	53
X	Objektkategorien und Schutzziel-Prinzipien	54
XI	Massnahmen und Schutzziel-Prinzipien (Vernetzung)	55
XII	Massnahmen und Schutzzielprinzipien	56
XII.I	Massnahmeneignung ‚Eignungskriterien‘	56
XII.II	Massnahmeneignung ‚Beispiel‘	57
XIII	Massnahmen-Index	58
XIII.I	Beispiel: Häufige Ereignisse, kleine bis mittlere Einzugsgebiete	58
XIII.II	Übersicht	59
XIV	Modifizierte Schutzzielmatrix	60
XIV.I	Version ‚Benutzer‘	60
XIV.II	Version ‚Eigentümer‘	61
XIV.III	Version ‚individuelles Risiko‘	62
XIV.IV	Vergleich der Versionen	63
XV	Fallbeispiel Engelberg	64
XV.I	Projektpriorisierung Managementkonzept nach Gefahrenprozessen	64
XV.II	Projektpriorisierung Managementkonzept rangiert	65
XVI	Fallbeispiel Sarnenraa, Bewertung Projektvarianten	66
XVI.I	Bewertung und Gwichtung durch Experten	66
XVI.II	Bewertung durch Experten, Gewichtung durch Akteure	67

I Begriffe

I.1 Technische Risikobegriffe

Ein **Risiko** (von arabisch rizq, der von Gottes Gnade oder Geschick abhängige Lebensunterhalt) ist die kalkulierte Prognose eines möglichen Schadens bzw. Verlustes im negativen Fall (Gefahr) oder eines möglichen Nutzens bzw. Gewinns im positiven Fall (Chance) (Wikipedia, 2006).

Im Umgang mit Naturrisiken ist der Risikobegriff ausschliesslich negativ besetzt und umschreibt die Möglichkeit, dass aus einem Zustand, Umstand oder Vorgang ein Schaden entstehen kann (Loat, 2003).

Ein Risiko ist die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines negativ bewerteten Ereignisses (mathematisch) oder die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines negativen Ereignisses multipliziert mit dem finanziellen Ausmass. Das Gegenwort zu ‚Risiko‘ ist ‚Sicherheit‘.

Es wird zwischen dem individuellen Risiko und dem kollektiven Risiko unterschieden. **Beim individuellen Risiko** wird das Risiko aus der Sicht eines (bestimmten) Individuums beurteilt. Als **kollektives Risiko** wird ein Risiko bezeichnet, das aus der Sicht eines Kollektivs beurteilt wird (Plattner, 2005).

Das **effektive Risiko** entspricht dem Produkt aus empirisch ermittelbaren Auswirkungen im Falle eines Ereigniseintritts und empirisch ermittelter Eintretenswahrscheinlichkeit des Ereignisses (Plattner, 2005).

Das **wahrgenommene Risiko** kann als subjektive Aufnahme des Risikos mit einer subjektiven Verarbeitung und Bewertung von risikobezogenen Informationen definiert werden (NDK, 2001). Das wahrgenommene Risiko beinhaltet somit eine systematische Abweichung vom rational-quantitativen Risiko-Mass (effektives Risiko).

In der Ingenieurwissenschaft wird das Risiko gemäss der sog. ‚Versicherungsformel‘ als Produkt von Schadenhäufigkeit und Schadenausmass umschrieben:

$$R (\text{Risiko}) = h_s (\text{Schadenhäufigkeit}) * S (\text{Schadenausmass})$$

Allgemeiner wird Risiko auch als Produkt aus Gefahr und Schadenpotenzial ausgedrückt (Loat, 2003). Der Begriff des **Schadenpotenzials** bezeichnet die Grösse des möglichen Schadens im betrachteten Gefahrengebiet (Loat, 2003).

Unter **Schaden** wird die negativ bewertete, idealiter zu vermeidende Folge eines Ereignisses verstanden (Loat, 2003; Seiler, 1997).

Der Begriff der **Gefahr** bezeichnet einen Zustand, Umstand oder Vorgang, aus dem ein Schaden für Mensch, Umwelt oder Sachgüter entstehen kann.

Naturrisiken sind Risiken, die im Zusammenhang mit Naturgefahren stehen. Als Naturgefahren gelten sämtliche Vorgänge in der Natur, die für Mensch, Umwelt und Sachgüter schädlich sein können (Loat, 2003).

Üblicherweise werden folgende Arten von Gefahren in Betracht gezogen (PLANAT, 2004b):

Hydrologische/meteorologische Naturgefahren

- Hochwasser: Überschwemmung, Ufererosion, Übermürung;
- Unwetter: Gewitter, Hagel, Wintersturm, Tropischer Wirbelsturm;
- Lawine (Schnee- und Eislawine);
- Kältewelle;
- Trockenheit, Hitzewelle, Waldbrand.

Geologische Naturgefahren

- Massenbewegungen: Rutschung, Stein-/Blockschlag, Felssturz, Bergsturz, Hangmure;
- Erdbeben;
- Vulkanismus;
- Tsunami.

I.II Schutzziele

Schutzziele beschreiben das Mass der Sicherheit, das mit Schutzmassnahmen erreicht werden soll (Loat, 2003). **Sicherheit** gilt als Zustand, für den das verbleibende Risiko als akzeptabel eingestuft wird (Eurodicautom, 2004).

In der Literatur werden Schutzziele häufig mit tolerierbaren Risiken gleichgesetzt. Diese Darstellung wurde für die vorliegende Arbeit übernommen.

Als **Restrisiko** gilt das Risiko, das nach der Realisierung aller vorgesehenen Schutzmassnahmen noch verbleibt. Nach Heinimann (Heinimann, 1998, zit. nach Schneider, 1994) setzt sich das Restrisiko aus bewusst akzeptiertem Risiko und Risiko aus menschlichen Fehlhandlungen zusammen. Letztere ergeben sich aus

- dem objektiven Nichterkennen von Risiken;
- dem subjektiven Nichterkennen objektiv bekannter Risiken;
- der Vernachlässigung von Risiken;
- der Anwendung ungeeigneter Massnahmen;
- der falschen Anwendung geeigneter Massnahmen.

I.III risikorelevante Begriffe im Recht

Unter **Risiko** im (sicherheits-)rechtlichen Sinne (z.B. Art. 10 USG, SR 814.01) wird „die Möglichkeit der schweren Schädigung verstanden, die bei einem ausserordentlichen Ereignis von einer Anlage ausgehen kann“ (Trösch, 1992). Wesentlich ist, dass sich diese Möglichkeit nicht zu einer Gefahr im Rechtssinne verdichtet (siehe unten).

In der Rechtslehre bedeutend ist der Begriff des **erlaubten Risikos** (Wikipedia, 2006): Ein erlaubtes Risiko ist dann gegeben, wenn zwar eine Gefahr geschaffen wird, diese aber von der Rechtsordnung hingenommen wird, um ein gedeihliches menschliches Zusammenleben überhaupt erst möglich zu machen.

Der (wirkliche oder vermeintliche) Nutzen einer Tätigkeit kann es rechtfertigen, ein gewisses Risiko in Kauf zu nehmen, wenn diese Tätigkeit sonst gar nicht oder nur mit unverhältnismässig hohen materiellen oder anderen Aufwendungen möglich wäre. Die Nutzen-Risiko-Abwägung ist dabei im Einzelnen eine schwierige und für jeden Fall neu zu entscheidende Frage (Kaiseraugst, Betäubungsmittel, BGE 117 IV 58 E. 2b; Basel-Landschaft, Abgabe Drogen, BGE 120 IV 334).

Die Strafrechtsdogmatik kennt den Begriff des erlaubten Risikos, um Sachverhalte zu beschreiben, die zwar zu einer Schädigung führen, aber trotzdem nicht strafbar sind (Seiler, 1997, S. 117). Die Rechtfertigung kann sich ergeben

aus einer gesetzlichen Erlaubnis;

aus der Üblichkeit und Normalität eines bestimmten Verhaltens, der sog. Sozialadäquanz.

Eine rechtliche Umschreibung des **Restrisikos** findet sich im sog. Kalkar-Entscheid des Deutschen Bundesverfassungsgerichtes (BVerfGE 49, 89 (143), wonach gemäss ‚praktischer Vernunft‘ Risiken unterhalb der Schwelle des erlaubten Restrisikos durch Grenzen des

menschlichen Erkenntnisvermögens verursacht und daher als sozial-adäquate Last von allen Bürgern zu tragen seien (zit. und kritisiert in (Seiler, 1996, S. 159ff.)).

Gefahr als juristischer Terminus technicus bezeichnet eine Sachlage, die bei ungehindertem Ablauf zu einem Schaden führt (Seiler, 1997, S. 44f.) oder die erhöhte Möglichkeit der Schädigung bzw. Verletzung von Rechtsgütern (Nef, 1987, S. 41).

Im Polizeirecht bezeichnet Gefahr diejenigen Situationen, welche ein polizeiliches Eingreifen rechtfertigen oder verlangen und im Zivilrecht diejenigen Situationen, welche einen präventiven Abwehranspruch begründen können. Im Haftpflichtrecht ergibt sich aus dem Gefahrenbegriff das Mass für die verlangte Sorgfaltspflicht. Analoges gilt für das Strafrecht, wobei hier noch zwischen konkreter und abstrakter Gefährdung unterschieden wird (Reinhard, 1993, S. 110 f.). Die konkrete Gefahr meint eine in der Lebenswirklichkeit vorliegende Sachlage im Einzelfall. Massnahmen der Gefahrenabwehr richten sich immer gegen konkrete Gefahren. Als abstrakte Gefahr wird eine Sachlage bezeichnet, aus der nach allgemeiner Lebenserfahrung in einer Grosszahl der Fälle eine konkrete Gefahr für ein polizeiliches Schutzgut entsteht.

Als rechtlich relevante Gefahr (Egli, 2002, S. 299; Reinhard, 1993, S. 105 f.) gilt eine Sachlage, die bei ungehindertem Ablauf des zu erwartenden Geschehens mit **hinreichender Wahrscheinlichkeit** zu einem Schaden für die öffentliche Sicherheit und Ordnung führt (polizeirechtlicher Gefahrenbegriff).

Für die hinreichende Wahrscheinlichkeit sind Eintretenswahrscheinlichkeit, voraussichtliches Schadenausmass und Art des bedrohten polizeilichen Schutzgutes massgebend. **Hinreichende Wahrscheinlichkeit** bedeutet einerseits, dass der Schaden nicht mit Gewissheit eintreten muss (Reinhard, 1993, S. 107 f.). Andererseits genügt auch nicht jede entfernte Möglichkeit eines Schadens. Je grösser der mögliche Schaden ist und je hochwertiger die gefährdeten Rechtsgüter sind, desto geringere Anforderungen sind an die Wahrscheinlichkeit zu stellen (Variabilität der Wahrscheinlichkeit). Ferner ist für das Erfordernis einer hinreichenden Wahrscheinlichkeit mit einem Schadeneintritt in absehbarer Zeit zu rechnen. Der polizeilichen Gefahr gleichgestellt ist die **Anscheinsgefahr** (Reinhard, 1993, S. 108 f.) Der Begriff bezeichnet eine Sachlage, welche bei verständiger Würdigung aller erkennbaren Umstände und hinreichender Sachverhaltsaufklärung als gefährlich erschien, obwohl diese Annahme im Nachhinein widerlegt wird.

Zur Begrifflichkeit von Gefahr, Gefahrenverdacht/Gefahrenvorsorge und Sicherheit unterscheidet Seiler (Seiler, 1997, S. 153-156):

Tabelle 1 Rechtsbegriffe zu Gefahr, Risiko und Sicherheit (Seiler, 1997)

Bezeichnung	Charakterisierung	Rechtsfolge
Gefahr	<i>Relevant erhöhte Wahrscheinlichkeit eines Schadens</i>	<i>Gefahrenabwehr (absolut, zwingend)</i>
Gefahrenverdacht	<i>Schädigung ungewiss oder Wahrscheinlichkeit klein</i>	<i>Gefahren-/Risikovorsorge (im Rahmen des technisch Möglichen und wirtschaftlich Zumutbaren)</i>
Sicherheit	<i>Hinreichend kleine Wahrscheinlichkeit einer Schädigung</i>	<i>Erlaubtes Risiko, keine zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen erforderlich</i>

Sicherheit ist nicht als reziproker Begriff zum Gefahrenbegriff der polizeilichen Generalklausel, sondern als reziproker Begriff zum ‚unerlaubten Risiko‘ zu verstehen (Seiler, 1996, S. 150). Sicherheit muss im doppelten Sinne vorliegen, damit überhaupt von Sicherheit im Rechtssinne gesprochen werden kann: Das Risiko einer Rechtsgutverletzung muss klein

sein und das Wissen darum, dass das Risiko klein ist, muss hinreichend gross und zuverlässig sein (Seiler, 1996 S. 161).

Als **Schaden** im rechtlichen Sinn wird die Verletzung eines Rechtsgutes bezeichnet (Seiler, 1997, S. 217ff.). Ein Schaden ist eine Verletzung (erhebliche Beeinträchtigung) eines Schutzgutes der öffentlichen Sicherheit und Ordnung (Reinhard, 1993, S. 106 f.). Bei den relevanten Schutzgütern, deren Verletzung einen Schaden darstellen kann handelt es sich um ‚Leib und Leben‘ von Menschen, allenfalls weitere traditionelle Polizeigüter (Seiler, 1997, S. 157). Dazuzurechnen sind aber auch Umweltgüter und soziale Werte (z.B. wirtschaftliche, soziale und politische Strukturen schlechthin). Im Privatrecht wird der Schaden auch als Vermögensverminderung oder als entgangener Gewinn umschrieben.

Eine **Störung** liegt vor, wenn ein Schaden für die öffentliche Sicherheit und Ordnung bereits eingetreten ist.

Vor allem im Umweltrecht/Störfallrecht hat der Begriff der **schweren Schädigung** zentrale Bedeutung. Der Begriff ist nicht klar umrissen (Stähelin, 1993, S. 238). Wesentliche Elemente zur Bestimmung der Schwere sind (Stähelin, 1993, S. 237f.):

- die Breite (Flächenwirkung) und Nachhaltigkeit der Schädigung;
- die Wirkung inner- oder ausserhalb des Betriebsareals;
- die Möglichkeit der Bewältigung durch die (ordentlichen) Kräfte.

Die zentrale Wertung wird der Exekutive überlassen (Stähelin, 1993, S. 239), was aus demokratischen und rechtsstaatlichen Überlegungen nicht unproblematisch ist. Diese Probleme sind durch Verfahren zu kompensieren (Stähelin, 1993, S. 241).

Als **Katastrophe** wird ein Unglücksfall grossen, aussergewöhnlichen Ausmasses verstanden (Seiler, 2001), wobei oft zusätzlich das Element der Plötzlichkeit genannt wird. Im Sinne der Ereignisbewältigung gilt als Katastrophe ein Ereignis, bei dem die ordentlichen Schutz- und Rettungskräfte überfordert sind und zusätzliche Unterstützung benötigen.

Als **höhere Gewalt** gelten aussergewöhnliche Naturereignisse, welche mit unabwendbarer Gewalt und in unvorhersehbarer Weise hereinbrechen (BGE 111 II 429 ff., 433 f.).

II Risikoberechnung – Aggregation von Szenarien zum Gesamtrisiko

Bei der Berechnung von Risiken ist zu berücksichtigen, dass sich das Gesamtrisiko zumeist aus einer Summe von Risiken einzelner Szenarien ergibt.

Für die Kumulation dieser beliebigen Zahl von Risiko-Szenarien zum Gesamtrisiko eines Systems sind in der Analyse von Naturrisiken verschiedene Verfahren gebräuchlich. Gemeinsam ist diesen Verfahren, dass bestimmte Szenarien stellvertretend ermittelt werden. Im Bereich von Naturrisiken sind – basierend auf der Praxis der Gefahrenkartierung - 30-jährliche, 100-jährliche, 300-jährliche und EHQ-Szenarien gebräuchlich.

Unterschiede bestehen bei der Aggregation dieser Szenarien zum Gesamtrisiko. Dies kann mittels einer sog. Risikomatrix erfolgen (Merz, 1995; Borter, 1999). Dieses - bei technischen Risiken häufige - Verfahren setzt voraus, dass sich das Risikoprofil (z.B. in einer Ereignisbaumanalyse) in diskrete Einzelszenarien aufgliedern lässt, wobei die aufsummierte Wahrscheinlichkeit aller ermittelten Szenarien 1 beträgt.

Bei der Beurteilung von Naturrisiken sind jedoch typischerweise nebst den ermittelten stellvertretenden Szenarien (z.B. 30-, 100-, 300-jährliches Ereignis) unendlich viele weitere Szenarien denkbar. In diesen Fällen die Aggregation über ein Wahrscheinlichkeits-/Ausmass-Diagramm (F/N-Diagramm) zweckmässiger (vgl. Kapitel 2.7.4.). Für W-A-Diagramme sind Darstellungen mit linearer oder – weitaus häufiger - mit doppelt logarithmischer Achsenskalierung gebräuchlich. Zur Ermittlung des Gesamtrisikos muss die ‚Risikokurve‘ zwischen den stellvertretenden Szenarien (Punkte mit ermittelter Wahrscheinlichkeit und Schadenausmass im F/N-Diagramm) interpoliert werden.

Die Ermittlung des Gesamtrisikos erfolgt durch Berechnung der Fläche (des Integrals) unter der Schadenkurve.

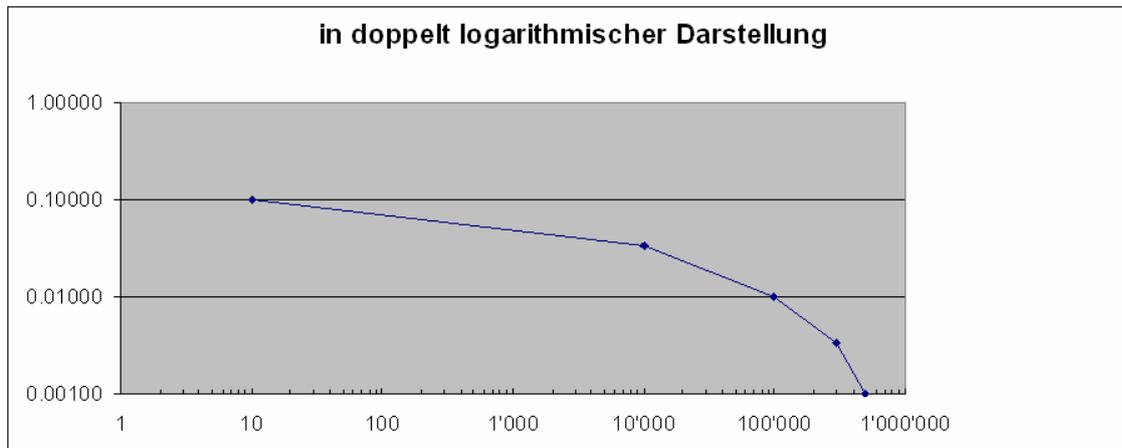


Abbildung 1 Schadenkurve im Diagramm mit doppelt logarithmischer Skalierung.

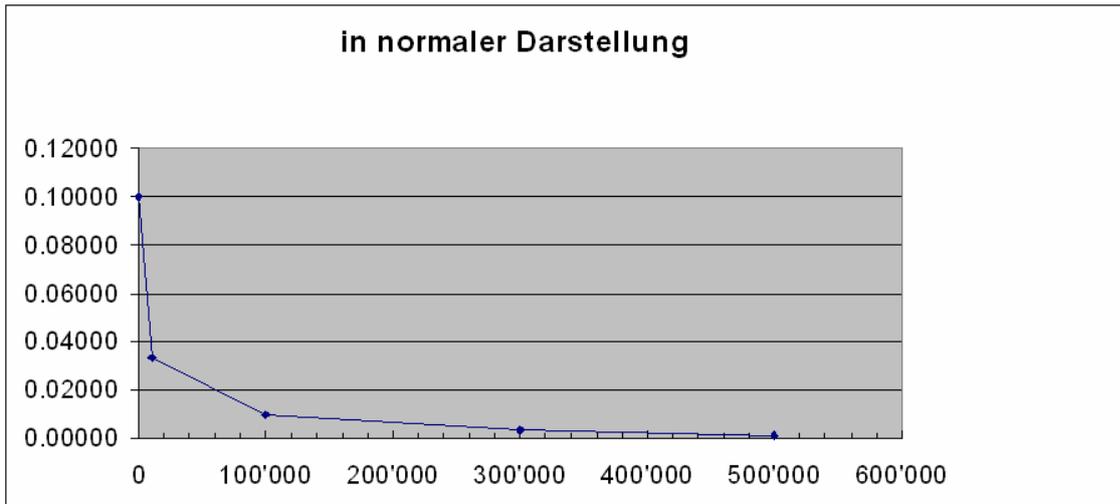


Abbildung 2 Schadenkurve im Diagramm mit linearer Skalierung.

Die nachstehende Tabelle zeigt die vergleichende Risikoberechnung die mit obigen Grafiken korrespondierenden Schadenszenarien

- nach BUWAL 107/I (Aggregation mittels Risikomatrix);
- als Integral unter der Schadenkurve mit Interpolation bei log-log-Skalierung;
- do. bei linearer Skalierung.

Tabelle 2 Vergleichende Berechnung des Risikos nach verschiedenen Methoden.

Berechnung kollektives Objektrisiko				© Largiader_Hess	
Gefahrenprozess	Muster				
Objektart	Muster				
	Schadenausmass S _{sp} (z.B. Fr.)	Wahrscheinlichkeit (pro Jahr)	BUWAL 107/I	Integral im W/A-Diagramm nichtlinear (linear)	
Anfangspunkt	10	0.10000	1		
Punkt 1	10'000	0.03333	333	395	334
Punkt 2	100'000	0.01000	1'000	1'397	1'283
Punkt 3	300'000	0.00333	1'000	1'099	1'333
Endpunkt	500'000	0.00100	500	368	933
Summe Objektrisiko (z.B. Fr./Jahr)			TOTAL 2'833	3'259	3'884

Die Wahl der Interpolation (linear im log-log-Diagramm oder linear im Diagramm mit linearer Skalierung) führt in einigen Fällen zu erheblichen Unterschieden beim ermittelten Gesamtrisiko. Im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Berechnungsbeispiele zu Personenschäden mit sehr kleinen Zahlenwerten für das Schadenausmass (typisch für Personenrisiken) ergaben Unterschiede zwischen den beiden Interpolationsverfahren von bis zu Faktor 50'000. Für diese Fälle empfiehlt sich eher die Risikoberechnung mit Interpolation im log-log-Diagramm.

Für die Wahl des ‚richtigen‘ Interpolationsalgorithmus sind Lage und Verlauf der ‚Risiko-Kurve‘ im W/A-Diagramm entscheidend. Diese Parameter sind nur mit einer aufwändigen Analyse ermittelbar. Nebst der mathematischen/statistischen Richtigkeit spielt wohl vor allem im regionalen Risikomanagement die Einheitlichkeit der Berechnungsmethoden eine Rolle.

Eine auf linearer Interpolation im Diagramm mit linearer Skalierung beruhende Berechnung zur Ermittlung von Risiken und von Kostenwirksamkeiten bei Projekten zur Risikominderung steht heute beim BAFU als Berechnungstool zur Verfügung (BWG, 2006 und BAFU, 2007b).

III Objektkategorien und Risiko-Kategorien

Tabelle 3 Risiko-Objekte, Risikokategorien und Anzahl betroffener Individuen

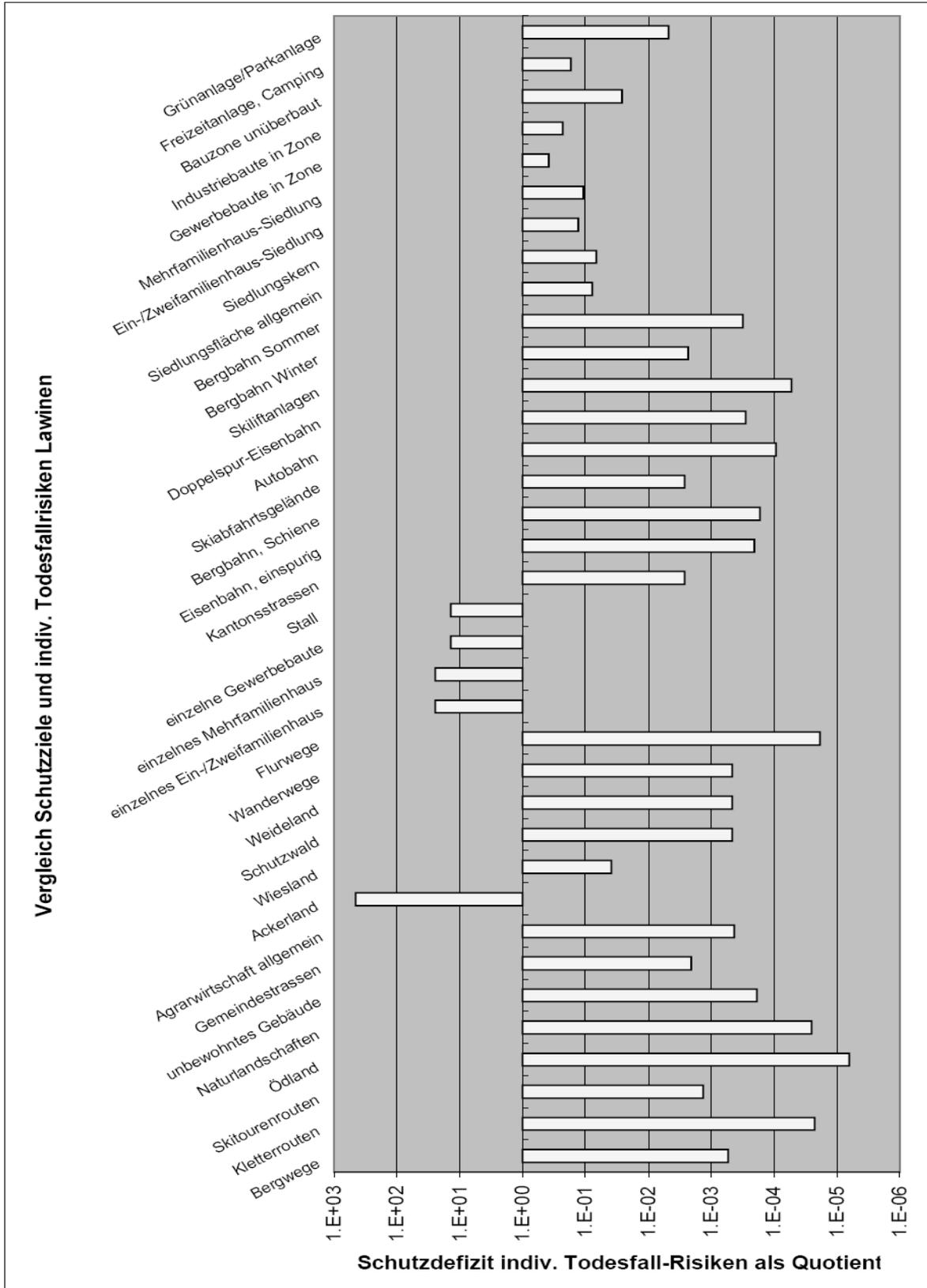
Objektkategorien gemäss Borter, 1999, Bd. I und II	Risiko-kategorie ^{*)}	Anzahl möglicher-weise betroffener Individuen ^{**)}
1 Bergwege	1	100
1 Kletterrouten	1	20
1 Skitourenrouten	1	50
1 Naturlandschaften	1	50
2.1 Weideland, Alpweiden	3	20
2.1 Wanderwege	1	200
2.1 Flurwege	2	50
2.2 unbewohntes Gebäude (Scheune usw.)	2	4
2.2 Kommunalen Verkehrsweg, Gemeindestrasse	3	50
2.2 Landwirtschaftliches Nutzgebiet allgemein	3	4
2.2 Ackerland	3	4
2.2 Wiesland	3	4
2.2 Wald mit besonderer Schutzfunktion	3	20
2.3 Ein-/Zweifamilienhaus	4	3
2.3 Mehrfamilienhaus	4	6
2.3 Gewerbebaute	3	6
2.3 Stall, Ökonomiegebäude	3	3
2.3 kantonaler Verkehrsweg, Kantonsstrasse	3	10'000
2.3 Eisenbahn, einspurig	4	15'000
2.3 Bergbahnen	2	10'000
2.3 Skiabfahrtsgelände	1	5'000
3.1 Nationaler Verkehrsweg, Autobahn	3	150'000
3.1 Eisenbahn, doppelspurig	4	100'000
3.1 Skiliftanlage	2	25'000
3.1 Bergbahn-Station	2	5'000
3.2 Siedlungsfläche allgemein	4	5
3.2 Siedlungskern	4	10
3.2 Ein-/Zweifamilienhaussiedlung	4	3
3.2 Mehrfamilienhaussiedlung	4	6
3.2 Gewerbegebiet	3	6
3.2 Industriegebiet	3	10
3.2 Bauzone unüberbaut	2	5
3.2 Freizeit-/Campinganlage	1	20
3.2 Grünanlage/Parkanlage	1	200

^{*)} gemäss Merz et. al, 1995; PLANAT, 2004b (1=freiwillige Risiken, 4=unfreiwillige Risiken)

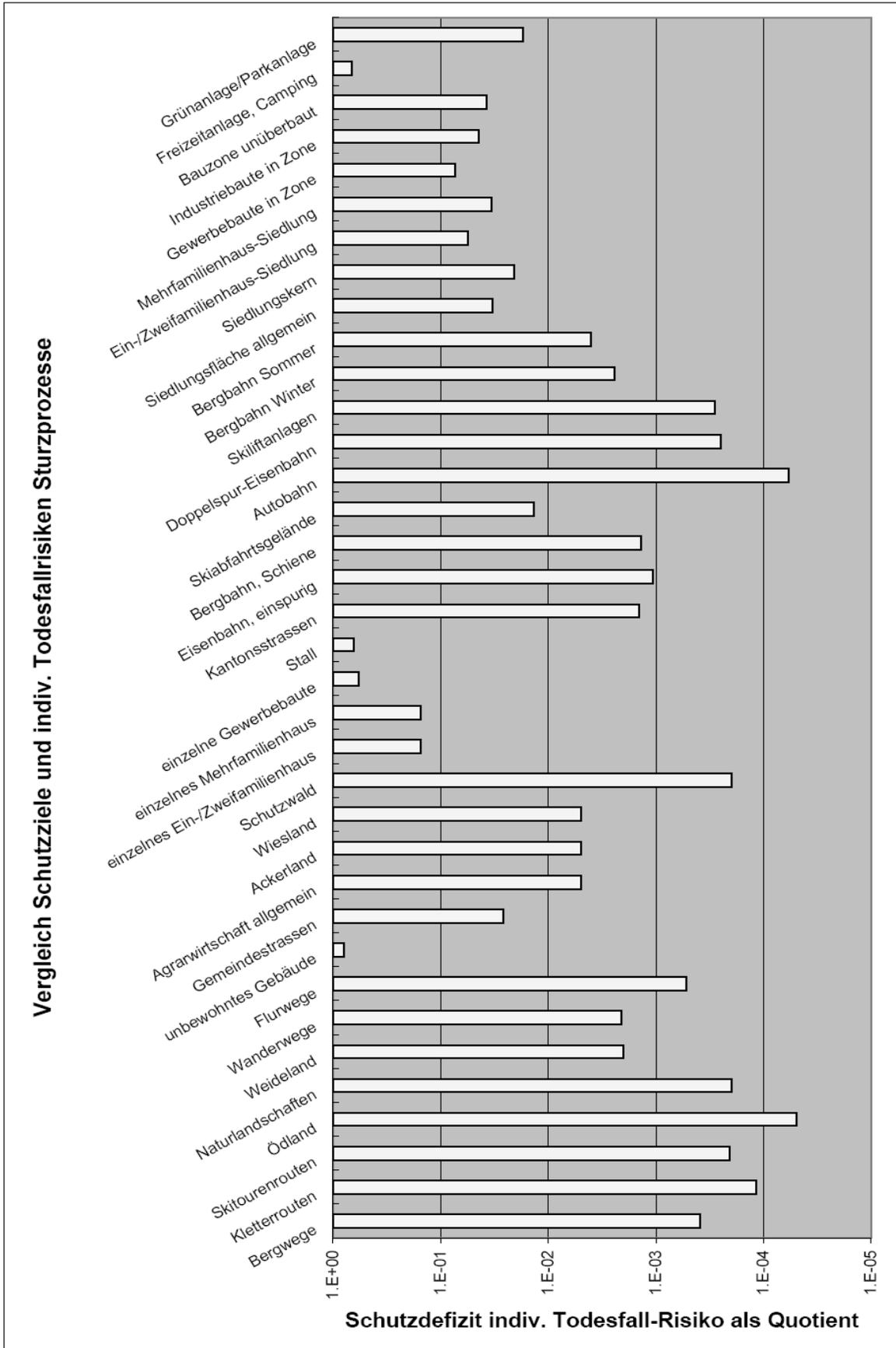
^{**) Schätzung der Anzahl verschiedener Individuen, die sich typischerweise während eines Jahres in oder auf einem Objekt (Referenzfläche 1 ar bei flächigen Objekten, Referenzlänge 10 m bei linienförmigen Objekten) aufhalten}

IV Tolerierbare individuelle Todesfallrisiken; Vergleich zwischen Schutzziele und Grenzwerten

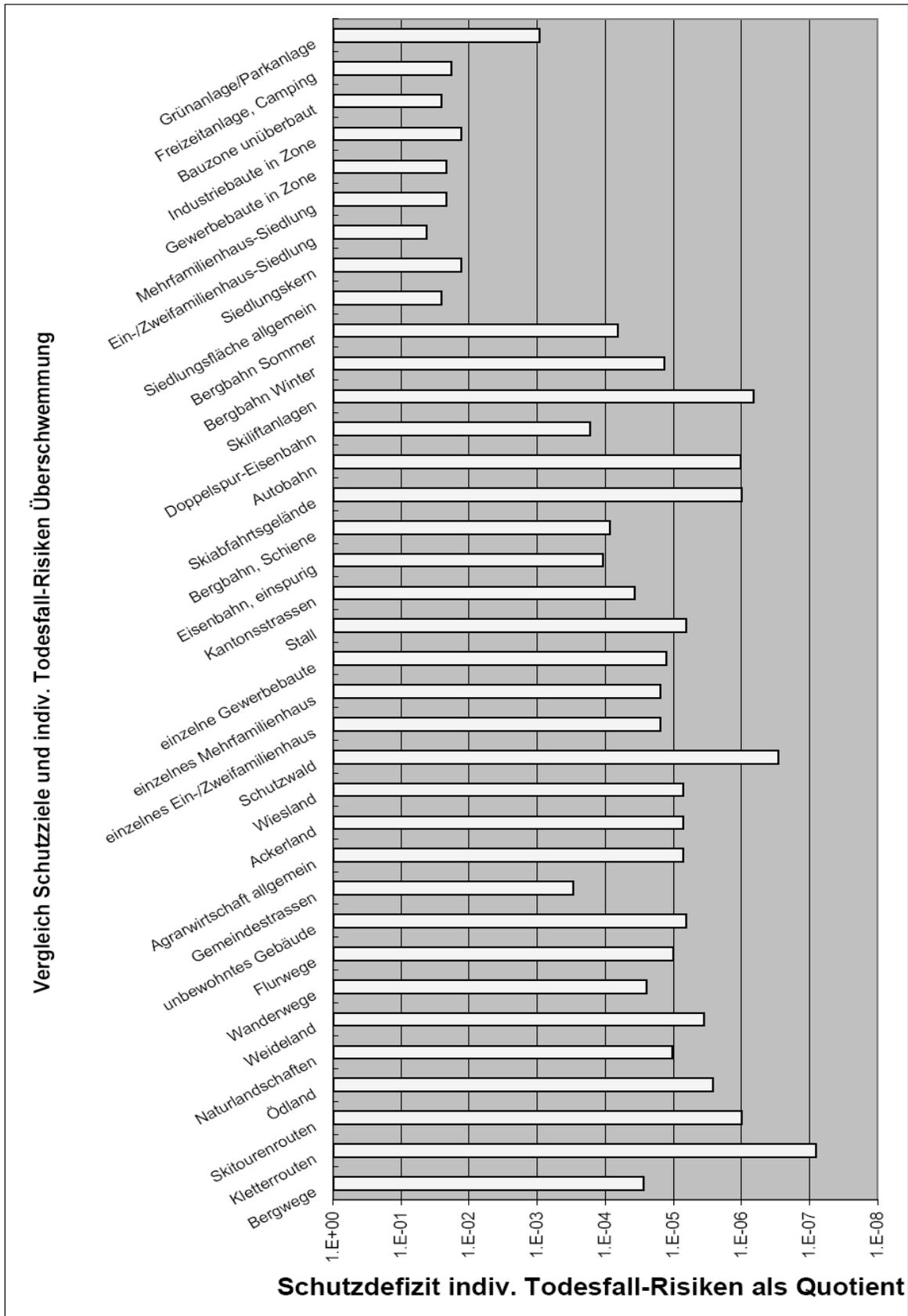
IV.I Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (1)



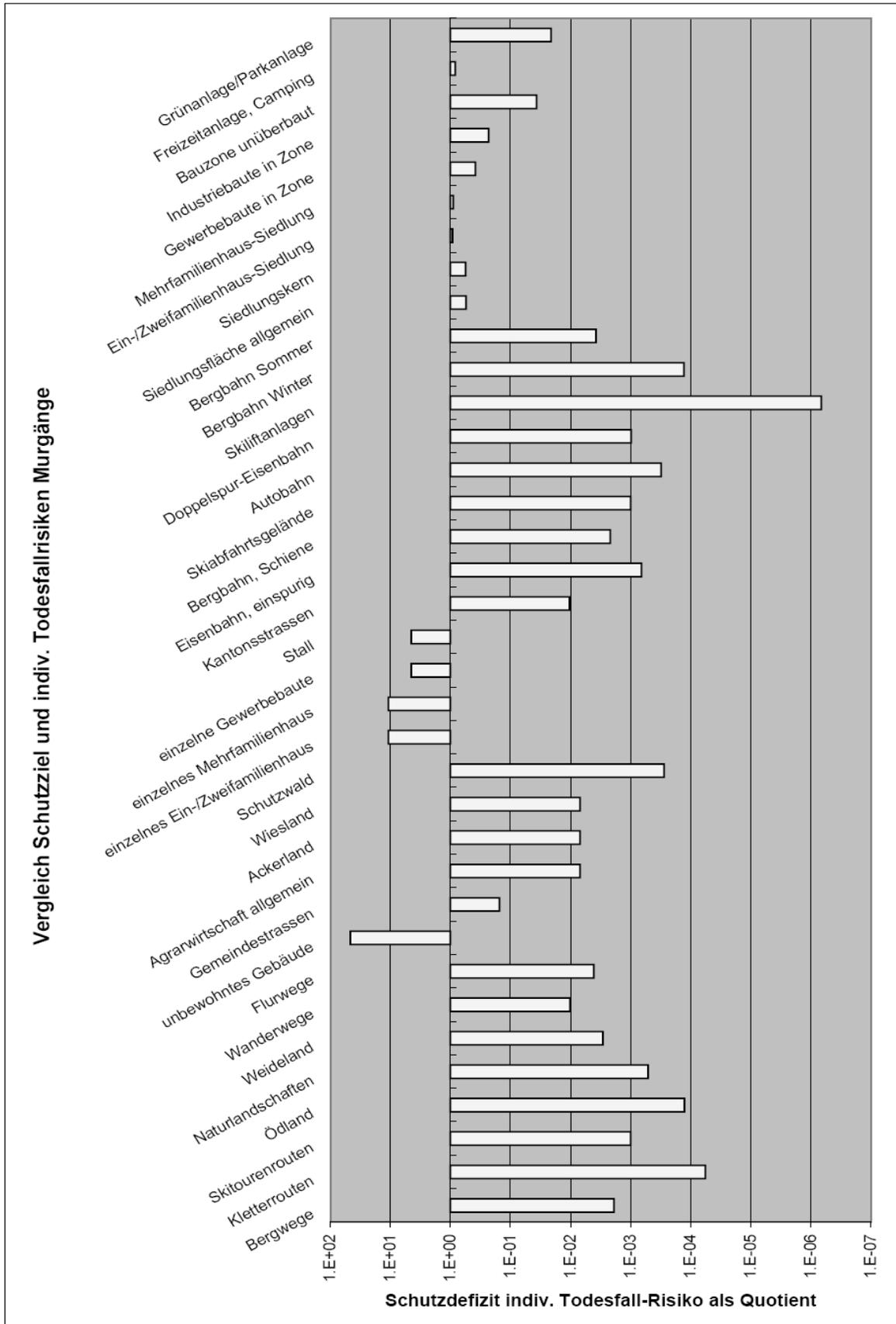
IV.II Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (2)



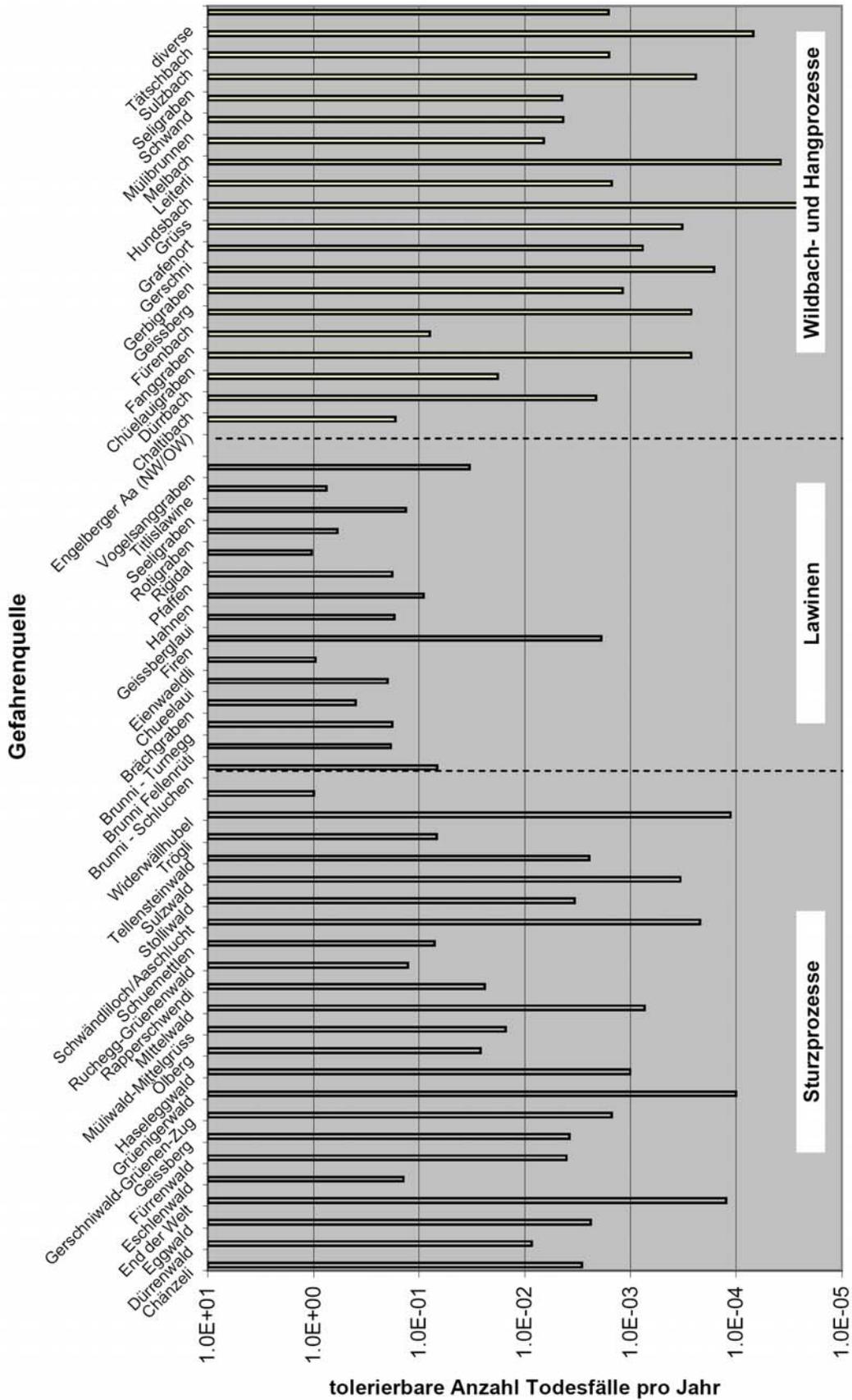
IV.III Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (3)



IV.IV Berechnete Schutzziele (Matrix) und Grenzwert (4)



V Tolerierbare Risiken pro Gefahrenquelle (Fallbeispiel Engelberg)



VI Schutzzielrelevante Rechtsnormen

VI.I Schutzzielrelevante Regelungen in der Verfassung

VI.I.I Überblick

Die schweizerische Bundesverfassung (BV, SR 101) enthält verschiedene für Schutzziele relevante Bestimmungen. Es sind dies insbesondere Art. 2, 5 und Art. 6 der allgemeinen Verfassungsbestimmungen sowie das Kapitel über die Grundrechte (BV Art. 7 bis 36) und die Sozialziele (BV Art. 41).

Im Bezug auf die vorerwähnten Fragestellungen lassen sich diese Verfassungsbestimmungen folgendermassen darstellen:

Tabelle 4 Hinweise zur Allgemein- und zur Eigenverantwortung sowie zum erforderlichen Mass an Sicherheit in der Schweizerischen Bundesverfassung

<i>Fragestellung Maßgebliche Artikel der Bundesverfassung</i>	<i>Sicherheit als Aufgabe der Allgemeinheit</i>	<i>Eigenverantwortung des Individuums</i>	<i>Hinweise zum gebotenen/erforderlichen Maß an Sicherheit</i>
<i>Art. 2 Zweck</i>	<i>Abs. 1 Sicherheit Abs. 2 Wohlfahrt Abs. 4 natürliche Lebensgrundlagen und friedliche Ordnung</i>		<i>Abs. 3 Chancengleichheit</i>
<i>Art. 5 Grundsätze</i>	<i>Abs. 1 Gesetzmässigkeit Abs. 2 öffentliches Interesse</i>		<i>Abs. 2 Verhältnismässigkeit Abs. 3 Treu und Glauben</i>
<i>Art. 6 Verantwortung</i>		<i>Eigenverantwortung und gesellschaftliche Verantwortung erforderlich</i>	
<i>Art. 7 Menschenwürde</i>			<i>Schutz der Menschenwürde</i>
<i>Art. 8 Rechtsgleichheit</i>			<i>Abs. 1 Rechtsgleichheit Abs. 2 Diskriminierungsverbot</i>
<i>Art. 9 Treu und Glauben</i>			<i>Treu und Glauben und Willkürverbot</i>
<i>Art. 10 Leben und persönliche Freiheit</i>	<i>Abs. 1 Recht auf Leben Abs. 2 Recht auf persönliche Freiheit, körperliche und geistige Unversehrtheit, Bewegungsfreiheit</i>		<i>Abs. 3 Verbot von Folter und grausamer oder unmenschlicher Behandlung</i>
<i>Art. 12 Hilfe in Notlagen</i>		<i>Nothilfe setzt Unmöglichkeit einer Selbsthilfe voraus</i>	<i>Hilfe und Betreuung und Mittel für ein menschenwürdiges Dasein</i>

Fortsetzung Tabelle nächste Seite

Art. 24 Niederlassungsfreiheit			Recht, sich an jedem Ort des Landes niederzulassen.
Art. 26 Eigentumsgarantie	Gewährleistung des Eigentums		
Art. 27 Wirtschaftsfreiheit	Gewährleistung der Wirtschaftsfreiheit		
Art. 29 Verfahrensgarantien			Anspruch auf gleiche und gerechte Behandlung
Art. 36 Einschränkungen von Grundrechten	Abs. 4: Unantastbarer Kerngehalt		Abs. 1: Erfordernis einer gesetzlichen Grundlage Abs. 2: Erfordernis eines öffentlichen Interesses oder des Schutzes von Grundrechten Dritter Abs. 3: Erfordernis der Verhältnismässigkeit
Art. 41 Sozialziele	Abs. 4: Keine unmittelbaren Ansprüche auf staatliche Leistungen	Abs. 1 Voraussetzung persönlicher Verantwortung	Abs. 1: - soziale Sicherheit - notwendige Gesundheitspflege - Schutz u. Förderung der Familien - angemessene Arbeitsbedingungen - angemessene Wohnung - Ausbildungsmöglichkeiten
Art. 57 Sicherheit	Abs. 1: Zuständigkeit von Bund und Kantonen	Abs. 1: ... im Rahmen ihrer Zuständigkeit...	
Art. 76 Wasser	Abs. 1: Sorge für Abwehr schädigender Einwirkungen des Wassers	Abs. 1: ... im Rahmen seiner Zuständigkeit...	
Art. 77 Wald	Abs. 1: Sorge für Schutzwirkung des Waldes		
Art. 185 Sicherheit	Abs. 3: Notverordnungskompetenz		

VI.I.II Zweckartikel der Bundesverfassung

Bereits im Zweckartikel sind generelle Vorstellungen zu Schutzzieleen enthalten

BV Art. 2 Zweck

¹ Die Schweizerische Eidgenossenschaft schützt die Freiheit und die Rechte des Volkes und wahrt die Unabhängigkeit und die Sicherheit des Landes.

² Sie fördert die gemeinsame Wohlfahrt, die nachhaltige Entwicklung, den inneren Zusammenhalt und die kulturelle Vielfalt des Landes.

³ Sie sorgt für eine möglichst grosse Chancengleichheit unter den Bürgerinnen und Bürgern.

⁴ Sie setzt sich ein für die dauerhafte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und für eine friedliche und gerechte internationale Ordnung.

Artikel 2 orientiert sich an der klassischen Viergliedrigkeit des Staatszwecks: Freiheits-, **Sicherheits-**, Gemeinschafts- und Wohlfahrtszweck. Grundsätzlich haben alle Bundeszwecke das gleiche Gewicht (BBl 1997 I 126). Für Schutzziele von Bedeutung ist das in Absatz 2 und 4 umschriebene Nachhaltigkeitsprinzip. Bemerkenswert ist der Einschub des im Verfassungsentwurf 1996 noch nicht enthaltene Absatz 3 zur **‘möglichst grossen Chancengleichheit’**. Dieser Passus war allerdings in der parlamentarischen Beratung stark umstritten. So wurde vor einer Überforderung des Staates oder mangelnder Justiziabilität gewarnt (AB N, 1998, S. 129 ff., S. 406 ff., S. 462 ff.).

VI.I.III Rechtsstaatsprinzipien

Für Schutzziele von Bedeutung sind sodann die in der heutigen Verfassung geregelten Grundsätze des rechtsstaatlichen Handelns, auch als Rechtsstaatsprinzipien bezeichnet (Häfelin/Müller, 2002), (Richli, 2004):

- Gesetzmässigkeit;
- Öffentliches Interesse;
- Rechtsgleichheit und Willkürverbot;
- Verhältnismässigkeit;
- Vertrauensschutz;
- Rechtssicherheit.

Die einschlägigen Verfassungsbestimmungen lauten

Art. 5 Grundsätze rechtsstaatlichen Handelns

¹ Grundlage und Schranke staatlichen Handelns ist das Recht.

² Staatliches Handeln muss im öffentlichen Interesse liegen und verhältnismässig sein.

³ Staatliche Organe und Private handeln nach Treu und Glauben.

⁴ Bund und Kantone beachten das Völkerrecht.

- **Gesetzmässigkeit** (Art. 5 Abs. 1 BV, SR 101)

Dieses Prinzip verweist – auch bezüglich der Schutzziele – auf die Rechtsordnung, insbesondere auf die Spezialgesetze, auf die nachstehend unter Kapitel VI.2. einzugehen ist.

- **Öffentliches Interesse** (Art. 5 Abs. 2 BV, SR 101)

Gemäss Botschaft zur Bundesverfassung (BBl 1997 I 133) umfasst das öffentliche Interesse in erster Linie **polizeiliche Interessen**, d.h. öffentliche Ruhe und Ordnung, **Sicherheit**, Gesundheit, Sittlichkeit sowie Treu und Glauben im Geschäftsverkehr. Das öffentliche Interesse erstreckt sich ferner auf Anliegen sozialer, kultureller, historischer und wissenschaftlicher Art sowie Anliegen des Umweltschutzes, des haushälterischen Umgangs mit dem Boden, des sparsamen Umgangs mit Energie usw. Es schliesst zudem das Interesse des Staates an seiner Unabhängigkeit, seinem Ruf, seiner Glaubwürdigkeit usw. ein. Das öffentliche Interesse kann sich im Laufe der Zeit ändern; es kann auch in räumlicher Hinsicht variieren. Es ist nicht zuletzt die Bundesverfassung, die darüber Aufschluss gibt, was als öffentliches Interesse anzuerkennen ist.

Für Schutzziele im Management von Naturrisiken besonders relevant sind ein Teil dieser polizeilichen Interessen.

- **Verhältnismässigkeit** (Art. 5 Abs. 2 BV, SR 101)

Das *Verhältnismässigkeitsprinzip* enthält drei Elemente (BBI 1997 I 133 f.): Eine staatliche Massnahme muss **geeignet** sein, das angestrebte Ziel zu erreichen (**Geeignetheit**). Staatliches Handeln darf in materieller, räumlicher, zeitlicher und persönlicher Hinsicht nicht schärfer einschränken, als dies für die Erreichung des Ziels nötig ist (**Erforderlichkeit**, ‚geringstmöglicher‘ Eingriff). Schliesslich muss die geeignete und erforderliche Massnahme in einem **vernünftigen Verhältnis zum angestrebten Ziel** stehen (Verhältnismässigkeit im engeren Sinn oder Verhältnismässigkeit des geforderten Opfers). Das Verhältnismässigkeitsprinzip findet sowohl in der Leistungsverwaltung als auch in der Eingriffsverwaltung Anwendung. In beiden Bereichen richtet sich der Grundsatz sowohl an die rechtsanwendenden Behörden als auch an den Gesetzgeber.

Für Schutzziele im Management von Naturrisiken ist das Verhältnismässigkeitsprinzip in zweierlei Hinsicht relevant. Einerseits sind effizienzorientierte Schutzzieldarstellungen auf dem Verhältnismässigkeitsprinzip begründet. Weiter tragen die unter anderem in Kapitel 2.6.2.4 dargestellten Risikokategorien dem Verhältnismässigkeitsprinzip Rechnung.

- **Treu und Glauben** (Art. 5 Abs. 3 BV, SR 101)

Nach dem Grundsatz von Treu und Glauben lassen sich unter Umständen Sicherheitsansprüche aus behördlichen Zusicherungen oder behördlicher Praxis ableiten. Der spezifische grundrechtliche Schutz, den das Bundesgericht aus dem Grundsatz von Treu und Glauben abgeleitet hat (Schutz des berechtigten Vertrauens in behördliche Zusicherungen oder andere Erwartungen begründendes Behördenverhalten), wird im Grundrechtskatalog geregelt (Art. 8 VE 96) (BBI 1997 I 134). Der Grundsatz von Treu und Glauben ist im Verfahren des Risikomanagements zentral. Vertrauen ist heute als Schlüsselfaktor eines effektiven und effizienten Risikomanagements erkannt.

- **Rechtsgleichheit und Willkürverbot** (Art.8 Abs. 1 und 2 und Art. 9 BV, SR 101)

Art. 8 Rechtsgleichheit

1 Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich.

2 Niemand darf diskriminiert werden,

Diese Bestimmung schützt eine rechtliche Gleichheit. Diese Gleichheit unterscheidet sich von wirtschaftlicher oder sozialer Gleichstellung, die nur Gegenstand eines politischen Programms sein kann (BBI 1997 I 142). Das Willkürverbot ist eine unverzichtbare Grundlage des Rechtsstaates; es sichert dem Einzelnen im Umgang mit den Behörden ein Mindestmass an Gerechtigkeit. Aufgrund dieser Eigenschaft als Mindestgarantie erscheint das Willkürverbot wie ein subsidiäres Verfassungsrecht, das dann angerufen wird, wenn kein anderes Grundrecht oder kein anderes spezifisches Recht geltend gemacht werden kann. Kein öffentliches Interesse, und sei es noch so stark, rechtfertigt eine willkürliche Handlung des Staates (BBI 1997 I 144).

VI.I.IV Individuelle und gesellschaftliche Verantwortung (Art. 6 BV, SR 101)

Schutzziele grenzen die Verantwortlichkeit des Individuums gegenüber Dritten, namentlich der Allgemeinheit ab.

Art. 6 Individuelle und gesellschaftliche Verantwortung

Jede Person nimmt Verantwortung für sich selber wahr und trägt nach ihren Kräften zur Bewältigung der Aufgaben in Staat und Gesellschaft bei.

Der heutige Artikel 6 der BV war in der ursprünglichen Botschaft vom 20. Nov. 1996 nicht enthalten und wurde erst im Entwurf der Verfassungskommission des Nationalrates vom 21. November 1997 als Art. 3 b eingebracht. Im Parlament wurde das Ansinnen (SR am 20. Jan. 1998, NR am 18. März 1998) kontrovers diskutiert (AB 1998S, S. 25ff., S. 152) (AB 1998N, S. 137ff., S. 408). Einerseits wurde ein solcher Artikel gefordert, um der drohenden Überforderung des Staates entgegenzutreten, andererseits sprach die mangelhafte Durchsetzbarkeit gegen einen solchen Artikel.

Art. 6 der Bundesverfassung hält also fest, dass jedes **Individuum Verantwortung trägt** und sich – auch in Fragen der Sicherheit vor Naturgefahren – nicht ausschliesslich auf Dritte, namentlich die Allgemeinheit, abstützen kann. Wie weit die Verantwortung reicht, die das Individuum wahrzunehmen hat, ist dagegen nicht ausformuliert.

VI.I.V Grundrechte (Art. 7 – 36 BV, SR 101)

Aus den Grundrechten ergeben sich Ansprüche des Individuums gegenüber dem Staat und Dritten. Gemäss Botschaft zur Schweiz. Bundesverfassung (BBI 1997 I 191 ff.) ist die Funktion der Grundrechte sowohl defensiv, indem sie den Einfluss des Staates auf die Individuen beschränken, als auch positiv, indem sie den Staat zu einem Tun veranlassen oder ihn gar dazu verpflichten (BBI 1997 I 191). Dabei sind die Grundrechte – im Gegensatz zu den im gleichen Titel geregelten Sozialzielen – direkt anwendbar (BBI 1997 I 137). Aus den Grundrechten ergeben sich somit eigentliche Schutzziele.

Die Grundrechte fallen nach herrschender Lehre unter den Begriff der öffentlichen Sicherheit und Ordnung (Reinhard, 1993, S. 76).

Für das Management von Naturrisiken erscheinen folgende Grundrechte als besonders relevant:

- Art. 7: Menschenwürde (primäres und subsidiäres Grundrecht (BBI 1997 I 140);
- Art. 8 Abs. 1: Rechtsgleichheit (rechtliche, nicht aber wirtschaftliche und soziale Gleichheit (BBI 1997 I 142));
- Art. 9: Schutz vor Willkür und Wahrung von Treu und Glauben;
- Art. 10: Recht auf Leben und auf persönliche Freiheit;
- Art. 12: Recht auf Hilfe in Notlagen (Das BGer hat die Befriedigung der elementarsten menschlichen Bedürfnisse (Nahrung, Kleidung, Obdach) als Bedingung eines menschenwürdigen Daseins, das diese Bezeichnung verdient, und der menschlichen Entfaltung anerkannt. In dem Mass, in dem die Sicherstellung des Existenzminimums diesen erstrangigen Bedürfnissen entspricht, kann das Recht darauf in einer Beschwerde ans Bundesgericht als Beschwerdegrund angeführt werden (BBI 1997 I 149 f.). Im Vergleich zum Verfassungsentwurf 1996 wurde mit dem Einschub des Satzteilens „... und nicht in der Lage ist, für sich zu sorgen,...“ die Bedeutung der eigenen Verantwortung betont.);
- Art. 24: Niederlassungsfreiheit;
- Art. 26: Eigentumsgarantie (Der Eigentümer muss bei der Ausübung seines Rechts öffentliche Interessen wie Raumplanung, den Schutz von Umwelt, Wasser und Wald oder Natur- und Heimatschutz usw. berücksichtigen (BBI 1997 I 173));
- Art. 27: Wirtschaftsfreiheit (Als Einschränkung der Wirtschaftsfreiheit sind grundsätzlich zulässig Massnahmen zum Schutz des Lebens und der Gesundheit sowie zum Schutz weiterer sogenannter Polizeigüter (bes.

öffentliche Sittlichkeit, Treu und Glauben im Geschäftsverkehr). Grundsätzlich zulässig sind sodann auch sozialpolitisch motivierte Massnahmen sowie andere Massnahmen, die nicht primär wirtschaftspolitischen Zwecken dienen (darunter insbesondere Massnahmen der Raumplanung, der Energiepolitik, der Umweltpolitik und der Sprachpolitik) (BBI 1997 I 175));

Art. 29: Allgemeine Verfahrensgarantien.

Art. 35 und Art. 36 BV regeln Geltungsbereich und Einschränkungen von Grundrechten:

Art. 35 Verwirklichung der Grundrechte

¹ Die Grundrechte müssen in der ganzen Rechtsordnung zur Geltung kommen.

² Wer staatliche Aufgaben wahrnimmt, ist an die Grundrechte gebunden und verpflichtet, zu ihrer Verwirklichung beizutragen.

³ Die Behörden sorgen dafür, dass die Grundrechte, soweit sie sich dazu eignen, auch unter Privaten wirksam werden.

Dieser Artikel gibt den staatlichen Behörden den allgemeinen Auftrag, für die tatsächliche Verwirklichung der Grundrechte zu sorgen, d.h. alle geeigneten Mittel einzusetzen, um das angestrebte Ziel zu erreichen. Dieser Auftrag schliesst zunächst die Verpflichtung ein, sich jeder Tätigkeit zu enthalten, die den Grundrechten schaden könnte; dies entspricht der klassischen Funktion der Grundrechte als Abwehrrechte, die dem Staat eine Pflicht zur Zurückhaltung auferlegt. Der Auftrag enthält aber weiter auch die Verpflichtung der staatlichen Behörden, sich so zu verhalten, dass die Grundrechte geschützt und gefördert werden (positive Funktion) (BBI 1997 I 192).

Abs. 3 bringt zum Ausdruck, dass die Grundrechte auch eine Wirkung auf die Beziehungen unter den Einzelnen haben. Diese Wirkung kann aber nicht allgemeinverbindlich und starr festgelegt werden. Sie wandelt sich vielmehr je nach der Art des betreffenden Grundrechts und je nach den Umständen. Es ist jedes Mal eine Analyse der konkreten Situation erforderlich, damit entschieden werden kann, ob die Wirkung unter Privaten möglich ist (BBI 1997 I 193).

Art. 36 Einschränkungen von Grundrechten

¹ Einschränkungen von Grundrechten bedürfen einer gesetzlichen Grundlage. Schwerwiegende Einschränkungen müssen im Gesetz selbst vorgesehen sein. Ausgenommen sind Fälle ernster, unmittelbarer und nicht anders abwendbarer Gefahr.

² Einschränkungen von Grundrechten müssen durch ein öffentliches Interesse oder durch den Schutz von Grundrechten Dritter gerechtfertigt sein.

³ Einschränkungen von Grundrechten müssen verhältnismässig sein.

⁴ Der Kerngehalt der Grundrechte ist unantastbar.

Die Bestimmung macht klar, dass die von der Verfassung garantierten Grundrechte nicht absolut zu verstehen sind und dass sie eingeschränkt werden können oder gar müssen. Solche Einschränkungen dürfen die Grundrechte allerdings nicht ihres Gehalts entleeren. Daher sind die Voraussetzungen, unter denen eine Einschränkung von Grundrechten zulässig ist, ihrerseits verfassungsrechtlich festgelegt. Ein Grundrechtseingriff ist nur unter den vier in Artikel 36 ausdrücklich formulierten Bedingungen zulässig (BBI 1997 I 194 f.).

Der zweite Satz von Abs. 1 nimmt von den Voraussetzungen einer Grundrechtsbeschränkung die allgemeine Polizeiklausel aus, die im Fall einer ernsten, unmittelbaren und nicht anders abwendbaren Gefahr eine ausreichende gesetzliche Grundlage für einen Grundrechtseingriff bietet, aber auch hier müssen die weiteren Voraussetzungen für den Eingriff in ein Grundrecht erfüllt sein (BBI 1997 I 196).

Abs. 4 sieht vor, dass ein Grundrecht nicht derart eingeschränkt werden darf, dass sein Wesensgehalt angetastet wird. Der Wesens- oder Kerngehalt ist derjenige Bereich eines Rechts, der keinen Eingriff duldet: Beispielsweise stellen der Respekt der Menschenwürde

und das absolute Folterverbot nach der Rechtsprechung des Bundesgerichts unantastbare Kerngehalte der persönlichen Freiheit dar (BBI 1997 I 196 f.).

VI.I.VI Sozialziele (Art. 41 BV, SR 101)

Weitere Hinweise zu Schutzzieleen ergeben sich aus dem Verfassungsartikel über die Sozialziele.

Art. 41

¹ Bund und Kantone setzen sich in Ergänzung zu persönlicher Verantwortung und privater Initiative dafür ein, dass:

- jede Person an der sozialen Sicherheit teilhat;
- jede Person die für ihre Gesundheit notwendige Pflege erhält;
- Familien als Gemeinschaften von Erwachsenen und Kindern geschützt und gefördert werden;
- Erwerbsfähige ihren Lebensunterhalt durch Arbeit zu angemessenen Bedingungen bestreiten können;
- Wohnungssuchende für sich und ihre Familie eine angemessene Wohnung zu tragbaren Bedingungen finden können;
- Kinder und Jugendliche sowie Personen im erwerbsfähigen Alter sich nach ihren Fähigkeiten bilden, aus- und weiterbilden können;
- Kinder und Jugendliche in ihrer Entwicklung zu selbstständigen und sozial verantwortlichen Personen gefördert und in ihrer sozialen, kulturellen und politischen Integration unterstützt werden.

² Bund und Kantone setzen sich dafür ein, dass jede Person gegen die wirtschaftlichen Folgen von Alter, Invalidität, Krankheit, Unfall, Arbeitslosigkeit, Mutterschaft, Verwaisung und Verwitwung gesichert ist.

³ Sie streben die Sozialziele im Rahmen ihrer verfassungsmässigen Zuständigkeiten und ihrer verfügbaren Mittel an.

⁴ Aus den Sozialzielen können keine unmittelbaren Ansprüche auf staatliche Leistungen abgeleitet werden.

Im Gegensatz zu den Grundrechten sind die Sozialziele nicht direkt anwendbar. Somit ergeben sich daraus keine direkten Schutzziele, sondern lediglich gestaltende Elemente möglicher Schutzziele, die zunächst vom Gesetzgeber konkretisiert werden müssen (BBI 1997 I 137). Die Sozialziele richten sich denn auch in erster Linie an den Gesetzgeber.

Es handelt sich beim Artikel 41 (Artikel 33 VE 96) um ein *staatspolitisches Grundsatzbekenntnis*. Die vorgeschlagene Sozialzielbestimmung macht sichtbar, dass Bund und Kantone nicht nur die Freiheiten und die demokratischen Rechte des einzelnen respektieren und schützen, sondern auch einen Beitrag zur Daseinsvorsorge leisten, indem sie sich dafür einsetzen, dass grundlegende Bedürfnisse in elementaren Lebenssituationen befriedigt werden können (BBI 1997 I 204).

Doch ist die verfassungsrechtliche Verankerung von Sozialzielen nicht ohne normative Bedeutung. Bei einem Zurückfallen unter ein minimales Schutzniveau geriete man zweifellos in Konflikt mit dem Verfassungsartikel (BBI 1997 I 200). Insofern kommt auch dem Artikel über die Sozialziele Schutzzielcharakter zu.

Im Abs. 1 des Art. 41 scheint die bereits in Art. 6 BV festgehaltene Voraussetzung einer persönlichen Verantwortung wieder auf, in der Formulierung, dass die Sozialziele durch Bund und Kantone „in Ergänzung zu persönlicher Verantwortung und privater Initiative“ zu erreichen sind.

Bund und Kantone übernehmen mithin *sozialpolitische Verantwortung*, nicht aber eine eigentliche *Erfolgsgarantie* (BBI 1997 I 201). Was die einzelnen Ziele und Zielgruppen betrifft - soziale Sicherheit, Gesundheit, Arbeit, Wohnen, Bildung, Jugend - handelt es sich nicht um zufällig ausgewählte Bereiche. Es sind durchwegs Felder der Sozialpolitik, in denen es um *elementare Aspekte* menschlichen Daseins in einer modernen, hochkomplexen Gesellschaft geht (BBI 1997 I 202).

VI.I.VII Aufgaben und Zuständigkeiten

Für das Management von Naturrisiken sind auch weitere Bestimmungen zur Sicherheit wie Art. 57 (Art. 53 VE 96), Art. 61 (Art. 57 VE 96), Art. 76 (Art. 60 VE 96), Art. 77 (Art. 61 VE 96) und Art. 185 (Art. 173 VE 96) der BV relevant.

Art. 57 Sicherheit

¹ *Bund und Kantone sorgen im Rahmen ihrer Zuständigkeiten für die Sicherheit des Landes und den Schutz der Bevölkerung.*

² *Sie koordinieren ihre Anstrengungen im Bereich der inneren Sicherheit.*

Abs. 1 geht vom Grundsatz der primären Verantwortung der Kantone für die innere Sicherheit auf ihrem Gebiet aus (Polizeihoheit) und bestimmt die Sorge für die Sicherheit des Landes und den Schutz der Bevölkerung als gemeinsame Aufgabe von Bund und Kantonen im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeiten (BBI 1997 I 237).

Art. 61 Zivilschutz

¹ ...

² *Der Bund erlässt Vorschriften über den Einsatz des Zivilschutzes bei Katastrophen und in Notlagen.*

³

Der Zivilschutz hat den Auftrag, die Bevölkerung im Fall von bewaffneten Konflikten, in Katastrophenfällen und in anderen Notlagen zu schützen, zu retten und zu betreuen (BBI 1997 I 243).

Art. 76 Wasser

¹ *Der Bund sorgt im Rahmen seiner Zuständigkeiten für die haushälterische Nutzung und den Schutz der Wasservorkommen sowie für die Abwehr schädigender Einwirkungen des Wassers.*

²

Abs. 1 nennt in Fortführung von Artikel 24 bis Absatz I aBV die drei Ziele des Wasserrechts und verpflichtet den Bund auf deren Verfolgung.

Das Ziel der haushälterischen Nutzung der Wasservorkommen bezweckt einen sorgfältigen Umgang mit der natürlichen Ressource Wasser. Bei der Abwehr schädigender Einwirkungen geht es unter anderem um den Hochwasserschutz. Unter die Massnahmen zur Abwehr sind auch präventive Vorkehren zu rechnen, wie etwa Aufforstungen oder Entsiegelung von Böden (BBI 1997 I 250).

Art. 77 Wald

¹ *Der Bund sorgt dafür, dass der Wald seine Schutz-, Nutz- und Wohlfahrtsfunktionen erfüllen kann.*

²

Mit Abs. 1 werden die grundlegenden Waldfunktionen, wie sie heute in Artikel 1 des Waldgesetzes (SR 921.0) formuliert sind, auf Verfassungsstufe gehoben. Dies rechtfertigt sich vorab deshalb, weil die Ziele der Walderhaltung sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte erheblich verändert und erweitert haben: So ist der Wald nicht allein vor schädlichen Naturereignissen (wie Lawinen, Rutschungen, Erosion und Steinschlag) zu schützen.

Es kommt ihm darüber hinaus eine bedeutende Regulierungsfunktion für Atmosphäre, Klima und Wasserhaushalt zu. Ferner wirkt er als Lebensraum, für Pflanzen und Tiere, als Erholungsraum für Menschen sowie als Produktionsgrundlage der Holzwirtschaft. Entsprechend ist zum *quantitativen* Waldschutz (Erhaltung der Waldfläche, vergleiche Artikel 3 des Waldgesetzes; Schutz vor Kahlschlag; Nachhaltigkeit der Waldnutzung) der *qualitative* Waldschutz (Bekämpfung der Waldschäden) hinzugekommen (BBI 1997 I 252).

Art. 185 Äussere und innere Sicherheit

¹

² *Er (der Bundesrat) trifft Massnahmen zur Wahrung der inneren Sicherheit.*

³ *Er kann, unmittelbar gestützt auf diesen Artikel, Verordnungen und Verfügungen erlassen, um eingetretenen oder unmittelbar drohenden schweren Störungen der öffentlichen Ordnung oder der inneren oder äusseren Sicherheit zu begegnen. Solche Verordnungen sind zu befristen.*

⁴

Abs. 3 bildet die Grundlage für verfassungsunmittelbare Verordnungen und Verfügungen des Bundesrates im Bereich der äusseren und der inneren Sicherheit, sofern ausserordentliche Umstände ein solches Vorgehen als geboten erscheinen lassen (BBI 1997 I 418). Der Bundesrat kann somit unter gewissen Voraussetzungen ohne entsprechende Grundlage in einem formellen Gesetz gesetzesvertretende und gesetzesergänzende Verordnungen erlassen. Die darin enthaltenen Anordnungen müssen notwendig, zeitlich dringlich, durch überwiegende öffentliche Interessen gerechtfertigt und verhältnismässig sein. Sie dürfen nicht im Widerspruch zu Erlassen der Bundesversammlung stehen, und sie müssen die Grundsätze insbesondere der Rechtsgleichheit und von Treu und Glauben respektieren (BBI 1997 I 418).

Es lassen sich aus Art. 57, 61 und 185 BV keine expliziten Angaben zu Schutzziele ableiten, ebenso wenig wie aus den Verfassungsartikeln, die speziell das Management von Naturrisiken betreffen (Lüthi, 2004, S. 16 f.), nämlich zu den drei Bereichen Raumplanung (Art. 75 BV, Art. 58 VE 96), Wasser (Art. 76 BV, Art. 60 VE 96) und Wald (Art. 77 BV, Art. 61 VE 96).

So soll die Raumplanung gemäss BV Art. 75, Abs. 1 der ‚zweckmässigen Nutzung‘ dienen, woraus sich ableiten lässt, dass planerische Massnahmen auf die Gefahren als Rahmenbedingungen auszurichten sind. Gemäss BV Art. 76 Abs. 1 zum Wasser hat der Bund für die Abwehr schädigender Einwirkungen des Wassers zu sorgen, ohne dass die Erfüllung dieser Aufgabe weiter konkretisiert wird. Ähnlich generell ist die Formulierung in BV Art. 77 Abs. 1, wonach der Bund dafür zu sorgen hat, dass der Wald seine Funktionen – darunter auch jene des Schutzes vor Naturgefahren – erfüllt. Auch in der Botschaft zur neuen Bundesverfassung (BBI 1997 I 1-642) sowie in den Amtlichen Bulletins der Beratung im Ständerat (AB SR, 1998) und im Nationalrat (AB NR, 1998) sind keine differenzierteren Angaben enthalten.

Schutzzielfragen werden somit in den Verfassungsbestimmungen über Aufgaben und Zuständigkeiten höchstens generell und implizit angesprochen.

VI.II Regelungen in Bundesgesetzen und Verordnungen

VI.II.I Sicherheit vor Naturgefahren als öffentliche Aufgabe

Diese Frage wird nach den Risikomanagementbereichen Prävention, Intervention bei ausserordentlichen Lagen und Wiederaufbau getrennt betrachtet.

Im *Präventionsbereich* weist Art. 19 des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) der Allgemeinheit eine ausdrückliche Verantwortung für die Sicherheit von Menschen und erheblichen Sachwerten vor Naturereignissen zu.

WaG Art. 19

Wo es der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten erfordert, sichern die Kantone die Anrissgebiete von Lawinen sowie Rutsch-, Erosions- und Steinschlaggebiete und sorgen für den forstlichen Bachverbau. Für die Massnahmen sind möglichst naturnahe Methoden anzuwenden.

Gemäss Botschaft zum Waldgesetz wird mit diesem Artikel klar dargelegt, dass der Schutz von Menschenleben und erheblichen Sachwerten vor Naturereignissen eine Aufgabe der öffentlichen Hand ist (BBI 1988 III, 199). Dieser Grundsatz gab auch in der parlamentarischen Beratung keinen Anlass zu Diskussionen (AB NR 1991 II 312, AB SR 1989 III 272).

Aufgrund dieser Bestimmung besteht Handlungsbedarf für den kantonalen Gesetzgeber und für die Vollzugsbehörden. Viele Kantone delegieren diese Pflichten im Rahmen ihrer Organisationsautonomie weiter, leisten aber anteilmässig Förderungsbeiträge an Massnahmen des Risikomanagements. Eine schuldhaft Vernachlässigung von Pflichten, die mit dem Waldgesetz den Kantonen übertragen werden, kann Haftungsfolgen haben (Jenni, 1993 S. 23f.).

Dem Art. 19 des Waldgesetzes vergleichbar verbindliche Formulierungen einer Handlungspflicht fehlen in anderen Gesetzen. Insbesondere lassen die entsprechenden Formulierungen des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100) mehr Interpretationsspielraum. Zwar wird in Art. 2 des WBG den Kantonen die Aufgabe des Hochwasserschutzes zugewiesen.

WBG Art. 2 Zuständigkeit

Der Hochwasserschutz ist Aufgabe der Kantone.

Gemäss Artikel 3 haben sie ausserdem den Hochwasserschutz zu gewährleisten.

Art. 3 Massnahmen

1 Die Kantone gewährleisten den Hochwasserschutz in erster Linie durch den Unterhalt der Gewässer und durch raumplanerische Massnahmen.

2

Gewährleisten bedeutet: dafür sorgen, eine Gewähr dafür sein, dass etw. sichergestellt, nicht gefährdet ist (Duden, 2006). Gemäss Darstellung in der Botschaft zum Wasserbaugesetz geht es jedoch in Art. 2 vor allem um die Klärung der Aufgabenverteilung zwischen Bund und Kantonen und in Art. 3 um die Darstellung einer Prioritätenordnung unter den Hochwasserschutzmassnahmen (BBI 1988 II 1389). Auch aus den amtlichen Bulletin lässt sich nichts entnehmen, das eine weitergehende Interpretation zuliesse (AB SR 1989 III 291, AB NR 1990 IV 1810).

Die Verantwortung der Allgemeinheit im Management von Naturrisiken wird durch die Pflicht zur Leistung von öffentlichen Beiträgen unterstrichen.

Da die waldbaulichen und technischen Massnahmen in der Regel die Möglichkeiten der Privaten und Gemeinden übersteigen, leistet neben den Kantonen der Bund erhebliche Beiträge an die Kosten (Art. 36) (BBI 1988 III, 199).

Förderbeiträge an Risikomanagement-Massnahmen werden als Abgeltungen und Anspruchsubventionen verstanden. Die entsprechende Vorschrift ist in Art. 35 des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0):

WaG Art. 36 Schutz vor Naturereignissen

¹ Der Bund gewährt ... Abgeltungen an Massnahmen, die Menschen und erhebliche Sachwerte vor Naturereignissen schützen.

und in ähnlicher Weise im Art. 6 des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100) umschrieben:

WBG Art. 6 Abgeltungen an wasserbauliche Massnahmen

¹ Der Bund fördert im Rahmen der bewilligten Kredite Massnahmen, die dazu dienen, Menschen und erhebliche Sachwerte vor den Gefahren des Wassers zu schützen.

...

Die Waldverordnung (WaV, SR 921.01) präzisiert in Art. 39 die Bestimmungen zur Leistung öffentlicher Beiträge. Sie grenzt in Art. 39 Abs. 4 gleichzeitig den Umfang der staatlichen Verpflichtungen ein:

WaV Art. 39 Schutz vor Naturereignissen

....

⁴ *Keine Abgeltungen werden gewährt an:*

- a. Massnahmen, die zum Schutz von Neubauten in erheblich gefährdeten Gebieten erforderlich sind;*
- b. Massnahmen zum Schutz touristischer Anlagen, wie Seilbahnen, Skilifte, Skipisten oder Wanderwege, die sich ausserhalb des Siedlungsgebietes befinden.*

Eine gleich lautende Einschränkung formuliert auch Art. 2 Abs. 4 der Wasserbauverordnung (WBV, SR 721.100.1).

Diese Bestimmungen untermauern das Prinzip von Treu und Glauben, in dem ausgeschlossen wird, dass Risiken im Vertrauen auf staatliche Unterstützung bei der Risikoverminderung wissentlich geschaffen werden. Sie sind dahingehend bemerkenswert, dass eine bestimmte Art der Raumnutzung – nämlich touristische Nutzungen ausserhalb des Siedlungsgebietes – generell von öffentlichen Beiträgen an die Risikominderung ausgenommen wird.

Eine weitere Begrenzung der staatlichen Pflicht ergibt sich aus den Pflichten des (risikobetroffenen) Beitragsempfängers in Art. 35 Abs. 1 des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0).

WaG Art. 35 Grundsätze

¹ *Förderungsbeiträge nach diesem Gesetz werden im Rahmen der bewilligten Kredite und unter der Voraussetzung gewährt, dass:*

- a. ...*
- b. ...*
- c. der Empfänger eine Eigenleistung erbringt, die in einem angemessenen Verhältnis zu seiner wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit, den übrigen Finanzierungsquellen und der ihm zumutbaren Selbsthilfe steht;*
- d. Dritte, die Nutzniesser oder Schadenverursacher sind, zur Mitfinanzierung herangezogen werden;*
- e. ...*

Umfangreiche Aufgaben zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen werden dem Bund und den Kantonen in ausserordentlichen Lagen übertragen durch Art. 4 bis 6 des Bundesgesetzes über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz (BZG SR 520.1) (*Intervention*):

BZG Art. 4 Führungsorgane

Die zuständigen Behörden bilden Führungsorgane für die folgenden Aufgabenbereiche:

- a. Sicherstellung der Information der Bevölkerung über Gefährdungen, Schutzmöglichkeiten und Schutzmassnahmen;*
- b. Warnung und Alarmierung sowie Erteilung von Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung;*
- c. Sicherstellung der Führungstätigkeit;*
- d. Koordination der Vorbereitungen und der Einsätze der Partnerorganisationen;*
- e. Sicherstellung einer zeit- und lagegerechten Bereitschaft sowie der personellen und materiellen Verstärkung des Bevölkerungsschutzes im Hinblick auf bewaffnete Konflikte.*

Auch im Hinblick auf die Bewältigung ausserordentlicher Lagen obliegen den betroffenen Individuen Pflichten, so etwa die Pflicht, Anordnungen zu befolgen

BZG Art. 29 Einzelpersonen

¹ *Jede Person ist verpflichtet, die Alarmierungsanordnungen und Verhaltensanweisungen zu befolgen.*

² ...

oder Schutzräume zu erstellen:

BZG Art. 46 Baupflicht

¹ Die Hauseigentümer und -eigentümerinnen haben beim Bau von Wohnhäusern, Heimen und Spitälern Schutzräume zu erstellen, auszurüsten und diese zu unterhalten.

² Die Gemeinden haben in Gebieten, in denen zu wenig Schutzplätze vorhanden sind, für ausgerüstete öffentliche Schutzräume zu sorgen.

³ Die Kantone können Eigentümer und Eigentümerinnen sowie Besitzer und Besitzerinnen unbeweglicher und beweglicher Kulturgüter verpflichten, bauliche Massnahmen zu deren Schutz zu treffen oder zu dulden.

Kaum eigentliche Rechtspflichten des Bundes und der Kantone bestehen aufgrund von Bundesgesetzen für die Katastrophenhilfe und den Wiederaufbau nach Ereignissen. Jedoch sind solche Möglichkeiten in Gesetzen ausdrücklich vorgesehen, beispielsweise in der Verordnung über die militärische Katastrophenhilfe im Inland (VmKI, SR 510.123).

VmKI Art. 2 Grundsatz

Katastrophenhilfe kann bei einem Ereignis geleistet werden, das so viele Schäden und Ausfälle verursacht, dass die Mittel und Möglichkeiten der betroffenen Gemeinschaft ausgeschöpft sind.

Ferner gelten die bereits im Zusammenhang mit ausserordentlichen Lagen erwähnten Bestimmungen in Art. 4 BZG auch für die *Wiederaufbauphase*.

Grosse Naturereignisse führen in der Regel auch zu erheblichen Schäden an Verbauungen. Diese können meist im Rahmen der Regelungen zur Förderung der Prävention nach WaG oder nach Art. 6 des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100) wiederhergestellt werden.

WBG Art. 6 Abgeltungen an Massnahmen des Hochwasserschutzes

¹ ...

² Er (der Bund) leistet Abgeltungen namentlich für:

a. die Erstellung, die Instandstellung und den Ersatz von Schutzbauten und -anlagen;

b.

Häufig werden hiezu ausserhalb des ordentlichen Budgets Sonderkredite zur Verfügung gestellt. Die Wasserbau- und die Waldverordnung kennen ferner eine Bestimmung die auf ausserordentliche Belastungen eines Kantons Rücksicht nimmt.

WBV Art. 2 Abgeltungen an wasserbauliche Massnahmen und WaV Art. 39 Schutz vor Naturereignissen

...

³ Wird ein Kanton durch ausserordentliche Schutzmassnahmen, namentlich nach Unwetterschäden, erheblich belastet, so kann der Beitrag ... ausnahmsweise auf höchstens 65% der Kosten der Massnahme erhöht werden.

Im Zusammenhang mit *Wiederherstellungen* kommt den Versicherungen eine bedeutende Rolle zu. Die Elementarschadenversicherung ist weitgehend kantonal geregelt. Jedoch besteht eine bundesrechtliche Aufsichtspflicht über im Versicherungsgeschäft tätige Firmen, geregelt in Art. 3 des Bundesgesetzes vom 17. Dezember 2004 betreffend die Aufsicht über Versicherungsunternehmen (VAG, SR 961.01). Eine bemerkenswerte Bestimmung im Zusammenhang mit dieser Aufsichtspflicht ist die Vorschrift der kombinierten Feuer- und Elementarschadenversicherung gemäss Art. 33 Versicherungsaufsichtsgesetz (VAG, SR 961.01) und Art. 171 der Verordnung über die Beaufsichtigung von privaten Versicherungsunternehmen (AVO, SR 961.011).

AVO Art. 171 Kombinierte Feuer- und Elementarschadenversicherung

¹ Versicherungsunternehmen, die in der Schweiz gelegene Sachen (Fahrhabe und Gebäude) im Rahmen des Versicherungszweiges B8 gegen Feuer versichern, müssen diese auch zum Vollwert gegen Elementarschäden versichern.

² Die Versicherung ersetzt die in der Zerstörung, Beschädigung oder im Abhandenkommen versicherter Sachen bestehenden Elementarschäden.

Damit wird sichergestellt, dass zusammen mit den – in den meisten Kantonen obligatorischen – Feuerversicherungen auch Elementarschadenversicherungen abgeschlossen werden. Die Aufsichtsverordnung in Art. 173 (AVO, SR 961.011) hält auch fest, was unter den Begriff Elementarschäden gefasst wird.

AVO Art. 173 Versicherte Elementarschäden

¹ *Elementarschäden sind Schäden, die durch Hochwasser, Überschwemmung, Sturm, Hagel, Lawinen, Schneedruck, Felssturz, Steinschlag oder Erdbeben entstehen.*

² *Als Sturm gilt ein Wind von mindestens 75 km/h, der in der Umgebung der versicherten Sachen Bäume umwirft oder Gebäude abdeckt.*

³ *Keine Elementarschäden sind:*

- a. *Schäden, verursacht durch Bodensenkungen, schlechten Baugrund, fehlerhafte bauliche Konstruktion, mangelhaften Gebäudeunterhalt, Unterlassung von Abwehrmassnahmen, künstliche Erdbewegungen, Schneerutsch von Dächern, Grundwasser, Ansteigen und Überborden von Gewässern, das sich erfahrungsgemäss in kürzeren oder längeren Zwischenräumen wiederholt;*
- b. *ohne Rücksicht auf ihre Ursache Schäden, die entstehen durch Wasser aus Stauseen oder sonstigen künstlichen Wasseranlagen, Rückstau von Wasser aus der Kanalisation oder Veränderungen der Atomstruktur;*
- c. *Betriebs- und Bewirtschaftungsschäden, mit denen erfahrungsgemäss gerechnet werden muss, wie Schäden bei Hoch- und Tiefbauten, Stollenbauten, bei Gewinnung von Steinen, Kies, Sand oder Lehm;*
- d. *Schäden durch Erschütterungen, welche ihre Ursache im Einsturz künstlich geschaffener Hohlräume haben;*
- e. *Erschütterungen, welche durch tektonische Vorgänge in der Erdkruste ausgelöst werden (Erdbeben) und vulkanische Eruptionen.*

Bemerkenswert ist dabei, dass beispielsweise Erdbebenschäden ausgeschlossen sind. Ferner setzt Art. 175 AVO Selbstbehalte und Art. 176 AVO Leistungsbegrenzungen fest, womit wiederum ein Bereich mit Eigenverantwortung definiert ist.

VI.II.II Umfang der Verantwortlichkeit der Allgemeinheit

Das Wasserbaugesetz (WBG, SR 721.100) bezweckt in Art. 1 Abs. 1

WBG Art. 1

¹ *... den Schutz von Menschen und erheblichen Sachwerten vor schädlichen Auswirkungen des Wassers, insbesondere vor Überschwemmungen, Erosionen und Feststoffablagerungen (Hochwasserschutz).*

Komplementär dazu soll das Waldgesetz (WaG, SR 921.0)

WaG Art. 1 Zweck

² *Es (das Gesetz) ausserdem dazu beitragen, dass Menschen und erhebliche Sachwerte vor Lawinen, Rutschungen, Erosion und Steinschlag (Naturereignisse) geschützt werden.*

Die beiden Gesetze regeln also den Umgang mit allen relevanten gravitativen Naturgefahrenprozessen. Im Bereich der Wasserrisiken bestehen Überschneidungen. Massnahmen gegen andere Risiken sind in diesen Gesetzen nicht vorgesehen. Auf sämtliche Risiken bezieht sich dagegen das Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz (BZG SR 520.1). Es gelangt jedoch nur bei Notlagen zur Anwendung.

BZG Art. 2 Zweck

Zweck des Bevölkerungsschutzes ist es, die Bevölkerung und ihre Lebensgrundlagen bei Katastrophen und in Notlagen ... zu schützen...

Schutzgüter des Wasserbau- (WBG, SR 721.100) und des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) sind Menschen und erhebliche Sachwerte. Das Wasserbaugesetz schliesst zudem die natürlichen Lebensgrundlagen ein.

WBG Art. 4 Anforderungen

¹ ...

² *Bei Eingriffen in das Gewässer muss dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Ufer müssen so gestaltet werden, dass:*

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;*
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;*
- c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.*

....

Das Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz (BZG SR 520.1) bezweckt nebst der Bevölkerung auch deren Lebensgrundlagen zu schützen.

BZG Art. 2 Zweck

Zweck des Bevölkerungsschutzes ist es, die Bevölkerung und ihre Lebensgrundlagen ... zu schützen sowie zur Begrenzung und Bewältigung von Schadenereignissen beizutragen.

In allgemeiner Form begrenzt Art. 1 der Wasserbauverordnung (WBV, SR 721.100.1) die Pflichten der Allgemeinheit:

WBV Art. 1 Voraussetzungen

¹ *Abgeltungen und Finanzhilfen werden gewährt, wenn:*

- a. der Kanton sich an den Massnahmen angemessen beteiligt;*
- b. die Massnahmen im öffentlichen Interesse notwendig und mit den öffentlichen Interessen aus anderen Sachbereichen koordiniert sind;*
- c. die Massnahmen auf einer zweckmässigen Planung beruhen;*
- d. die Massnahmen den technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen genügen;*
- e. die übrigen Voraussetzungen des Bundesrechts erfüllt sind;*
- f. der weitere Unterhalt gesichert ist.*

Diese Bedingungen ergeben sich auch aus den allgemeinen Prinzipien des Verwaltungsrechts sowie aus den besonderen Bestimmungen in Art. 10 des Subventionsgesetzes (SuG, SR 616.1).

Interpretationsbedarf besteht hinsichtlich des Begriffes der ‚erheblichen Sachwerte‘ im WaG und im WBG. Dies gilt im übrigen auch für das Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG SR 700), welches den Begriff erheblich in Art. 6 Abs. 2 lit. c ebenfalls enthält (BBI 1978 I 1018). Gemäss Duden bedeutet erheblich beträchtlich; ins Gewicht fallend (Duden, 2006, S. 731).

Weder Gesetz noch Botschaft enthalten genauere Umschreibungen. Beim Wasserbaugesetz werde mit dieser Formulierung die geltende Praxis neu ausdrücklich im Gesetz erwähnt (BBI 1988 II 1389). Die Botschaft zum Waldgesetz (BBI 1988 III, 199) erläutert hiezu noch dahingehend, dass „Naturereignisse gleichermassen über den menschlichen Lebensraum und über Gebiete, die der Natur überlassen sind, herein brechen. Da die Natur vor solchen Ereignissen nicht zu schützen ist, wird klar zum Ausdruck gebracht, dass es nur um den Schutz von Menschenleben und erheblichen Sachwerten geht.“ Naturbelassene Gebiete sind somit ausdrücklich nicht Gegenstand des Schutzzieles. In gleicher Weise betont der Kommentar zum Waldgesetz (Jenni, 1993, S. 30 f.), es sei nicht das Ziel, Naturereignisse um jeden Preis zu verhindern. Sie erfüllen in der Natur auch ihre Aufgaben, indem sie beispielsweise verschiedenen Arten neuen Lebensraum verschaffen.

Den Verordnungen zum Raumplanungsgesetz, zum Wasserbaugesetz, zum Waldgesetz sowie zum Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz können keine weiteren Präzisierungen zum Umfang der Verantwortlichkeit der Öffentlichkeit und somit den Schutzzielen entnommen werden.

VI.III Ausführungsbestimmungen, Richtlinien, Weisungen, Empfehlungen auf Bundesebene

Zur Präzisierung und operationellen Ausgestaltung der Schutzziele bestehen zahlreiche Ausführungsbestimmungen, Richtlinien, Empfehlungen und Weisungen des Bundes und der Kantone (vgl. auch die Darstellung der Schutzziele in Kap. 2.7.6.). Erwähnt seien in diesem Zusammenhang:

- Schutzziele für den Hochwasserschutz in folgenden Dokumenten:
 - Bundesamt für Wasserwirtschaft: Anforderungen an den Hochwasserschutz (BWW, 1995);
 - Bundesamt für Wasser und Geologie. Hochwasserschutz an Fließgewässern (BWG, 2001)
- Schutzziele für alle gravitativen Naturgefahren:
 - BUWAL: Anleitungsentwurf zur Durchführung einer Risikoanalyse (Anhang zu Kreisschreiben Nr. 20, BUWAL, Eidg. Forstdirektion, 1994a)
 - BUWAL: Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren (Borter, 1999)
- -Schutzziele für die Erdbebensicherheit (begrenzt auf Bundesbauten):
 - Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude, Konzept und Richtlinien für die Stufe 3 (Duvernay, 2005), darin enthalten auch SIA Merkblatt 2018: Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben (SIA, 2004) mit Schutzziele

Sämtliche Schutzzielvorschläge kennen eine Abstufung nach Art und Intensität der Raumnutzung. Im touristischen Umgang mit Naturgefahren bestehen verschiedene Richtlinien und Weisungen mit vorwiegend präskriptivem Charakter, die kaum explizite Schutzziele beinhalten, z.B.

- SKUS-Richtlinien für Anlage, Betrieb und Unterhalt von Schneesportabfahrten (SKUS, 2006);
- SKUS-Richtlinien für Skifahrer und Snowboarder (SKUS, 2006);
- Richtlinie Naturgefahren bei Fuss- und Wanderwegen Kt. Bern – Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Gemeinden (NAGEF Bern, 2002).

Längere Praxis besteht schon bei Weisungen über Schutzziele im Technischen Sicherheitsrecht und im Umweltrecht (vgl. auch hierzu Kap. 2.7. oben). Auch hier dominieren präskriptive Regelungen ohne explizite Schutzzielformulierungen. Bezüglich ausdrücklicher Schutzziele erwähnenswert sind jedoch das Handbuch zur Störfallverordnung (BUWAL, 1991) oder die *Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen in Armee und Militärverwaltung*, welche 1991 durch das Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport in Kraft gesetzt wurden (Bienz, 2000).

VI.IV Einschlägige Bestimmungen kantonaler Gesetze

Die Bundesgesetzgebung überträgt Verantwortung und Zuständigkeit für den Umgang mit Naturgefahren zu einem erheblichen Teil an die Kantone. Diese haben ihrerseits Regelungen getroffen zum Umgang mit Naturgefahren. Das kantonale Recht stellt somit den bedeutenderen Teil des Naturgefahrenrechts dar. Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf einer Analyse ausgewählter Gesetzeserlasse der Kantone BE, LU, UR, SZ, OW, NW, GL, BS, BL, AR, AI, SG, GR und VS.

VI.IV.I Verantwortlichkeit der Allgemeinheit oder Eigenverantwortung der Betroffenen?

Am umfangreichsten sind die Vorschriften im Bereich der (finanzintensiven) technischen Gefahrenprävention. In einzelnen Kantonen sind vor allem wasserbauliche Präventionsaufgaben vollumfänglich den Gemeinwesen übertragen. So sind nach Art. 11 des Wasserbaugesetz-

setzes des Kantons Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.1211) Bau und Ausbau öffentlicher Gewässer in der Regel Sache des Kantons.

Mehrheitlich Sache öffentlicher Gemeinwesen sind in Uri auch Verbauungen nach Art. 17 der kantonalen Waldverordnung (Urner Rechtsbuch No. 40.2111)

KWV UR Art. 17 Schutz vor Naturereignissen, Schutzmassnahmen

¹ *Wo es der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten erfordert, sichern der Kanton, die Korporationen und die Gemeinden die betroffenen Gebiete vor Lawinen, Rutschungen, Erosion, Steinschlag und ähnlichen Gefahren.*

Auch wenn Gemeinwesen für Präventionsmassnahmen zuständig sind, wie beispielsweise auch im Gewässergesetz des Kantons Zug (BGS 731.1) geregelt, schliesst dies eine Mitbeteiligung der betroffenen Anstösser nicht aus, vgl. § 75 des Gewässergesetzes des Kantons ZG:

GewG ZG § 75

Private Gewässer 1. Klasse

a) ausserhalb des Waldes

¹ *Die Kosten der wasserbaulichen Massnahmen an privaten Gewässern 1. Klasse ausserhalb des Waldes werden neben den Gemeinden auch den Grundeigentümerinnen und Grundeigentümern des Gewässer- raumes sowie den Abwasser einleitenden Gemeinwesen auferlegt.*

Gemäss verschiedenen kantonalen Wasserbaugesetzen besteht eine Duldungspflicht, so etwa in den Kantonen Bern (BSG 751.11) , Zug (BGS 731.1) oder Obwalden (GDB 740.1):

WBG Art. 14 Duldungspflichten

¹ *Wer an ein öffentliches oder privates Gewässer anstösst, muss dulden, dass Dritte das Grundstück betreten, befahren oder sonst benutzen, um am Gewässer Sofortmassnahmen zur Gefahrenabwehr, Wasserbau, Unterhalt oder Kontrollen vorzunehmen.*

Zahlreiche Regelungen lassen Raum für die Übernahme der Verantwortlichkeit einerseits durch Gemeinwesen oder andererseits durch Einzelne oder Organisationen von Betroffenen, beispielsweise §8 der kantonalen Verordnung zum Bundesgesetz über den Wald im Kanton SZ (SRSZ 313.110):

¹ *Die Ausführung von Massnahmen zum Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten vor Naturereignissen (Art. 19 WaG) obliegt den Grund- und Werkeigentümern und, soweit es die Verhältnisse erfordern, den betroffenen Gemeinden.*

Auch Art. 7 des Obwaldner Wasserbaugesetzes (GDB 740.1) sieht eine primäre Verantwortung der Wuhrgenossenschaften mit subsidiärer Zuständigkeit der Gemeinden vor:

WBG OW Art. 7 Aufgaben

¹ *Die Gemeinden sind für den Wasserbau und den Gewässerunterhalt der öffentlichen Gewässer auf ihrem Gemeindegebiet, mit Ausnahme des Sarner-, Alpnacher- und Lungernersees, zuständig. ...*

² *Soweit für ein Gewässer eine Wuhrgenossenschaft besteht, vollzieht diese den Wasserbau und den Gewässerunterhalt.*

Besonders bevorteilte Dritte werden nach zahlreichen Bestimmungen in die Pflicht genommen. Es handelt sich dabei oft um Betreiber von Anlagen wie Bahnen oder Kraftwerke So gelangt im Kanton Uri bei überwiegendem Drittinteresse Art. 23 WBG UR (Urner Rechtsbuch No. 40.1211) zur Anwendung:

WBG UR Art. 23 Unterhaltspflicht des Verursachers

¹ *Wasserbauliche Schutzanlagen, die im überwiegenden Interesse eines Dritten erstellt worden sind, hat der Verursacher zu unterhalten.*

²

Art. 31 des bernischen Kantonalen Waldgesetzes (BSG 921.11) überträgt die Verantwortlichkeit der Sicherheit von Anlagen den jeweiligen Betreibern, dies mit Ausnahme der Wanderwege:

KWaG BE Art. 31

3. Anlagebetreiber

¹ *Die Betreiberinnen und Betreiber von Anlagen wie Strassen, Bahnen und anderen Transportanlagen oder Kraftwerken sind dafür verantwortlich, dass vorsorgliche Massnahmen für die Sicherheit der Benützerinnen und Benützer vor Naturereignissen im Sinne von Artikel 28 Absatz 1 getroffen werden.*

² *Die Walderschliessungs- und Wanderwege sind von diesen Massnahmen ausgenommen.*

Gleich lautend sind auch die Bestimmungen in Art. 24 des Nidwaldner Einführungsgesetzes zum Bundesgesetz über den Wald (NG 831.1). Auch Art. 26 der Strassenverordnung des Kantons Obwalden (GDB 720.11) rechnet die Verantwortlichkeit für die Strassensicherheit dem Strasseneigentümer zu, auch wenn der Ursprung des Gefahrenprozesses auf einem Nachbargrundstück liegt.

Nach verschiedenen – meist älteren – Gesetzen obliegt die Verantwortlichkeit für den technischen Gefahrenschutz den Betroffenen oder Organisationen von Betroffenen. Dies gilt beispielsweise in Kantonen, deren Gesetze lediglich Förderungsbestimmungen oder eine Klausel enthalten, wonach Gefahren zu vermindern seien. Beispiele sind etwa die Forstverordnung des Kantons OW (GDB 930.11), das Forstgesetz des Kantons VS (GS/VS 921.1) oder die Waldgesetzgebung der Kantone BL (SGS 570) und BS (SG 911.61). Ausdrücklich formuliert ist die Zuständigkeit der Betroffenen im Wasserrechtsgesetz des Kantons Schwyz (SRSZ 451.100):

Wasserrechtsgesetz SZ

§ 45 4. Lastenverteilung

a) Grundsatz

Die Ausführung von Massnahmen im Sinne von § 44 dieses Gesetzes und der Unterhalt obliegen bei öffentlichen und privaten Gewässern grundsätzlich den bisher pflichtigen Grundeigentümern oder Belasteten.

§ 46 b) Ausdehnung des Pflichtenkreises

¹ *Übersteigen die Aufwendungen für den Unterhalt und die Verbauung von Bächen und Flüssen die Kräfte der Pflichten oder stehen sie in keinem Verhältnis zum Wert oder Ertrag der belasteten Grundstücke, so kann der Pflichtenkreis auf weitere Grundeigentümer und die Träger von privaten oder öffentlichen Werken und Anlagen, für welche die Verbauung mittelbar oder unmittelbar von Vorteil oder Interesse ist, ausgedehnt werden.*

² *In den Pflichtenkreis sind insbesondere jene Liegenschaften einzubeziehen, von denen dem zu verbauenden Gewässer Wasser zufliesst.*

§ 47 c) Verteilungsgrundsätze

¹ *Bei der Verteilung der Lasten innerhalb des Pflichtenkreises sind der Wert der belasteten Sache, die bestehenden Wuhpflichten, die Gefahren sowie die Vorteile und Interessen zu berücksichtigen.*

² *Für ein Grundstück, das in mehrere Bachperimeter einbezogen ist und deshalb im Verhältnis zu seinem Wert oder Ertrag unzumutbar belastet wird, ist die Schätzung in jedem Perimeter angemessen, jedoch höchstens auf die Hälfte, herabzusetzen.*

In der Regel sind auch in Fällen, in denen die Zuständigkeit den Betroffenen übertragen ist, in erheblichem Mass öffentliche Beiträge zur Erfüllung der Aufgaben vorgesehen. Faktisch ergibt sich damit hinsichtlich der Lastenverteilung für die Aufgaben zur Minderung von Naturrisiken eine Annäherung zwischen den verschiedenen Varianten der Zuständigkeit.

Rechtlich besteht jedoch ein bedeutender Unterschied zwischen Fällen, in denen das Gesetz Aufgaben einem Gemeinwesen oder Privaten förmlich überträgt, und jenen, in denen das Gesetz nur eine Förderung vorsieht. Nur wenn die Verantwortlichkeitsmassnahmen dem

Gemeinwesen übertragen sind, können die Massnahmen als staatliches Handeln bezeichnet werden, zu dem die Gemeinwesen in gewisser Hinsicht auch verpflichtet sind.

In fast allen einschlägigen kantonalen Gesetzen ist der raumplanerische Umgang mit Naturgefahren den Gemeinden zugewiesen, so beispielsweise in der Waldverordnung des Kantons Bern (BSG 921.111):

KWaV BE Art. 39

Aufgaben der Gemeinden

1. Vorsorge

¹ *Die Gemeinden wachen im Siedlungsgebiet mit Hilfe des Gefahrenkatasters, der Gefahrenhinweiskarte und anderen vorhandenen Grundlagen, Beobachtungen oder Hinweisen über das Auftreten und die Entwicklung einer Gefährdung durch Naturereignisse und ordnen die erforderlichen Massnahmen an.*

² *Wo für das Siedlungsgebiet erkennbare Naturgefahren bestehen, errichten sie eine Gefahrenkarte, aus der die Naturgefahren sowie die daraus entstehenden Risiken für Menschen und erhebliche Sachwerte ersichtlich sind.*

³ *Sie berücksichtigen die Gefahrenkarten sowie andere Grundlagen gemäss Absatz 1 bei der Nutzungsplanung, bei der Erteilung von Baubewilligungen und allen anderen raumwirksamen Tätigkeiten.*

⁴ *Sie sorgen dafür, dass neue und bestehende Bauten und Anlagen bezüglich ihres Standortes, der Nutzungsart oder der Bauweise soweit zumutbar den vorhandenen Naturgefahren angepasst werden, gegebenenfalls durch Verlegung an sichere Orte.*

Die Realisation von Objektschutzmassnahmen fällt – meist basierend auf baupolizeilichen Bestimmungen (vgl. hierzu Art. 48 des Baugesetzes vom 12. Juni 1994, Kt. OW, BauG, GDB 710.1) – in die Pflicht der Betroffenen, indem solche Massnahmen bei Neu- und Umbauten in Form von Bauauflagen verfügt werden. Vereinzelt werden solche Objektschutzmassnahmen neuerdings durch Beiträge kantonalen Gebäudeversicherungen unterstützt. So beteiligte sich die Nidwaldner Sachversicherung NSV gleichzeitig mit der Schadensbehebung nach dem Unwetter 2005 finanziell an präventiven Massnahmen, um künftige Schäden zu verhindern oder zumindest zu vermindern. Wenn die NSV das Präventionskonzept genehmigt hat, leistet sie einen Beitrag von 20% an die Kosten, im Maximum jedoch CHF 5'000 (Nidwaldner Sachversicherung, 2006).

Im Bereich der *Intervention* werden – wie schon durch die Bundesgesetze – durch verschiedene kantonale Gesetze weitreichende Verantwortlichkeiten an die Gemeinwesen, vor allem an die Gemeinden übertragen. Beispielsweise hält das Gesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz des Kantons Schwyz (SRSZ 521.100) fest:

IVII. Bevölkerungsschutz

§ 4 1. Aufgaben des Kantons

a) Im Allgemeinen

¹ *Der Kanton stellt den Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen bei Katastrophen und in Notlagen sowie im Falle bewaffneter Konflikte sicher und trägt zur Begrenzung und Bewältigung von Schadenereignissen bei, soweit die Gemeinden dazu nicht in der Lage sind.*

² *Er unterstützt die Gemeinden bei der Erfüllung ihrer Aufgaben.*

³ *Er stellt für Katastrophen, Notlagen und bewaffnete Konflikte die notwendigen Sach- und Personenmittel für die medizinische und psychologische Versorgung der Betroffenen bereit.*

§ 7 2. Aufgaben der Gemeinden

¹ *Die Gemeinden schützen die Bevölkerung und ihre Lebensgrundlagen bei Katastrophen, Notlagen und in bewaffneten Konflikten mit den dafür aufgebauten Einsatzkräften. Sie stellen mit einem Führungsstab die Führung und Kommunikation sicher.*

Nebst diesen Bestimmungen ergibt sich die Verantwortlichkeit der Allgemeinheit vor allem hinsichtlich Interventionsmassnahmen aus geschriebenen oder ungeschriebenen Polizeigeneralklauseln, stellvertretend für viele Art. 24 der Obwaldner Kantonsverfassung (GDB 101):

Kantonsverfassung OW Art. 24 A. Schutz der öffentlichen Ordnung

Kanton und Gemeinden sorgen für die Aufrechterhaltung der Ruhe, Ordnung, Sicherheit und Sittlichkeit.

Im Bereich der *Wiederherstellungen* gilt der Grundsatz, dass der Geschädigte seinen Schaden selber zu tragen hat (*casum sentit dominus*) und diesen nur auf Dritte abwälzen kann, wenn dies gesetzlich oder durch einen Vertrag so vorgesehen ist. Jedoch ermöglicht die Rechtsordnung oft staatliche Hilfeleistungen (kantonales Landwirtschaftsgesetz vom 16. Juni 1997, Kt. Bern, KLwG, BSG 910.1) oder sieht diese in Notlagen sogar verbindlich vor, wie z.B. der Nothilfefonds gemäss Art. 24 des Gesetzes über die Vergütung nicht versicherbarer Elementarschäden vom 23. September 1984 (BR 835.100) oder das Gesetz über die Staatshilfe bei Elementarschäden des Kantons Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.1401):

Staatshilfe bei Elementarschäden UR Art. 1 Grundsatz

Wenn ein Kantonseinwohner durch ausserordentliche Naturereignisse auf Kantonsgebiet in Not gerät, hat er Anspruch auf Staatshilfe innert den Grenzen des gegenwärtigen Gesetzes.

Art. 6 Bedürftigkeitsprinzip

¹ *Ein Hilfsanspruch entsteht nur insoweit, als der Anspruchsberechtigte bzw. seine Familiengemeinschaft durch das Schadenereignis in Notlage versetzt wird.*

² *Massgebend für die Beurteilung der Notlage sind: die Höhe des Schadens, die finanzielle Lage des Geschädigten sowie dessen Familien- und Verdienstverhältnisse.*

Die meisten Elementarschadenversicherungen decken Schäden an Gebäuden und Mobiliar. Schäden an Boden und Kulturen können nicht versichert werden (nicht versicherbare Elementarschäden).

Deshalb bestehen in verschiedenen Kantonen gesetzlich geschaffene Fonds, etwa die Elementarschadenkasse des Kantons Graubünden (BR 835.100) oder der Nidwaldner Hilfsfonds als selbständige Anstalt des öffentlichen kantonalen Rechts. Dem Hilfsfondsgesetz (NG 867.3) sind die meisten Grundstücke unterstellt (Art. 1). Grundstücke, die infolge ihres Standortes einer besonderen Gefährdung ausgesetzt sind, können ausgeschlossen werden (Art. 16). Der Hilfsfonds wird unter anderem durch eine jährliche Abgabe geäufnet (Art. 17). Nicht versicherbare Elementarschäden werden bis zu 60% aus dem Hilfsfonds vergütet (Art. 29).

Wo Hilfsfonds oder Elementarschadenkassen fehlen, sind Geschädigte auf freiwillige Leistungen des Fonds für Hilfe bei nicht versicherbaren Elementarschäden oder von Hilfswerken angewiesen.

Sowohl die Gesetze, die eine Staatshilfe vorsehen, als auch Regelungen in Hilfsfondsgesetzen setzen eine zumutbare Schadenwehr des Betroffenen voraus, vgl. z.B. Gesetz über die Staatshilfe bei Elementarschäden des Kantons Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.1401):

Staatshilfe bei Elementarschäden UR Art. 4 Objektive Voraussetzungen

¹ *Die Hilfe wird gewährt bei Elementarschäden an Grundstücken, die hervorgerufen sind durch Naturereignisse, deren sich der Geschädigte nicht oder nicht genügend erwehren konnte, ...*

Verschiedene Regelungen sehen auch vor, dass bei grossen Ereignissen ausserordentliche Beiträge gewährt werden können, so etwa die Wasserbaugesetze der Kantone Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.1211), Appenzell-Innerrhoden (Nr. 711) oder St. Gallen (sGS 734.11).

Eine entscheidende Rolle bei der Wiederherstellung spielen die Versicherungen. 17 Kantone verfügen über eine kantonale Gebäudeversicherungsanstalt mit entsprechenden gesetzlichen Regelungen (Beispielsweise das Gesetz über die Gebäudeversicherung im Kanton Graubünden vom 12. April 1970, BR 830.1), in 6 Kantonen ist das Gebäudeversicherungswesen privatrechtlich geregelt. Meist besteht auch in diesen Kantonen eine gesetzliche Versicherungspflicht, wie z.B. geregelt im Schätzungs- und Grundpfandgesetz des Kantons Obwalden (GDB 213.7)

Art. 21 Versicherungspflicht

¹ *Der Eigentümer oder die Eigentümerin eines Gebäudes ist verpflichtet, dieses bei einer in der Schweiz konzessionierten Versicherungsgesellschaft mindestens zum Zeitwert gegen Feuer- und Elementarschäden zu versichern.*

² *Die kantonale Steuerverwaltung kann bei Schätzungen in die Versicherungspolice Einsicht nehmen.*

VI.IV.II Umfang der Verantwortlichkeit der Allgemeinheit

Die Inkraftsetzung des Waldgesetzes (WaG, SR 921.0) und des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100) führte zu zahlreichen Revisionen kantonaler Anschlussgesetze. Diese neueren Gesetze folgen in der Umschreibung der Aufgaben meist den Formulierungen der Bundesgesetzgebung in Art. 19 des Waldgesetzes (SR 921.0) oder Art. 1 bis 3 des Wasserbaugesetzes (WBG, SR 721.100). Beispiele hiezu sind die waldrechtlichen Bestimmungen der Kantone Graubünden (BR 920.100), Bern (BSG 921.11), Nidwalden (NG 831.1), Luzern (SRL 945) oder Basel-Stadt (SG 911.6). Festzuhalten ist, dass unter die Massnahmen zur Verminderung von Naturrisiken immer auch Massnahmen zur Erhaltung und Förderung von Schutzwäldern enthalten sind. Als Beispiel diene Art. 23 f. der Verordnung zum kantonalen Waldgesetz des Kantons Appenzell-Ausserrhododen (bGS 931.11):

II VII. Schutz vor Naturereignissen

Kant. Waldverordnung Art. 23 Wald mit besonderer Schutzfunktion

¹ *Wälder, welche in Gebieten mit drohenden Naturgefahren wegen ihrer Lage massgebend zum Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten beitragen, werden als Wald mit besonderer Schutzfunktion bezeichnet.*

² *Die kantonale Waldplanung hält ihre Lage fest.*

Art. 24 Sicherung von Gefahrengebieten

Wo der Wald keine hinreichende Schutzwirkung mehr zu gewährleisten vermag, sind geeignete Massnahmen zur Förderung und Erhaltung seiner besonderen Schutzfunktion zu treffen.

In einer Reihe von Kantonen bestehen lediglich Förderungsbestimmungen für Massnahmen zur Verminderung von Naturrisiken, so etwa in der Forstverordnung des Kantons Obwalden (GDB 930.11) oder im Forstgesetz des Kantons Wallis (GV/VS 921.1).

Einzelne Kantone umschreiben die Aufgaben der Öffentlichkeit zur Sicherheit vor Naturgefahren detaillierter, so etwa Art. 17 der Waldverordnung des Kantons Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.2111):

KWV Art. 17 Schutzmassnahmen

¹ *Wo es der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten erfordert, sichern der Kanton, ... vor ... Gefahren.*

Sie unterstützen dieses Ziel durch eine dauernde Pflege und sinnvolle Nutzung des Waldes. Der erforderliche Aufwand und der zu erwartende Nutzen sind gegeneinander abzuwägen.

² *Der Regierungsrat sorgt für eine integrale Planung der Schutzmassnahmen. Er richtet einen Frühwarndienst ein.*

oder auch Art. 3 des Wasserbaugesetzes des Kantons Uri (Urner Rechtsbuch No. 40.1211):

WBG Art. 3 Grundsatz, Berücksichtigung anderer öffentlicher Interessen

¹ *Die Gewässer sind so auszubauen und zu unterhalten, dass Wasser, Geschiebe und Schnee abfliessen können und eine Gefährdung von Bauwerken und genutztem Boden möglichst vermieden werden kann. Dabei sind der erforderliche Aufwand und der zu erwartende Nutzen abzuwägen.*

² Alle Massnahmen des Wasserbaues und des Gewässerunterhaltes sind auf die Verhältnisse im Einzugsgebiet und dessen Sanierungsmöglichkeit abzustimmen.

³ Wasserbau und Gewässerunterhalt haben auf andere öffentliche Interessen möglichst Rücksicht zu nehmen.

Auch Art. 41 Abs. 1 der bernischen kantonalen Waldverordnung (BSG 921.111) sieht eine Pflicht zur Ausführung von Massnahmen nur vor, soweit diese zumutbar sind.

Diese Regelungen grenzen die Pflichten der Allgemeinheit ein, indem die Verhältnismässigkeit (Aufwand/Nutzen) und andere öffentliche Interessen zu wahren sind.

Ähnliche Bestimmungen enthält auch Art. 15 des Wasserbaugesetzes des Kantons Bern (BSG 751.11). Dieses Gesetz erwähnt in Art. 7 ausdrücklich die Inkaufnahme einer Gefährdung:

WBG Art. 7 Wasserbau

¹ ...

² Wird die Gefährdung von Sachwerten in Kauf genommen, sind im Wasserbauplan Überflutungsgebiete zu bezeichnen, sofern

a) keine Menschen gefährdet sind und

b) keine grossen Schäden zu befürchten sind.

...

Diese Regelung ist bedeutend im Zusammenhang mit Art. 39 des selbigen Gesetzes:

WBG Art. 39 Entschädigung in Überflutungsgebieten

3.2 Entschädigungen in Überflutungsgebieten

¹ Im Überflutungsgebiet gemäss Wasserbauplan hat der Berechtigte Anspruch auf eine angemessene Entschädigung oder auf einen Beitrag an höhere Versicherungsprämien. Der Regierungsrat bestimmt die Ansätze der Entschädigungen und Beiträge.

² Der Grosse Rat stellt die erforderlichen Mittel im Voranschlag ein.

³ Der Regierungsrat hat die Finanzkompetenz zur Ausrichtung der Entschädigung. Die Delegation von Ausgabenbefugnissen nach Finanzhaushaltgesetz bleibt vorbehalten.

⁴ Der Regierungsrat kann die Schadenregulierung der Direktion für Bau, Verkehr und Energie oder Dritten übertragen.

Art. 35 Der Wasserbauverordnung (BSG 751.111.1) präzisiert Grundsätze zur Bemessung der Entschädigung und Verfahrensfragen:

WBV Art. 35 Überflutungsschäden

¹ Die Festsetzung der Ansätze für die angemessene Entschädigung der Überflutungsschäden erfolgt unter Berücksichtigung des Erntewerts der üblichsten Kulturen, der Ernteerschwerungen, der Ersatzkultur und der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Sie erfolgt zusammen mit der Festsetzung der Beiträge an höhere Versicherungsprämien. [Fassung vom 22. 8. 2001]

...

Hinsichtlich Aufgaben der Öffentlichkeit ist diese Regelung insofern bemerkenswert, dass sich eine Verantwortlichkeit der Allgemeinheit auch auf Gebiete und Betroffene mit vergleichsweise geringem Schadenpotenzial erstreckt.

Sehr weitgehend ist auch die Formulierung des Wasserbaugesetzes des Kantons St. Gallen (sGS 734.11):

Wasserbaugesetz Art. 2 Massnahmen a) Grundsatz

¹ Die Gewässer sind so zu unterhalten und auszubauen, dass das Wasser ungehindert abfliessen und eine Gefährdung von Bauwerken und genutztem Boden vermieden werden kann.

Wasserbaugesetz Art. 34. Gewässerausbau Gegenstand

¹ *Der Ausbau der Gewässer soll einen hinreichenden Abfluss gewährleisten, Sohle und Ufer sichern sowie einer geregelten Geschiebeführung und dem Schutz der Umgebung vor Überflutung dienen.*

² ...

Gefährdungen oder Überflutungen sollen demnach vermieden werden. Ähnlich absolut kann die Regelung im Wasserrechtsgesetz des Kantons Schwyz (SRSZ 451.100) verstanden werden:

§ 44 3. Sicherungsmassnahmen

¹ *Wo die Beibehaltung des natürlichen Zustandes von privaten und öffentlichen Gewässern die Gefahr von Überschwemmungen, Erdbeben oder andern Schäden für die Allgemeinheit mit sich bringt, sind sie durch Korrektur, Verbauung oder Aufforstung zu sichern.*

Jedoch setzen auch hier andere öffentliche Interessen gewisse Grenzen:

² *Dabei ist dem öffentlichen Interesse an der Erhaltung der natürlichen Wasservorräte und des Gleichgewichts des Wasserhaushaltes sowie dem Schutz des Landschaftsbildes und des Fischbestandes angemessen Rechnung zu tragen.*

In Anlehnung an die Bundesgesetzgebung werden in den meisten wasserbaulichen Regelungen auch ökologische Zielsetzungen ausdrücklich erwähnt, so etwa im Berner Wasserbaugesetz, im Obwaldner Wasserbaugesetz, im Luzerner Wasserbaugesetz oder in § 43 des Schwyzer Wasserrechtsgesetzes (SRSZ 451.100)

§ 43 2. Erhaltung und Wiederherstellung des natürlichen Zustandes

¹ *Behörden und Amtsstellen des Kantons, der Bezirke und Gemeinden sorgen dafür, dass öffentliche und private Gewässer als Lebensräume für einheimische Tier- und Pflanzenarten sowie als Landschaftselemente erhalten und wenn möglich verbessert werden.*

² *Kanton und Bezirke unterstützen und fördern Massnahmen, die der Revitalisierung eines Fließgewässers dienen oder einen naturnahen Hochwasserschutz darstellen.*

VI.IV.III Schutzziele in den Kantonen

Auch einzelne Kantone haben schliesslich in den letzten 15 Jahren Schutzzielschemen und -darstellungen entwickelt. Diese Regelungen sind teilweise in enger Anlehnung an die entsprechenden Dokumente des Bundes entstanden. Weisungen, Richtlinien und Reglemente des Bundes und der Kantone entstanden meist koordiniert und inspirierten sich gegenseitig.

Einige bedeutende Beispiele kantonaler Festlegungen zu Schutzzielen sind nachstehend aufgeführt.

- Schutzziele für den Hochwasserschutz in folgenden Dokumenten:
 - Kanton Uri: Richtlinie für den Hochwasserschutz (1992);
 - Kanton Nidwalden: Schutzziele für die Engelbergeraas (1992).
- Schutzziele für alle gravitativen Naturgefahren:
 - Kanton Glarus: Richtlinien zum Schutz vor Naturgefahren (2001);
 - Kanton Luzern: Naturgefahren im Kanton Luzern (2003);
 - Kanton Graubünden: Risikomatrix (2003).
- Schutzziele für die Erdbebensicherheit:
 - teilweise Verbindlich-Erklärung der SIA-Normen.

Im Gegensatz zu anderen Naturgefahren, ist vor allem bei Erdbeben der Verweis auf die anerkannten Regeln der Baukunst, namentlich die SIA-Norm 261, gebräuchlich.

VII Schutzzielrelevante Gerichtsurteile

VII.I Subjektive Voraussetzungen einer Handlungspflicht

VII.I.I Handlungen des Staates bei der Erfüllung öffentlicher Aufgaben

Norm als Voraussetzung für eine Handlungspflicht zum Schutz von Risikobetroffenen

Nach Rechtsprechung und herrschender Lehre liegt der Haftungsnorm des Art. 41 OR wie der Staatshaftung die **objektive Widerrechtlichkeitstheorie** zugrunde (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3). Danach ist eine Schadenszufügung widerrechtlich, wenn sie gegen eine allgemeine gesetzliche Pflicht verstösst, indem entweder ein **absolutes Recht** (wie Leib, Leben, Eigentum, Persönlichkeitsrecht) der geschädigten Person beeinträchtigt (Erfolgsunrecht) oder eine reine Vermögensschädigung durch **Verstoss gegen eine einschlägige Schutznorm** bewirkt wird (Verhaltensunrecht).

Die im objektiven Normverstoss begründete Widerrechtlichkeit entfällt daher, wenn eine Schädigung reiner Vermögensrechte stattgefunden hat, dabei jedoch keine Verhaltensnorm verletzt worden ist, die nach ihrem Zweck vor derartigen Schädigungen schützen soll (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3).

Es besteht **keine allgemeine Rechtspflicht**, im Interesse anderer tätig zu werden (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3; VGE 21240 E. 2d). Daher hängt die Widerrechtlichkeit bei einer Unterlassung auch dann, wenn absolute Rechte beeinträchtigt worden sind, davon ab, ob eine besondere Rechtspflicht zum Handeln besteht, die sich aus einer Schutznorm ergibt (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3; Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 1; Genf-Cointrin, Baustellenunfall, BGE 90 IV 8, E. 1). Voraussetzung für eine (Staats-)Haftung ist also, dass eine durch rechtliche Vorschriften oder allgemeine Rechtsgrundsätze begründete **Garantenpflicht** verletzt worden ist, welche verpflichtet hat, zu handeln, um den Schaden zu verhindern (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.3).

Nach allgemeiner Ansicht lassen sich zwei Grundtypen von Garantenstellungen unterscheiden, nämlich einmal Obhutspflichten, d.h. Garantenstellungen zur Verteidigung bestimmter Rechtsgüter gegenüber unbestimmt vielen Gefahren, und zum anderen Überwachungspflichten, d.h. Garantenstellungen zur Überwachung bestimmter Gefahrenquellen zum Schutze unbestimmt vieler Rechtsgüter (Zürich, Garantenstellung, BGE 113 IV 68, E. 5b; Evolène, Lawine, BGE 6P.40/2006 E. 9.2)

Im Falle einer Verletzung strafrechtlich geschützter Güter wird dem Garanten ein unechtes Unterlassungsdelikt vorgeworfen. Ein unechtes Unterlassungsdelikt ist gegeben, wenn wenigstens die Herbeiführung des Erfolges durch Tun ausdrücklich mit Strafe bedroht wird, der Beschuldigte durch sein Tun den Erfolg tatsächlich hätte abwenden können und infolge seiner besonderen Rechtsstellung dazu auch so sehr verpflichtet war, dass die Unterlassung der Erfolgsherbeiführung durch aktives Handeln gleichwertig erscheint. Eine derartige Garantenstellung besteht insbesondere für den Täter, der Kraft seiner besonderen Rechtsstellung das Gut vor der diesem drohenden Gefahr hätte schützen müssen (Evolène, Lawine, BGE 6P.40/2006, E. 9.1)

Arten von massgeblichen Normen

Wo **besondere Normen** ein bestimmtes Verhalten gebieten, bestimmt sich das Mass der dabei zu beachtenden Sorgfalt in erster Linie nach diesen Vorschriften (Ballwil, Signalisation Baustelle BGE 116 IV 306, E. 1a). Fehlen solche, kann auf **analoge Regeln privater oder halbprivater Vereinigungen** abgestellt werden (Rupperswil, Reitunfall, BGE 127 IV 62, E. 2d; Elm, Lawine auf Skipiste, BGE 117 IV 415, E. 5a), sofern diese allgemein anerkannt sind. Das schließt nicht aus, dass der Vorwurf der Fahrlässigkeit auch auf **allgemeine**

Rechtsgrundsätze, wie etwa den **allgemeinen Gefahrensatz** gestützt werden kann (Genf-Cointrin, Baustellenunfall, BGE 90 IV 8, E. 1; Däniken, Schienenkran, BGE 126 IV 13 E. 7a/bb mit Hinweisen; Rapperswil, Reitunfall, BGE 127 IV 62, E. 2d). Laut diesem allgemeinen Gefahrensatz muss, wer eine Gefahr schafft, die notwendigen Vorkehrungen treffen, um Schäden zu vermeiden.

Eine Handlungspflicht kann sich ferner aus dem allgemeinen Rechtsgrundsatz des **Störerprinzips** ergeben. Es wird unterschieden zwischen Verhaltensstörern, Zustandsstörern (Pura, Hangrutsch, 1P.190/2003, E. 4.3) und – in der Lehre umstritten – Zweckveranlassern. Verhaltensstörereigenschaften ergeben sich für den Staat wohl vor allem durch Unterlassen, da der Staat wohl in den seltensten Fällen selber aktiv Polizeigüter stört. Unterlassen begründet die Störereigenschaft nur, wenn eine besondere Rechtspflicht zu sicherheits- und ordnungswahrendem Handeln besteht.

Auch die **polizeiliche Generalklausel** kann unter gewissen Voraussetzungen fehlende gesetzliche Grundlagen ersetzen. Das Bundesgericht erachtet dies als zulässig, wenn und soweit die **öffentliche Ordnung und die Rechtsgüter des Staates oder Privater** gegen **schwere und unmittelbar drohende Gefahren zu schützen** sind, die mit gesetzlichen Mitteln nicht abgewendet werden können. ... Es muss überdies ein Zustand der **zeitlichen Dringlichkeit** vorliegen. Auf die polizeiliche Generalklausel gestützte Anordnungen haben sich sodann gegen den Störer zu richten, und sie müssen dem Grundsatz der Verhältnismässigkeit entsprechen (Disentis, Stützmauer, BGE 1P. 88/1995 E. 5c).

Verwaltungsorganisatorische Vorschriften, welche bloss die **Zuständigkeitsbereiche** innerhalb der Verwaltung festlegen, begründen jedoch **keine Verpflichtung** zur Abwehr von Vermögensschäden Privater (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 4.2.4).

Grundrechtliche Schutzpflicht als Voraussetzung für staatliche Handlungspflicht?

Nach neuerer Auffassung haben Grundrechte nicht nur eine abwehrende Funktion gegen Beeinträchtigungen durch den Staat, sondern begründen auch eine **staatliche Schutzpflicht gegen Gefährdungen, die von Dritten verursacht werden**. Der Staat wird nicht nur zu einem Dulden oder Unterlassen, sondern auch zu einem positiven Tun verpflichtet (Liestal, Schiesslärm, BGE 126 II 300 E. 5a). Gemäss der neuesten Auffassung über die Rolle und die Tragweite der Grundrechte besteht diese Eingriffspflicht grundsätzlich auf allgemeine Art und Weise im Zusammenhang mit jedem dieser Rechte, eingeschlossen der Eigentums-garantie, weil die effektive Möglichkeit, sie friedlich auszuüben, ein Bestandteil der öffentlichen Ordnung ist, deren Sicherung dem Staat zufällt (Genf, Hausbesetzer, BGE 119 Ia 28, in Pra 82 (1993) Nr. 206, E. 2). Die **Polizei** ist besonders mit der Aufrechterhaltung von Ruhe und Ordnung beauftragt und **muss deshalb handeln**, sobald eine Person in der Ausübung eines Grundrechtes behindert oder bedroht ist. ... Ein Einzelner ist nicht berechtigt, das Eingreifen der staatlichen Gewalt zu fordern, um irgendeines seiner Grundrechte zu schützen. Um die staatliche Gewalt zu beanspruchen, muss ein ‚qualifiziertes Recht‘ auf dem Spiel stehen.

Welches Grundrecht auch immer betroffen ist, so hängt eine eventuelle Eingriffspflicht auf jeden Fall von der Schwere des Eingriffes und von allen Umständen ab, in denen die Polizei handeln muss. Diese **Pflicht** ist vor allem dann der Zweckmässigkeit des Eingriffes **untergeordnet**, wenn dieser **umfangreiche Mittel benötigt** oder wenn er für weitere Störungen von Ruhe und Ordnung ausschlaggebend sein könnte (Genf, Hausbesetzer, BGE 119_Ia_28, in Pra 82 (1993) Nr. 206, E. 2; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 4.1).

Einschränkend hält das BGer aber auch fest, dass die grundrechtliche Schutzpflicht **ebenso wenig** wie das Umweltrecht einen **absoluten Schutz gegen jegliche Beeinträchtigung und Risiken** gewähren kann (Liestal, Schiesslärm, BGE 126 II 300 E. 5b). Das ergibt sich **einerseits aus den faktisch begrenzten Mitteln des Staates**, andererseits aber auch daraus, dass ein solch absoluter Schutz unweigerlich dazu führen müsste, dass **zahlreiche Tä-**

tigkeiten Dritter verboten werden müssten, was in Konflikt treten würde zu deren ebenfalls verfassungsrechtlich geschützten Betätigungsmöglichkeiten. Auch bei Annahme einer grundrechtlichen Schutzpflicht ist deshalb eine **Abwägung zwischen den beteiligten Interessen** erforderlich. Dies ist in erster Linie Sache der einschlägigen Gesetzgebung, welche durch Festlegung der unzulässigen bzw. zulässigen Tätigkeiten die Grenze zwischen einer unerlaubten Gefährdung und einem hinzunehmenden Restrisiko definiert.

Die Frage nach der Tragweite der grundrechtlichen Schutzpflicht ist daher in der Regel gleichbedeutend mit der Frage **nach der richtigen Anwendung des einschlägigen Gesetzesrechts**. Erweisen sich beispielsweise beanstandete Weisungen als mit dem eidgenössischen Umweltrecht vereinbar, so verletzen sie deshalb auch nicht das Grundrecht auf körperliche Unversehrtheit, selbst wenn damit nicht jegliches Risiko völlig ausgeschaltet werden kann (Liestal, Schiesslärm, BGE 126 II 300 E. 5c).

Das Verwaltungsgericht des Kantons Bern fasst diese Rechtspraxis in seinem Entscheid zur Verantwortlichkeit wegen Hochwasser folgendermassen zusammen (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 4.1):

Zwar wird in Lehre und Rechtssprechung eine grundrechtlich begründete staatliche Schutzpflicht angenommen, die heute namentlich aus Art. 35 der Bundesverfassung abgeleitet wird. Dies bedeutet aber nicht, dass der Einzelne Anspruch auf Schutz gegen jegliche Beeinträchtigung grundrechtlich geschützter Güter hätte; der Umfang der Schutzpflicht hängt ab von der **Schwere der drohenden Beeinträchtigung und von den** gesamten Umständen (Genf, Hausbesetzer, 119_la_28, E. 2 in Pra 82 (1993) Nr. 206). Zudem sind die **faktisch begrenzten Mittel des Staates** und **denkbare negative Auswirkungen** der staatlichen Schutzmassnahmen zu berücksichtigen (Elm, Signalisation Skipiste, BGE 115 IV 189, E. 3b; Melchsee-Frutt, Gefahren auf Nebenflächen, BGE 122 IV 193 E. 2a; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4). Ausmass und Umfang der grundrechtlichen Schutzpflicht ergeben sich daher in erster Linie aus der einschlägigen Gesetzgebung (Liestal, Schiesslärm, BGE 126 II 300 E. 5c).

VII.I.II Handlungspflicht nach privatrechtlichen Normen

Handlungspflicht des Grundeigentümers

Eine Haftung des **Grundeigentümers** gemäss Artikel 679 ZGB setzt eine Eigentumsüberschreitung voraus. Hiezu urteilt das Bundesgericht, dass eine Überschreitung des Eigentumsrechts nur in einem menschlichen Verhalten liegen kann, das mit der Ausübung der tatsächlichen Herrschaft über das Grundstück, d.h. mit dessen Bewirtschaftung oder sonstigen Benützung zusammenhängt (Tarasp, Felskopf, BGE 93 II 230 E. 3). ... Einwirkungen, die ausschliesslich durch Naturereignisse verursacht werden, fallen daher nicht unter den Begriff der Eigentumsüberschreitung. Ebenso vermag ein rein passives Verhalten die Verantwortlichkeit aus Art. 679 ZGB mangels eines Zusammenhanges mit der Bewirtschaftung oder Benützung des Grundstücks in der Regel nicht zu begründen. Ein Unterlassen kann unter dem Gesichtspunkte von Art. 679 ZGB nur erheblich sein, wenn ein Grundeigentümer die Vorkehren nicht trifft, die nötig sind, um zu verhindern, dass **infolge** von gegenwärtigen oder früheren **Bewirtschaftungs- oder Benützungshandlungen** Gefahren für die Nachbarn entstehen. ... Das **bloisse Bestehenlassen des ausschliesslich durch die Natur geschaffenen Zustandes einer Liegenschaft** fällt dagegen **nicht unter Art. 679 ZGB**, weil eben ein Zusammenhang zwischen diesem Verhalten und der Benützung oder Bewirtschaftung des Grundstücks fehlt. Auch schon in einem früheren Urteil (Otelfingen, überlaufendes Gewässer, BGE 91 II 474 E. 6) hielt das Bundesgericht fest, dass der (Staat als) Grundeigentümer (eines Gewässers), der keine Massnahmen trifft, um den **schädlichen Folgen eines Naturereignisses vorzubeugen**, nicht auf Grund von Art. 679 ZGB belangt werden kann. Doch ist das Gemeinwesen als Eigentümer öffentlicher Sachen nicht nur insoweit der Haftung nach Art. 679 ZGB unterstellt, als es eine aus dem Privatrecht fliessende Befugnis

ausübt, sondern auch, soweit es **kraft des ihm zustehenden Hoheitsrechts handelt**. Entscheidend ist dabei, ob die übermässigen Einwirkungen auf Nachbargrundstücke bei der **Erfüllung öffentlicher Aufgaben** unvermeidlich (oder doch nur mit unverhältnismässigen Aufwendungen vermeidbar) sind oder nicht (Otelfingen, überlaufendes Gewässer, BGE 91 II 474 E. 5).

Handlungspflicht als Werkeigentümer

Die **Werkeigentümerhaftung** gemäss Artikel 58 OR wird der Haftungsform der milden Kausalhaftung zugerechnet. Die Haftung kann ausgeschlossen werden durch den Nachweis, dass die erforderliche Sorgfalt aufgewendet wurde. Haftbar wird der Werkeigentümer bei fehlerhafter Anlage und mangelhaftem Unterhalt des Werkes. Haftbar ist der Staat häufig als Eigentümer öffentlicher Sachen wie z.B. Strassen. Dieser Haftung sind aber durchaus Grenzen gesetzt.

So wird z.B. in einem Urteil über den Umfang der Strassenunterhaltungspflicht (Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 1) nur bei **Vernachlässigung elementarer Massnahmen** von einem **Unterhaltungsmangel** gesprochen, wenn die Vorschriften des öffentlichen Rechts im einzelnen Fall beobachtet worden seien.

Entscheidend für die Werkeigentümerhaftung ist auch die Zumutbarkeit (z.B. Vercorin, Bergstrasse, BGE 102 II 343, E. 3; Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 2; Giswil, Wildbachdurchlass an Strasse, BGE 100 II 134, E. 4; St. Gallen, Plauschbad, BGE 116 II 422, E. 1). Die entsprechenden Kosten müssen in einem **vernünftigen Verhältnis** stehen zum Schutzinteresse der Benutzer des Werkes und zu dessen Zweck. Nicht jede Gefahrenquelle ist ohne weiteres ein Mangel in der Herstellung oder im Unterhalt; vernünftigerweise kann nicht verlangt werden, dass jedes noch so kleine Risiko ausgeschlossen ist.

Ein Werk ist mangelhaft, wenn es den Benützern bei bestimmungsgemäsem Gebrauch keine genügende Sicherheit bietet; ob ein Mangel vorliegt, ist konkret zu beurteilen (Tesserte, vereiste Strasse, BGE 129 III 65, E. 1.1). Zu berücksichtigen ist aber auch eine allgemein zu erwartende, nicht bestimmungsgemässe Benutzung (St. Gallen, Plauschbad, BGE 116 II 422, E. 1).

Besonders strenge Sicherheitsanforderungen sind zu stellen, wenn die **Gefährdung zutage tritt** (St. Gallen, Plauschbad BGE, 116 II 422, E. 1). Die Duldung einer erkannten Gefahr begründet sodann regelmässig einen Schuldvorwurf mit der Folge, dass bei einem schädigenden Ereignis auch die Haftungsvoraussetzungen nach Art. 41 OR gegeben sind.

Andererseits muss der Eigentümer **nicht jeder denkbaren Gefahr vorbeugen**, vor der sich jedermann problemlos mit einem Mindestmass an Vorsicht selber schützen kann (Thyon-Les Collons, Skiliftmast, BGE 126 III 113, E. 2a/cc). Er muss nicht damit rechnen, dass eine Person eine Einrichtung in einer bestimmungswidrigen Art und Weise gebraucht.

VII.II Objektive Voraussetzungen einer Handlungspflicht

Naturereignisse als höhere Gewalt

Eine Handlungspflicht zum Schutz eines Geschädigten oder Gefährdeten besteht in vielen Fällen nicht, wenn ein Ereignis als höhere Gewalt, nämlich als unvorhersehbares und unvermeidliches Ereignis, das unabhängig vom Verhalten mit unabwendbarer Gewalt von aussen hereinbricht (Frutigen, Strassenbelag, BGE 90 IV 265, E. 2b), zu betrachten ist. Doch übt die Rechtssprechung in der Regel Zurückhaltung mit einer solchen Sichtweise und betrachtet beispielsweise Gewitter mit wolkenbruchartigen Regenfällen in der warmen Jahreszeit, insbesondere in Berggegenden, nicht so aussergewöhnlich, dass mit ihnen nicht gerechnet werden muss (Giswil, Wildbachdurchlass an Strasse, BGE 100 II 134, E. 5; Otelfingen, überlaufendes Gewässer, BGE 91 II 474 E. 8). Rasch abfliessende Hochwasser und

grosse Murgänge bei starken Niederschlägen seien eine normale Folge der Lage und der Geologie des Einzugsgebietes.

In ausserordentlichen Situationen ist mit ausserordentlichen Ereignissen zu rechnen (Evolène, Lawine, BGE 6P.40/2006 E. 2.3 und E. 6).

Vernachlässigbare Risiken

Eine Handlungspflicht wird nicht durch **jede bloss abstrakte Möglichkeit** eines Unfalles ausgelöst (Frasnacht, Verkehrsunfall, BGE 80 IV 130, E. 1). Auch beruht ein **glimplicher Verlauf eines Unfalls** nicht notwendigerweise auf einem vom gewöhnlichen Lauf der Dinge abweichenden und daher nicht massgeblichen glücklichen Zufall. (Teufen, Kollision mit Eisenbahn, BGE 124 IV 114, E. 3c). Es kann im Gegenteil, je nach den konkreten Umständen des Einzelfalls, gerade auch **dem gewöhnlichen Lauf der Dinge entsprechen**, so dass mithin eine allfällig erhebliche Schädigung auf einem vom gewöhnlichen Lauf der Dinge abweichenden und daher nicht massgeblichen unglücklichen Zufall beruht.

Nach ständiger Rechtssprechung des Bundesgerichts wird im Rahmen der einfachen Kausalhaftung **nicht verlangt**, dass sämtliche Sicherheitsmassnahmen getroffen werden, die alle **denkbaren Risiken vermeiden** (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 3.3).

Zulässige Belastung im ‚Normalbetrieb‘ als Kriterium für das Unterlassen von Handlungen

Das Umweltschutzrecht anerkennt eine gewisse Belastung der Gesellschaft im störungsfreien ‚Normalbetrieb‘ von Anlagen. Das Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) soll sowohl vor **schädlichen**, wie auch vor **lästigen** Auswirkungen schützen. Gemäss der Botschaft zum ehemaligen Verfassungsartikel (Art. 24 septies, heute Art. 74 Abs. 1 und 2) sind schädliche Einwirkungen solche, die die physische und psychische Gesundheit des Menschen schädigen. Lästige Einwirkungen kennzeichnen sich dadurch, dass sie die betroffenen Menschen in ihrem Dasein beeinträchtigen, ohne ihnen gesundheitlichen Schaden zuzufügen (BBI 1970 I 762, 776), (Zürich Flughafen, BGE 126 II 522, E. 42).

Zur Bemessung der erheblichen Störung des Wohlbefindens im Sinne von Art. 15 USG wird in der Regel auf die Ergebnisse soziologischer Erhebungen bzw. darauf abgestellt, wie viele der befragten Personen sich bei einer bestimmten Belastung als stark gestört bezeichnen (Zürich Flughafen, BGE 126 II 522, E. 42). Da die Störung ‚erheblich‘ sein muss, **genügt nicht schon, dass sich einzelne wenige beeinträchtigt fühlen**.

Angesichts des Gebotes der Berücksichtigung sensibler Bevölkerungsgruppen (Art. 13 Abs. 2 USG) kann andererseits nicht verlangt werden, dass eine Mehrheit der Bevölkerung stark belästigt sein muss, damit eine Störung ‚erheblich‘ wird. Bei der Festsetzung der Immissionsgrenzwerte in der Lärmschutz-Verordnung ist deshalb davon ausgegangen worden, **dass der Anteil stark Gestörter 25% (bzw. 15% bis 25%) der Betroffenen nicht übersteigen soll** (Zürich Flughafen, BGE 126 II 522, E. 42, s. 575).

Nach heute geltendem Umweltrecht sind verschärfte Emissionsbegrenzungen, die unter anderem in Verkehrs- und Betriebsvorschriften bestehen können, **unabhängig von der wirtschaftlichen Zumutbarkeit** anzuordnen (Art. 11 Abs. 3 in Verbindung mit Art. 12. 1 lit. c. USG), (Zürich Flughafen, BGE 126 II 522, E. 42). Vorausgesetzt wird nur, dass ein angemessenes Verhältnis zwischen dem Nutzen der Massnahme und der Schwere der damit verbundenen Nachteile bestehe.

Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen sind anzuordnen, soweit dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Biel-Pieterlen, Elektrosmog, BGE 124 II 219, E. 8b).

Im Fall einer Emission von bloss **0.08% des Grenzwertes** besteht grundsätzlich kein Anlass zu weitergehenden Anordnungen im Sinne der Vorsorge (Samnaun, Richtstrahlantenne, BGE 117 Ib 28, E. 5b und 6c). Bei derart geringer Umweltbeeinflussung liegt umweltschutz-

rechtlich ein Bagatellfall vor. Dagegen dürften Emissionen in der **Grössenordnung von 20% des Grenzwertes** beachtlich sein.

Unzulässige Schäden und Risiken, unbedingte Handlungspflicht

Ebenso wie sich die Frage stellt nach der Intensität der Schädigung, bei der eine Handlung angezeigt scheint, stellt sich die Frage, ob gewisse Risiken mit erheblichem Schadenspotential in jedem Fall unzulässig seien, unabhängig von der Eintretenswahrscheinlichkeit. USG und Störfallverordnung enthalten keine ausdrückliche maximale Schadenobergrenze (Pfäffikon, Chlorgas, BGE 127 II 18, E. 5 d/bb). Das Handbuch I zur Störfallverordnung hält es für möglich, dass es ein Mass an Schädigungen gebe, das durch die privaten und öffentlichen Interessen nicht mehr aufgewogen werden könne und **unabhängig von der Eintretenswahrscheinlichkeit als untragbar** zu bezeichnen sei. Als maximal zulässiger Schaden werden im Handbuch ca. 2'500 Todesfälle (innert 30 Tagen als direkte Folge des Störfalles) und 10 Mia. CHF Sachschaden angegeben (BUWAL, 1991, S. 36).

Grundsätzlich sind die Kantone, denen der Vollzug der Störfallverordnung obliegt, berechtigt, eine derartige **maximale Schadenobergrenze** festzulegen (Seiler, 1995a, S. 15). Dabei kann es aber nur um Schadenausmasse gehen, die wirklich **Grosskatastrophen** darstellen, nicht aber schon um Störfallwerte von 0.5 oder 0.6 (ca. 50-100 Tote). Ein Gefährdungspotential in dieser Grössenordnung haben sehr viele Anlagen (z.B. Tankstellen, Tanklastwagen, Eisenbahn- oder Strassentunnels, Chemiebetriebe, usw.). Würde man bereits bei solchen Schadenspotentialen ungeachtet der Wahrscheinlichkeit Betriebsverbote zulassen, könnte fast jede gewerbliche, industrielle oder kulturelle Tätigkeit gestützt auf die Störfallverordnung verboten werden (Pfäffikon, Chlorgas, BGE 127 II 18, E. 5 d/bb).

Wirksamkeit der Massnahme

Zum Mass der Handlungspflicht hält die Rechtssprechung fest, dass die Garantin bzw. der Garant **nicht alle erdenklichen Sicherheitsvorkehrungen** treffen muss, sondern nur diejenigen, die sich aus besonderen Vorschriften ergeben oder aufgrund allgemeiner Vorsichtsregeln als zweckmässig und vernünftigerweise zumutbar erweisen (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4), um eine drohende Gefahr abzuwehren (vgl. auch Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 1; Genf-Cointrin, Baustellenunfall, BGE 90 IV 8, E. 2; Churwalden, Bäume am Pistenrand, BGE 121 III 358 E. 4a; Otelfingen, überlaufendes Gewässer, BGE 91 II 474 E. 5).

Sind Sicherheitsmassnahmen denkbar, die **nicht reglementarisch vorgesehen** sind, muss eine **Abwägung der entgegenstehenden Interessen** zeigen, was vernünftigerweise verlangt werden konnte; in dieser Hinsicht muss einerseits der Grad der Wirksamkeit der Massnahme, ihre Kosten und ihre Nachteile und andererseits der Grad der Wahrscheinlichkeit der Gefahr und das Ausmass des zu erwartenden Schadens berücksichtigt werden (Thyon-Les Collons, Skiliftmast, BGE 126 III 113, E. 2b).

Nach ständiger Rechtssprechung des Bundesgerichts wird somit im Rahmen der einfachen Kausalhaftung **nicht verlangt**, dass sämtliche Sicherheitsmassnahmen getroffen werden, die alle **denkbaren Risiken vermeiden**. So müssen ... nicht alle denkbaren Massnahmen getroffen werden, um auch seltenen Ereignissen vorzubeugen, obwohl natürlich bekannt ist, dass solche Ereignisse ... vorkommen können (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 3.3). Dies entspricht dem selbstverständlichen und rechtlich gebotenen Umgang mit **kleinen Wahrscheinlichkeiten**. ... Dieser Umgang sieht nämlich vor, dass eine Massnahme nicht verlangt werden kann, wenn sie im Verhältnis zu den dadurch vermiedenen Risiken finanziell nicht zumutbar ist.

Davon wird dann eine Ausnahme gemacht, wenn ein Ereignis trotz seiner generell kleinen Wahrscheinlichkeit in einem konkreten Fall vorhersehbar ist. ... Risikoreduzierende Massnahmen sind dann zu treffen, wenn entweder die Eintretenswahrscheinlichkeit genügend hoch ist oder wenn trotz generell kleiner Eintretenswahrscheinlichkeit in **einem konkreten**

Fall voraussehbar ist, dass das Ereignis eintritt. Umgekehrt ausgedrückt darf auf aufwändige risikoreduzierende Massnahmen verzichtet werden, wenn die Eintretenswahrscheinlichkeit sehr gering ist und auch keine konkreten Anzeichen bestehen, dass das Ereignis bevorsteht (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 3.3).

Die **Ressourcen**, die einem Handlungspflichtigen zur Verfügung stehen, sind **begrenzt** (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 5.1). Die Handlungen (im beurteilten Fall: medizinische Leistungen der Spitäler) müssen deshalb nicht nur **wirksam und zweckmässig**, sondern auch **wirtschaftlich** sein. Je mehr Massnahmen mit einem schlechten Kosten-/Wirksamkeitsverhältnis getroffen werden, desto weniger Mittel stehen zur Verfügung, um Massnahmen mit einem guten Kosten-/Wirksamkeitsverhältnis zu treffen; dies hätte zur Folge, dass mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht das Optimum an (medizinischer) Leistung erbracht werden kann. Dies wäre unzweckmässig und unwirtschaftlich und damit auch gesetzwidrig (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 5.1).

Mit dem Rechtsgleichheitsgebot (Art. 8 Abs. 1 BV) wäre es nämlich nicht vereinbar, in einigen Fällen sehr hohen Aufwand zu betreiben, um geringfügige Risiken weiter zu reduzieren, wenn in anderen Fällen selbst wesentlich weniger aufwändige Massnahmen nicht getroffen werden (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 5.2).

Die finanzielle **Zumutbarkeit von Massnahmen** kann deshalb nur solange bejaht werden, als der dafür erforderliche Aufwand noch in einem Rahmen liegt, der auch dann, wenn er **verallgemeinert wird**, von der (Gesundheits-)Politik bzw. der gesamten Volkswirtschaft **finanziert werden kann**. Als eine sinnvolle Regel zur Konkretisierung dieses Grundsatzes hat sich seit Jahren bewährt, dass Sicherheitsmassnahmen solange getroffen werden müssen, als der Ertragswert des dadurch vermiedenen Schadens grösser ist als die Kosten für seine Vermeidung (**„Learned Hand Rule“**)...

Auch ... lassen sich für die als noch zumutbar zu betrachtenden Beträge ungefähre **Grössenordnungen** feststellen: So werden ... Kosten in der Grössenordnung bis zu etwa CHF 300'000.-- pro QALY (quality adjusted life year) angenommen. ... In der allgemeinen Risikodiskussion werden Grenzkostenbeträge von maximal 20 Mio. CHF pro gerettetes Menschenleben oder maximal CHF 500'000.-- pro gerettetes Menschenlebensjahr diskutiert (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 5.2).

In einem konkreten Fall urteilte das Verwaltungsgericht des Kantons Bern, dass Kosten von CHF 1.5 Mia. pro gerettetes Menschenleben oder 150 Mio. CHF pro gerettetes Lebensjahr finanziell nicht zumutbar und ihre Unterlassung damit nicht pflichtwidrig gewesen sei (Bern, Sitzwache, VGE 22214U, E. 5.6). Das Bundesgericht hob diesen Entscheid jedoch auf (Bern, Zumutbarkeit einer Sitzwache BGE 4P.244/2005). In seinen Erwägungen gelangte es zu einer völlig anderen Kosten-/Nutzenberechnung: Es erachtete Kosten von durchschnittlich CHF 1'680.— zur Überwachung eines potentiell suizidgefährdeten Patienten als finanziell ohne weiteres zumutbar (Bern, Zumutbarkeit einer Sitzwache BGE 4P.244/2005 E. 4) dies ohne Beachtung der Wahrscheinlichkeit, dass dieser tatsächlich Selbstmord begeht. Das Bundesgericht lehnt damit implizit ab, dass die allfälligen Kosten für die schweizerische Volkswirtschaft als Bezugsgrösse für die finanzielle Zumutbarkeit herangezogen werden können (Zimmermann, 2006, 136). Vielmehr sei bei der Beurteilung der finanziellen Zumutbarkeit von Sicherheitsmassnahmen ausschliesslich auf den konkret zu beurteilenden Einzelfall abzustellen.

Zumutbarkeit der Massnahme

Der Handlungspflichtige muss nicht mehr tun, als man von ihm angesichts der **konkreten Umstände vernünftigerweise** erwarten darf (Thyon-Les Collons, Skiliftmast, BGE 126_III_113, E. 2a/aa). Immer wieder werden in der Rechtssprechung dabei auch die **wirtschaftlichen Verhältnisse des Handlungspflichtigen** in die Überlegungen einbezogen: Es können nur Aufwendungen verlangt werden, die auch **wirtschaftlich und technisch zu-**

mutbar sind (St. Gallen, Plauschbad, BGE 116 II 422, E. 1). Es ist in jedem Einzelfall zu prüfen, ob der Handlungspflichtige nach den **zeitlichen, technischen und finanziellen Gegebenheiten** überhaupt in der Lage war, seine Aufgabe zu erfüllen (Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 2). Die Aufwendungen eines Handlungspflichtigen müssen in einem vernünftigen Verhältnis zu **seinen Mitteln** und zu seinen **übrigen Auslagen** stehen (Vercorin, Bergstrasse, 102 II 343, E. 1; Giswil, Wildbachdurchlass an Strasse, BGE 100 II 134, E. 4; Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 2; Tesserete, vereiste Strasse BGE 129 III 65, E. 1.1). Konsequenterweise ist ein Unterlassen unrechtmässig, wenn die vorhandenen Mittel ein Handeln erlaubt hätten (Tesserete, vereiste Strasse, BGE 129 III 65, E. 5).

Erlaubtes Risiko

Der (wirkliche oder vermeintliche) **Nutzen einer Tätigkeit** kann es rechtfertigen, ein gewisses Risiko in Kauf zu nehmen, wenn diese Tätigkeit sonst gar nicht oder nur mit unverhältnismässig hohen materiellen oder anderen Aufwendungen möglich wäre. Die Nutzen-Risiko-Abwägung ist dabei im einzelnen eine schwierige und für jeden Fall neu zu entscheidende Frage (Kaiseraugst, Betäubungsmittel, BGE 117 IV 58 E. 2b; Basel-Landschaft, Abgabe Drogen, BGE 120 IV 334).

Besondere, schwer erkennbare Gefahren

Zu schützen ist insbesondere vor Gefahren, welche für die zu Schützenden **nicht ohne weiteres erkennbar sind** und sich als **eigentliche Fallen** erweisen (Elm, Signalisation Skipiste, BGE 115 IV 189, E. 3b; Melchsee-Frutt, Gefahren auf Nebenflächen, BGE 122 IV 193 E. 2a; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4).

Eine Pflicht besteht somit bei **besonders grossen** oder **atypischen Gefahren** (Churwalden, Bäume am Pistenrand, BGE 121 III 358, Glarus, Gefahren ausserhalb der Piste, BGE 130_III_193 E. 2.4.3). Das besondere Risiko kann darin bestehen, dass die Gefahr **schwierig zu erkennen** oder **schwer zu vermeiden** ist. Soweit zumutbar ist namentlich zu verhindern, dass die Gefahren, welche auch bei **vorsichtigem Verhalten des Betroffenen** nicht vermieden werden können, nicht zu einer Schädigung führen (Churwalden, Bäume am Pistenrand, BGE 121 III 358, E. 4a; Thyon-Les Collons, Skiliftmast, BGE 126 III 113, E. 2a/aa).

Schutzbedürftigkeit der betroffenen/gefährdeten Person

Der Umfang der Schutzpflicht hängt namentlich von der **Natur des Rechtsverhältnisses** und von den **Kenntnissen bzw. der Schutzbedürftigkeit der beteiligten Personen** ab (Schwyz, Pflichten des Notars BGE 2P.13/1997, in Pra 1999 S. 271 E. 3b/bb). Je hilfsbedürftiger und unselbständiger die zu schützenden Personen sind und je grösser das Risiko ist, desto intensivere Vorsichtsmassnahmen sind erforderlich (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4; Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411, E. 4b).

Öffentliche Interessen und Privatinteressen

Hochwasserschutzmassnahmen haben alle übrigen öffentlichen Interessen – namentlich möglichst naturnahe und öffentlich zugängliche Ufer – sowie die privaten Interessen der betroffenen Eigentümerinnen und Eigentümer in ausreichendem Masse zu berücksichtigen (Uster, Gewässerbaulinie BGE 1A.252/1997, E. 5).

Im Fall einer stark gefährdeten (roten) Zone muss die Gefahr – und damit verbunden das öffentliche Interesse an der Sicherheit – als so gross beurteilt werden, dass dagegen die rein wirtschaftlich-gewerblichen Ausnutzungsinteressen der betroffenen Grundeigentümer nicht aufkommen können (St. Moritz, Gefahrenzone in Rutschhang, BGE 114 Ia 245, E. 6a; Morcote, Steinschlag, BGE 1P.591/2003, E. 3.5).

Vor allem in ausserordentlichen Lagen kommt öffentlichen Interessen, nämlich dem Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen (BZG SR 520.1; KSZG BSG 521.1), der Wahrung der Handlungsfreiheit und der Wiederherstellung geordneter Verhältnisse ein hohes Gewicht zu.

Demgegenüber gehören private Vermögenswerte ... nicht zu den prioritär zu schützenden Objekten, jedenfalls solange sie nicht Lebensgrundlagen darstellen (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 6.2).

Eigenverantwortung

In erster Linie ist jedermann selber für den Schutz seines Hab und Guts verantwortlich. Der Eigentümer kann Massnahmen treffen, um drohende Schäden abzuwehren oder Schäden versichern. Unterlässt er dies, trägt er eingetretene Schäden grundsätzlich selber und kann nicht den Staat dafür haftbar machen. Dies gilt auch für Schäden durch Naturgefahren: Der Staat ist nicht verpflichtet, sämtliche Gefahren abzuwehren, auch solche, die er nicht selber geschaffen hat (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 4.1). Eine solche Pflicht mit entsprechender Schutzwirkung hätte eine Überforderung der Ansprüche an den Staat zur Folge und ergibt sich aus dem schweizerischen Recht nicht (Listeriose, Information der Öffentlichkeit, BGE 118 Ib 473 E. 5d; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 4.1).

Die staatliche Tätigkeit kann demnach nicht die Eigenverantwortung der Privaten aufheben (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 5.3). Es ist primär Sache der Eigentümerinnen und Eigentümer, ihr Eigentum vor Hochwasser zu schützen. ... In zweiter Linie obliegen die Präventionsmassnahmen den Gemeinwesen (Thun, Hochwasser, VGE 21657 E 6.2)...

Ein Kanton haftet auch nicht für das allgemeine Lebensrisiko. Die ... üblicherweise (vorkommenden) Risiken sind nicht dem Kanton anzulasten (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E 5b; Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 4).

VII.III Anforderungen an den Handlungspflichtigen

Sorgfaltspflicht des Handlungspflichtigen

Die Frage der Sorgfaltspflicht spielt in Haftungsfällen eine zentrale Rolle. Sorgfaltswidrig ist eine Handlungsweise dann, wenn der Täter zum **Zeitpunkt der Tat** aufgrund seiner **Kenntnisse und Fähigkeiten** die damit bewirkte Gefährdung des Opfers hätte erkennen können und wenn er zugleich die **Grenzen des erlaubten Risikos** überschreitet (Ballwil, Signalisation Baustelle, BGE 116 IV 306, E. 1a; Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411 E. 4a; Frauenfeld, Aufmerksamkeit im Strassenverkehr, BGE 122 IV 225, E. 2a; Däniken, Schienenkran, BGE 126 IV 13, E. 7a/bb; Rapperswil, Reitunfall, BGE 127 IV 62, E. 2d).

Die zum Erfolg führenden Geschehensabläufe müssen für den konkreten Handlungspflichtigen mindestens in den wesentlichen Zügen voraussehbar sein (Däniken, Schienenkran, BGE 126 IV 13, E. 7a/bb). Zunächst ist daher zu fragen, ob der Handlungspflichtige eine Gefährdung der Rechtsgüter des Betroffenen hätte voraussehen bzw. erkennen können und müssen.

Einen Fehler begeht dabei insbesondere, wer eine konkret erkennbare Gefahr nicht erkennt, sie fehlerhaft einschätzt oder sie schlicht nicht beachtet (Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411, E. 4b; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e), bzw. trotz erkannter Gefahr die notwendigen und zumutbaren Massnahmen nicht trifft, um den Eintritt einer Schädigung zu vermeiden (St. Gallen, Plauschbad 116 II 422, E. 1; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Evolène, Urteil der 1. Strafgerichtskammer des Kantonsgerichts Wallis vom 11. Januar 2006, E. 8.2 und E. 8.3.).

Grenzen der Sorgfaltspflicht

Ist hingegen den Verantwortlichen eine Gefahr nicht bekannt und bei zumutbarer Sorgfalt nicht erkennbar, so besteht keine Pflicht, sie abzuwehren (Täsch, Lawinensicherung Strasse, BGE 116 IV 182, E.8; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4).

Berücksichtigung der Fähigkeiten des Sorgfaltspflichtigen und der Umstände

Die Sorgfaltspflicht ruft nach einer **strengen Beurteilung**, wenn die Tätigkeit durch eine **Fachperson** (im Beispiel: patentierter Bergführer) erfolgte (S-Charl, Skitour, BGE 118 IV 130 E. 3b). Je grösser die konkrete, aktuelle Gefahr ist, desto intensiver müssen die erforderlichen Vorsichtsmassnahmen sein (Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411, E. 4b).

Im Rahmen der als Kausalhaftung ausgestalteten Staatshaftung kommt es für die Beurteilung, ob eine Gefahr erkennbar und Schutzvorkehrungen geboten gewesen wären, **nicht auf die individuellen Fähigkeiten und Kenntnisse der handelnden Staatsangestellten** an, sondern darauf, was bei objektiver Betrachtung aufgrund der gegebenen Umstände vernünftigerweise vom Staat erwartet und verlangt werden kann (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4).

Das Mass der Aufmerksamkeit, das vom Handlungspflichtigen verlangt wird, richtet sich nach den **gesamten Umständen**, ..., den **örtlichen Verhältnissen, den voraussehbaren Gefahrenquellen...** (Frauenfeld, Aufmerksamkeit im Strassenverkehr, BGE 122 IV 225, E. 2b), den Mitteln und der Zeit, die im einzelnen Fall zur Verfügung stehen (Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411 E. 4a). Wenn der Handlungspflichtige sein Augenmerk im Wesentlichen auf bestimmte Stellen zu richten hat, kann ihm für andere eine geringere Aufmerksamkeit zugebilligt werden (Frauenfeld, Aufmerksamkeit im Strassenverkehr, BGE 122 IV 225, E. 2b). Der Handlungspflichtige hat seine Aufmerksamkeit in erster Linie auf die zu erwartenden Gefahren zu richten und daneben höchstens sekundär auf ungewöhnliche und abwegige Verhaltensweisen... Man kann nicht verlangen, dass jedermann zu jeder Zeit ein Höchstmass an Aufmerksamkeit und Umsicht erbringt (Frauenfeld, Aufmerksamkeit im Strassenverkehr, BGE 122 IV 225, E. 2c).

Vor allem wenn Vorschriften fehlen, dürfen keine unverhältnismässig hohen Anforderungen gestellt werden (Mattstätten, Plangenehmigungsverfahren, BGE 121 II 378, E. 15d/cc).

Bei der Bestimmung des im Einzelfall zugrunde zu legenden Massstabes des sorgfaltsgemässen Verhaltens kann – soweit verfügbar – auf **Bestimmungen** zurückgegriffen werden, die der Unfallverhütung und der Sicherheit dienen (Frauenfeld, Aufmerksamkeit im Strassenverkehr, BGE 122 IV 225, E. 2a).

Beurteilungsspielraum und Ermessen des Handlungspflichtigen

Den zuständigen Stellen und Personen muss ein **gewisses Ermessen** in der Beurteilung der Situation **zugestanden** werden (Königsfelden, spitalärztliche Tätigkeit, BGE 120 Ib 411 E. 4a; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e, Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4), insbesondere in ausserordentlichen Situationen, in denen rasches Handeln erforderlich ist (Thun, Hochwasser VGE 21657 E. 3.4 und E. 4.3).

Dem Handlungspflichtigen ist sowohl in der Beurteilung wie in der Bestimmung von Massnahmen nach dem objektiven Wissensstand oftmals ein **Entscheidungsspielraum** gegeben, welcher eine Auswahl unter verschiedenen in Betracht fallenden Möglichkeiten zulässt. Kommen nach Beurteilung verschiedener Gutachter unterschiedliche Praktiken vor, so kann nicht gesagt werden, dass die eine davon eine Sorgfaltspflichtverletzung darstellt (Bern, Sitzwache VGE 22214U, E. 4.3.2). Sich für eine der Möglichkeiten zu entscheiden, fällt in das **pflichtgemässe Ermessen des Handlungspflichtigen**, ohne dass er zur Verantwor-

tung gezogen werden könnte, wenn er bei einer Beurteilung ex post nicht die objektiv beste Lösung gefunden hat (Liestal, psychiatrische Klinik, BGE 112 Ib 322 E. 4a; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser VGE 21657 E. 3.4).

Die Beurteilung der Behörden muss zwar vom **gegenwärtigen Stand der Technik** und des Wissens ausgehen (Mattstätten, Plangenehmigungsverfahren, BGE 121 II 378, E. 15d/cc), doch dürfen neue Erkenntnisse vorbehalten werden. Liegen solche vor, so besteht möglicherweise Anlass für eine Wiederaufnahme des Verfahrens (Samnaun, Richtstrahlantenne BGE 117 Ib 28, E. 6d).

VII.IV Sorgfaltspflicht der risikobetroffenen Person

Nebst der Sorgfaltspflicht des Handlungspflichtigen, bestehen immer auch Sorgfaltspflichten des Geschädigten. Es kann von der geschädigten Person verlangt und erwartet werden, dass sie die den Umständen und ihren **Kenntnissen entsprechende, durchschnittlich übliche Sorgfalt** beachtet (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.4; Vercorin, Bergstrasse, BGE 102 II 343, E. 1; Thyon-Les Collons, Skiliftmast, BGE 126 III 113, E. 2d).

So kann sich beispielsweise nicht auf die Haftung des Gemeinwesens nach Art. 58 OR berufen, wer bei vereisten Strassen diese Umstände nicht gebührend beachtet und beispielsweise zu schnell fährt (Mörel, vereiste Strasse, BGE 98 II 40, E. 2; Tesserete, vereiste Strasse, BGE 129 III 65, E. 1.1). Ein Strassenbenützer muss sich bewusst sein, dass die Strassen Naturphänomenen ausgesetzt sein können und dass die Benützung der Strasse dann und wann gefährlich sein kann; gemäss Lehre und Rechtsprechung hat sich der Verkehr grundsätzlich den Strassenverhältnissen anzupassen und nicht umgekehrt. Damit erklärt sich, warum bis heute bei Unfällen ausserorts mit Motorfahrzeugen noch nie eine Haftung des Strasseneigentümers angenommen wurde (Tesserete, vereiste Strasse, BGE 129 III 65, E. 1.1).

Gefahren, die einem Verhalten (in casu Skiabfahrt) als solches eigen sind, trägt der Risikobetroffene selbst (Glarus, Gefahren ausserhalb der Piste, BGE 130 III 193, E 2.5). In verschiedenen Urteilen wird beispielsweise festgehalten, dass, wer eine nicht gekennzeichnete Abfahrt befährt, dies in aller Regel in eigener Verantwortung und auf eigenes Risiko tut (Elm, Signalisation Skipiste BGE 115 IV 189, E 3a).

Für die Förderung von Verbaumassnahmen mit öffentlichen Mitteln werden aus diesen Gründen die Kosten von Sicherheitsmassnahmen für neue Gebäude (in bekannten Gefahrengebieten) bei der Bemessung des Gesamtbeitrages nicht berücksichtigt (Mendrisio 2A.245/1996 E 6f).

VII.V Adäquater Kausalzusammenhang

Zur Frage, ob eine Gefahr erkennbar gewesen wäre, gilt der Massstab der Adäquanz. Im Zusammenhang mit Schutzziele ist die individuelle Vorhersehbarkeit durch einen Rechtsadressaten allerdings nur eingeschränkt von Bedeutung. Fragen der individuellen Vorhersehbarkeit stellen sich kaum in der Prävention von Ereignissen mit rein statistischer Eintretenswahrscheinlichkeit, häufig jedoch im **Zusammenhang mit der Intervention bei oder der Wiederherstellung nach einem konkreten Ereignis**.

Zur Erfüllung des adäquaten Kausalzusammenhanges muss ein Verhalten geeignet sein, nach dem **gewöhnlichen Lauf der Dinge und den Erfahrungen des Lebens** einen Erfolg wie den eingetretenen herbeizuführen oder mindestens zu begünstigen (S-Charl, Skitour, BGE 118 IV 130, E. 3c; Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 2e; Thun, Hochwasser, VGE 21657 E. 3.5). Die Adäquanz ist nur zu verneinen, wenn ganz aussergewöhnliche Umstände, wie das Mitverschulden eines Dritten oder Material- oder Konstruktionsfehler, als Mitursachen hinzutreten, mit denen schlechthin nicht gerechnet werden musste und die derart schwer wiegen, dass sie als wahrscheinlichste und

unmittelbarste Ursache des Erfolges erscheinen und so alle anderen mitverursachenden Faktoren – namentlich das Verhalten des Angeschuldigten – in den Hintergrund drängen (Rupperswil, Reitunfall, BGE 127 IV 62, E. 2d; Däniken, Schienenkran BGE 126 IV 13, E. 7a/bb).

Insbesondere wird der adäquate Kausalzusammenhang durch **überwiegendes Selbstverschulden** des Betroffenen unterbrochen. Dies gilt auch bei der Kausalhaftung (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang, VGE 21240 E. 6b).

Bei Schädigung durch Unterlassung setzt adäquate Kausalität voraus, dass durch ein pflichtgemässes Handeln der Eintritt des Schadens mit Sicherheit oder überwiegender Wahrscheinlichkeit hätte vermieden werden können (Grotte de la Baume de Bournois, Sturz in Höhleneingang VGE 21240 E. 2f; Thun, Hochwasser, VGE 21657, E. 3.5). Es ist zu prüfen, ob der Erfolg bei pflichtgemässigem Verhalten ausgeblieben wäre. Dieser **hypothetische Kausalzusammenhang** setzt zumindest eine hohe Wahrscheinlichkeit voraus (Ballwil, Signalisation Baustelle BGE 116 IV 306, E. 2a; S-Charl, Skitour, BGE 118 IV 130 E. 6a; Thun, Hochwasser, VGE 21657, E. 3.5). Ein (pflichtwidriges) Verhalten ist im natürlichen Sinne kausal, wenn es nicht weggedacht werden kann, ohne dass auch der eingetretene Erfolg entfielen; dieses Verhalten braucht nicht alleinige oder unmittelbare Ursache des Erfolgs zu sein (Ballwil, Signalisation Baustelle, BGE 116 IV 306, E. 2a). Mit dieser ‚conditio sine qua non-Formel‘ wird ein hypothetischer Kausalverlauf untersucht und dabei geprüft, was beim Weglassen bestimmter Tatsachen geschehen wäre. Ein solchermassen vermutter natürlicher Kausalverlauf lässt sich nicht mit Gewissheit beweisen, weshalb es genügt, wenn das Verhalten des Täters mindestens mit einem hohen Grad der Wahrscheinlichkeit oder mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die Ursache des Erfolgs bildete. Dem Handlungspflichtigen steht seinerseits der Einwand des rechtmässigen Alternativverhaltens offen, d.h. er kann geltend machen, dass der Schaden auch dann eingetreten wäre, wenn die Verantwortlichen sich pflichtgemäss verhalten hätten (Orny, Überschwemmung, 122 III 229, E. 5a).

Im Falle komplexer Naturvorgänge kann sich die adäquate Kausalität auch auf ‚aussergewöhnliche‘ Auswirkungen erstrecken, d.h. auf Auswirkungen, die zwar in den Augen des Laien aussergewöhnlich erscheinen, nicht aber in denjenigen des Experten (Rawyl, Sondierstollen, BGE 119 Ib 334, E. 4).

In einzelnen Fällen kann die sog. **Risikoerhöhungstheorie** angewendet werden (Ballwil, Signalisation Baustelle, BGE 116 IV 306, E. 2a). Nach der Risikoerhöhungstheorie liegt ein Delikt auch dann vor, wenn durch eine Unterlassung die Chance des Erfolgeintritts erhöht wurde. Dies kann insbesondere auch dann der Fall sein, wenn der Erfolg auch eingetreten wäre, wenn die Pflicht nicht verletzt worden wäre (Seiler, 1997, S. 121). Ob der Täter die Gefahr, die sich im Erfolg verwirklicht hat, mindestens **gesteigert hat**, ist unter Auswertung aller im Zeitpunkt des Urteils, also **ex post bekannten Umstände** zu ermitteln.

VIII Beurteilung von Schutzzieldarstellungen

VIII.I Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit

Die Beschreibung des Risikos, und damit der Schutzziele als Umschreibung des tolerierbaren Risikos, umfasst mehrere Elemente:

Schutzziel = akzeptiertes Risiko R_{acc}

$$R_{acc} = f(\text{Schadenausmass SA, Wahrscheinlichkeit F})$$

wobei

$$SA = f(\text{Prozessart H, Proz.intensität I, Raumnutzung U})$$

und

$$U = f(\text{Wert A, Vulnerabilität V, Präsenzwahrscheinlichkeit P})$$

Als weitere Elemente zur vergleichenden Beurteilung von Schutzzielen wurde die Berücksichtigung der Systemgrösse **S** und die Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitskriterien **W** aufgenommen.

Schutzzielen wird Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit in dem Masse zugerechnet, als sie die aufgeführten Elemente berücksichtigen.

Tabelle 5 Bewertung bestehender Schutzzieldarstellungen hinsichtlich Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit.

Faktor		Auftretens- wahrschein- lichkeit	Prozess- Art	Prozess- Intensität	Wert	Verletz- lichkeit	Präsenz- wahr- scheinl.	System- grösse	Durch- schnitt
Ansatz		F	H	I	A	V	P	M	
Grenzwerte (1) für Versagenswahr- scheinlichkeiten		1	1	1	1	1	1	0	0.9
Qualitative und semiquantitative Schutzzielschemen	Schutzziele KS Nr. 20	1	1	1	1	1	1	0	0.9
	Schutzziele Hochwasser- schutz an Fließge- wässern	2	2	1	1	1	1	1	1.3
	Schutzziele BUWAL 107/1	2	2	2	1	1	1	1	1.4
Quantitative Schutzziel- schemen	F/N Diagramme *)	2	1	2	2	2	2	0	1.6
	F/N Diagramme **)	2	1	2	2	2	2	0	1.6
	Schutzziele Erdbeben an bestehenden Gebäuden *)	2	2	2	2	2	1	1	1.7
	Do. **)	2	2	2	2	2	1	1	1.7
Grenz- werte	Indiv. Risiko	2	1	2	1	1	2	2	1.6
	Kollekt.	2	1	2	2	1	2	2	1.7
Grenzkosten		2	1	2	2	2	2	2	1.9

*) Bereich absoluter Schutzziele (intolerabel, Massnahmen zwingend erforderlich)

***) Bereich mit Verhältnismässigkeitsprüfung (ALARA)

2 Berücksichtigung (Wert 2)

1 teilweise Berücksichtigung (Wert1)

0 keine Berücksichtigung (Wert 0)

VIII.II Gewährleistung individueller Sicherheit und Wirtschaftlichkeit

Schutzzielkonzepte sind in unterschiedlichem Masse auf die Abdeckung unterschiedlicher Sicherheitsbedürfnisse einerseits und auf die Effizienz risikovermindernder Massnahmen andererseits ausgerichtet:

Tabelle 6 Bewertung bestehender Schutzziel Darstellungen hinsichtlich Gewährleistung individueller Sicherheit und Wirtschaftlichkeit

Gewährleistung individueller Sicherheit und Wirtschaftlichkeit		Individuelle Risiken	Wirtschaftlichkeit	
Ansatz		iR	W	Durchschnitt
Grenzwerte (1) für Versagenswahrscheinlichkeiten		1	1	1
Qualitative und semiquantitative Schutzzielschemen	Schutzziele KS Nr. 20	1	1	1
	Schutzziele Hochwasserschutz an Fließgewässern	1	1	1
	Schutzziele BUWAL 107/1	1	1	1
Quantitative Schutzzielschemen	F/N Diagramme *)	1	0	0.5
	F/N Diagramme **)	1	2	1.5
	Schutzziele Erdbeben an bestehenden Gebäuden *)	1	1	1
	Do. **)	1	2	1.5
Grenzwerte	Indiv. Risiko	2	0	1
	Kollekt.	1	0	0.5
Grenzkosten		1	2	1.5

*) Bereich absoluter Schutzziele (intolerabel, Massnahmen zwingend erforderlich)

***) Bereich mit Verhältnismässigkeitsprüfung (ALARA)

2 Berücksichtigung (Wert 2)

1 teilweise Berücksichtigung (Wert 1)

0 keine Berücksichtigung (Wert 0)

Rein grenzwert-basierte Schutzziele klammern das Wirtschaftlichkeits-Element aus. Ein bestimmter Sicherheitsanspruch ist zu erfüllen, ungeachtet der damit verbundenen Kosten. Auch die F/N-Diagramme fallen im Bereich der nicht tolerierbaren Risiken in diese Kategorie. Auf der andern Seite stellt bei Grenzkostenansätzen und auch im ALARA-Bereich der F/N-Diagramme die Wirtschaftlichkeit ein zentrales Kriterium dar.

VIII.III Anforderungen an Informationsgrundlagen

Die betrachteten Schutzzieldarstellungen wurden ferner hinsichtlich des zu ihrer Anwendung erforderlichen Informationsaufwandes beurteilt:

- Informationsbedarf (als ungünstig wurden Verhältnisse beurteilt, wenn eine aufwändige Erhebung von vielen Parametern am Einzelobjekt notwendig ist);
- Automatisierbarkeit (Einsatz von GIS, Verwendung grossräumig vorhandener Daten möglich);
- Aufbau auf verbreitet vorhandenen Grundlagen (Gefahrenkarten, gängige Verfahren der Risikoanalyse).

Tabelle 7 Beurteilung der Anforderungen an Datengrundlage

Eignung betr. Datengrundlage		Informationsbedarf	Automatisierbarkeit	Ankündigung an vorhandene Operate	Durchschnitt
Ansatz					
Grenzwerte (1) für Versagenswahrscheinlichkeiten		0	0	0	0.0
Qualitative und semiquantitative Schutzzielschemen	Schutzziele KS Nr. 20	2	2	1	1.7
	Schutzziele Hochwasserschutz an Fließgewässern	2	2	2	2.0
	Schutzziele BUWAL 107/1	2	2	2	2.0
Quantitative Schutzzielschemen	F/N Diagramme *)	0	1	1	0.7
	F/N Diagramme **)	0	1	1	0.7
	Schutzziele Erdbeben an bestehenden Gebäuden *)	0	1	0	0.3
	Do. **)	0	1	0	0.3
Grenzwerte	Indiv. Risiko	1	1	1	1.0
	Kollekt.	1	1	1	1.0
Grenzkosten		0	0	1	0.3

*) Bereich absoluter Schutzziele (intolerabel, Massnahmen zwingend erforderlich)

**) Bereich mit Verhältnismässigkeitsprüfung (ALARA)

2 günstige Bedingungen (Wert 2)

1 teilweise günstige Bedingungen (Wert 1)

0 ungünstige Bedingungen (Wert 0)

VIII.IV Einsatzmöglichkeit für regionales Risikomanagement

- Die betrachteten Schutzzieldarstellungen wurden schliesslich beurteilt hinsichtlich
 - Eignung zur grossräumigen Übersicht der Risikoverteilung;
 - Eignung zur grossräumigen Übersicht der Effizienz von RM-Massnahmen.

Tabelle 8 Beurteilung der Eignung für regionales Risikomanagement.

		Eignung für Projektpriorisierung		Durchschnitt
		Risikoverteilung	Massnahmen-effizienz	
Eignung reg. Management		Eignung für Projektpriorisierung		
Ansatz		Risikoverteilung	Massnahmen-effizienz	Durchschnitt
Grenzwerte (1) für Versagenswahrscheinlichkeiten		0	0	0
Qualitative und semiquantitative Schutzzielschemen	Schutzziele KS Nr. 20	2	1	1.5
	Schutzziele Hochwasserschutz an Fließgewässern	2	1	1.5
	Schutzziele BUWAL 107/1	2	1	1.5
Quantitative Schutzzielschemen	F/N Diagramme *)	0	0	0
	F/N Diagramme **)	0	2	1
	Schutzziele Erdbeben an bestehenden Gebäuden *)	0	0	0
	Do. **)	0	2	1
Grenzwerte	Indiv. Risiko	1	0	0.5
	Kollekt.	1	0	0.5
Grenzkosten		0	2	1

*) Bereich absoluter Schutzziele (intolerabel, Massnahmen zwingend erforderlich)

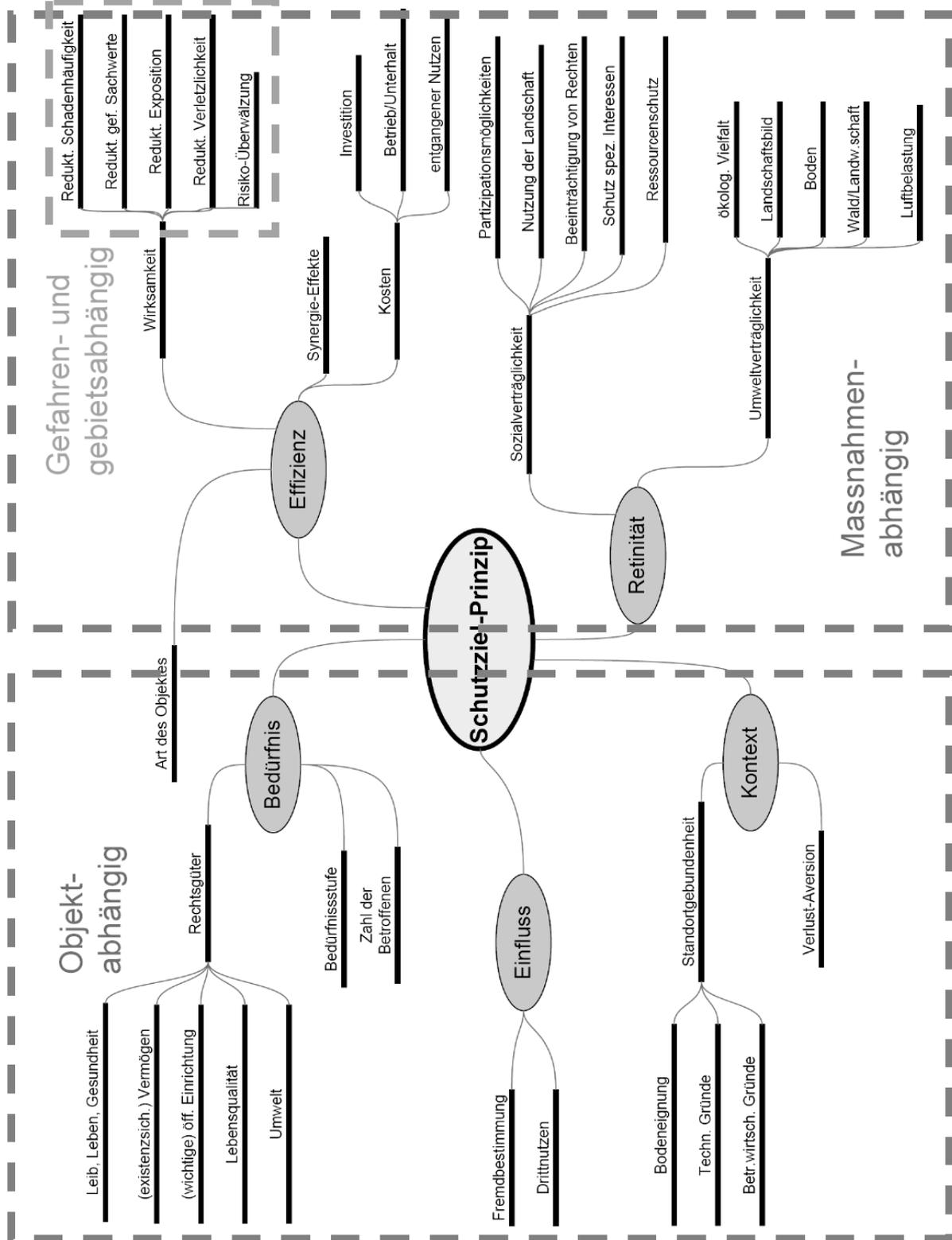
**) Bereich mit Verhältnismässigkeitsprüfung (ALARA)

2 sehr geeignet (Wert 2)

1 teilw. geeignet (Wert 1)

0 ungeeignet (Wert 0)

IX Systematik der Schutzzielprinzipien



XII Massnahmen und Schutzzielprinzipien

XII.I Massnahmeneignung ,Eignungskriterien'

Kommentar zu Massnahmen und (örtlicher) Eignung Typisierung der Massnahmen	Abstufung der Indizes		Effizienz		Korrekturfaktor Synergie und Mehrfachnutzen	Korrekturfaktor Einzugsgebietsgrösse	Korrekturfaktor Mehrfachnutzen	Korrekturfaktor Synergie-Effekte	Korrekturfaktor Einzugsgebietsgrösse
	1-3 gering	4-6 mittel	7-10 gross	1 gering					
Art der Massnahme	Nutzen: In welchem Mass bieten Massnahmen typischerweise Schutz vor Schäden durch ...?		... graduelle Prozesse wie Rutschungen, Hochwasser ...?		Wie verändert sich typischerweise die Effizienz bei sehr grossen zu verbauenden Einzugsgebieten?	Kosten für	Wie verändert sich typischerweise die Effizienz bei sehr grossen zu verbauenden Einzugsgebieten?	In welchem Mass generieren Massnahmen typischerweise Kosten durch ...?	Vor allem bauliche und biologische Massnahmen im Einzugs- und Transitgebiet wurden hoch bewertet, da in diesen Fällen die Kosten mit zunehmender Grösse des Gebietes steigen. Mittel bewertet wurden bauliche Massnahmen im Ablagerungsgebiet, temporäre Objektschutzmassnahmen und Hilfeleistungen, da mit zunehmender Einzugsgebietsgrösse grössere Massenbewegungen zu erwarten sind.
Charakter des Gefahrenprozesses	... brutale Prozesse wie Lawinen, Sturz, Murgänge ...?		... graduelle Prozesse wie Rutschungen, Hochwasser ...?		Wie verändert sich typischerweise der Nutzen der (Einzel-)Ereignisse bei häufigen Ereignissen?	entgangener Nutzen	Wie verändert sich typischerweise der Nutzen der (Einzel-)Ereignisse bei häufigen Ereignissen?	Betrieb, Unterhalt	Gutachterliche Abschätzung der wichtigsten Kostenelemente. Hohe Investitionskosten wurden bei baulichen Massnahmen, mittlere Investitionskosten bei biologischen Massnahmen geschätzt. Die Unterhaltskosten wurden bei biologischen Massnahmen, baulichen Massnahmen, Massnahmen der Bewusstseinsbildung sowie tw. bei Interventionsmassnahmen und bei der Versicherung hoch angesetzt. Der entgangene Nutzen wurde vor allem bei baulichen Massnahmen im Ablagerungsgebiet und bei planerischen Massnahmen hoch veranschlagt.
Intensität des Gefahrenprozesses	... grosser Intensität?	... mittlere/geringer Intensität?	... grosser Intensität?	... mittlere/geringer Intensität?	Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?	Investitionen	Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?		Dieser Korrekturfaktor bildet die Lebensdauer der Massnahme ab. Hohe Werte wurden Massnahmen mit grosser Dauerhaftigkeit zugeordnet, also namentlich baulichen und biologischen Massnahmen, ebenso den planerischen Massnahmen und den Hilfeleistungen, da Hilfswerke eine institutionelle Beständigkeit aufweisen.
lokale Vorhersehbarkeit Ereignis	... eher guter Vorhersehbarkeit von Einzelereignissen (übige)	... eher schlechter Vorhersehbarkeit von Einzelereignissen (übige)	... eher guter Vorhersehbarkeit von Einzelereignissen (übige)	... eher schlechter Vorhersehbarkeit von Einzelereignissen (übige)	Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?		Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?		Der Korrekturfaktor stellt dar, inwieweit eine Massnahme als Einzelmassnahme wirksam ist. Hohe Werte wurden vor allem baulichen Massnahmen, Interventionen und Hilfeleistungen zugeordnet. Biologische Massnahmen wurden mittel bewertet, da sie bei bereits vorhandener Bebauung nur zusammen mit andern Massnahmen wirksam sind. Mittlere Werte erhält ebenfalls die Versicherung, da bei häufigen Schäden die Versicherbarkeit (Prämie oft davon abhängig, ob weitere Massnahmen getroffen werden). Bewusstseinsbildungsmassnahmen sind nur zusammen mit weiteren Massnahmen wirksam und wurden daher mit dem geringsten Faktorwert bewertet.
Art des Schadenpotenzials	... grosser Intensität?	... mittlere/geringer Intensität?	... grosser Intensität?	... mittlere/geringer Intensität?	Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?		Wie wirkt eine Massnahme typischerweise als Einzelmassnahme?		
Risiko-Abklärung	Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.		Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.						
- Ereignisdokumentation/-kataster	Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.		Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.						
- Gefahrenkennzeichnung	Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.		Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.						
- Risikoanalyse	Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.		Den Gefahrengrundlagen kommt eine Bedeutung als Grundlage zu. Per se bieten sie keinen wirksamen Schutz vor Schäden. Die Wirksamkeit wird daher als gering beurteilt.						
Bauliche Massnahmen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Verbau Anriss-/Einsturzgebiet	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Verbau im Transitgebiet	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Verbau im Ablagerungsgebiet	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- lokale Objektschutzmassnahme	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
Biologische Massnahmen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Ingenieurbio-logischer Verbau	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Schutzweidbegrenzung/-pflege	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
Planerische Massnahmen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Ausscheidung Gefahrenzonen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Baupolizeiliche Anordnungen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
Bewusstseinsbildung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Ausbildung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Information	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Risikodialog	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
Interventionsmassnahmen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Warnung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Evakuierung/Spernung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- temp. Objektschutzmassnahmen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Rettung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
Wiederherstellung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Versicherung	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						
- Hilfeleistungen	Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.		Den Massnahmen im Anrissgebiet wird bei brutalen Prozessen allgemein eine gute Wirksamkeit zugeschrieben. Die Wirksamkeit wird umso höher eingestuft, je konzentrierter das Schadenpotenzial ist.						

XIV Modifizierte Schutzzielmatrix

XIV.I Version ‚Benutzer‘

Fallbeispiel Engelberg, Kanton Obwalden
modifizierte Objektkategorieeinteilung 1 aufgrund Objekt-Index aus Sicht Benutzer

zulässige Intensitäten gem. Schutzzielen			
0	keine Intensität	2	mittlere Intensität
1	geringe Intensität	3	hohe Intensität

	Sachwerte (-1-)	Infrastruktur (-2-)	Naturwerte (-3-)	Schutzziel		
				30-j	100-j	300-j
1	Standortsgebundene Bauten, exkl. Sonderrisiken	121 Wanderwege (LK 6. Klasse), Skipisten und Loipen. Maschinenwege (LK 5. Klasse), Ski- und Bergtourenrouten (gemäss SAC-Karten usw.) ⁴	131 Naturlandschaften	3	3	3
		423 Touristische Personenbeförderungsanlagen (Benutzer)	132 Bachgerinne	3	3	3
		524 Campingzonen (Benutzer)	133 Gewässer	3	3	3
		525 Grünanlagen, Golfplätze und Parks (BZ)	134 Ödland	3	3	3
		617 Umgebung Zone öffentl. Anlage ohne Hochbauten	135 Wald mit ASF (exkl. VF Holzproduktion; Nutzniesser)	3	3	3
			136 Freihalte-, Reservezone	3	3	3
2	6171 Zone öffentl. Anlage ohne Hochbauten	221 LK-str. 4. Klasse (Kleine WWF-strassen)		2	3	3
		321 LK-str. 3. Klasse (Grosse WWF-strasse)		2	3	3
		613 Umgebung MFH - zonen		2	3	3
		616 Umgebung Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten		2	3	3
3		611 Umgebung Dorf-Kernzonen	231 Extensiv bewirtsch. Landw.-land (Weide-/Alpflächen)	1	2	3
		612 Umgebung EFH / ZFH - zonen	232 Wald mit ESF (Nutzniesser)	1	2	3
		614 Umgebung Gewerbezone	331 Ackerbauland (Fruchtfolgeflächen)	1	2	3
		615 Umgebung Industrie- und Gewerbezone	332 Intensiv bewirtsch. Landw.-land	1	2	3
			233 Wald VF Holzprodukt.	1	2	3
4	311 übrige nicht bewohnte Einzelgebäude (Alphütten, Kleinställe, Remisen, Gädeli, etc.)	222 Leitungen von kommunaler Bedeutung (Benutzer)		1	1	2
		4121 periodisch bewohnte Einzelgebäude	322 Leitungen von kantonaler Bedeutung (Benutzer)	1	1	2
	4121 periodisch bewohnte Einzelgebäude	412 Umgebung periodisch bewohnte Einzelgebäude	421 LK-str. 2. Klasse (Kts-, Gde, Quartierstr.)	1	1	2
		422 Leitungen von nationaler Bedeutung (Benutzer)		1	1	2
5	4131 grosse Ökonomiegebäude	413 Umgebung grosse Ökonomiegebäude	333 Wald mit BSF (Nutzniesser)	0	1	2
	6131 MFH - zonen (Bewohner)	521 Autobahn /- strasse (Benutzer)		0	1	2
	6161 Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten	522 LK-str. 1. Klasse (Benutzer)		0	1	2
		523 Strecken zb und Tunnelportale		0	1	2
6	4111 dauernd bewohnte Einzelgebäude	411 Umgebung dauernd bewohnte Einzelgebäude		0	0	1
	6111 Dorf-Kernzonen (Bewohner)			0	0	1
	6121 EFH / ZFH - zonen			0	0	1
	6141 Gewerbebauten (Benutzer)			0	0	1
	6151 Industriebauten (Benutzer)			0	0	1

Verschiebungen aufgrund Bewertung Objekt-Index

XIV.II Version ‚Eigentümer‘

Fallbeispiel Engelberg, Kanton Obwalden

modifizierte Objektkategorieeinteilung 2 aufgrund Objekt-Index aus Sicht Eigentümer

zulässige Intensitäten gem. Schutzzielen			
0	keine Intensität	2	mittlere Intensität
1	geringe Intensität	3	hohe Intensität

	Sachwerte (-1-)	Infrastruktur (-2-)	Naturwerte (-3-)	Schutzziel		
				30-j	100-j	300-j
1	Standortsgebundene Bauten, exkl. Sonderrisiken	121 Wanderwege (LK 6. Klasse), Skipisten und Loipen. Maschinenwege (LK 5. Klasse), Ski- und Bergtourenrouten (gemäss SAC-Karten usw.)*	131 Naturlandschaften	3	3	3
525 Grünanlagen, Golfplätze und Parks (BZ)		132 Bachgerinne	3	3	3	
617 Umgebung Zone öffentl. Anlage ohne Hochbauten		133 Gewässer	3	3	3	
		134 Ödland 136 Freihalte-, Reservezone	3 3 3 3	3 3 3 3	3 3 3 3	
2	6171 Zone öffentl. Anlage ohne Hochbauten	221 LK-str. 4. Klasse (Kleine WWF-strassen)		2	3	3
321 LK-str. 3. Klasse (Grosse WWF-strasse)			2	3	3	
613 Umgebung MFH - zonen			2	3	3	
616 Umgebung Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten			2	3	3	
3		611 Umgebung Dorf-Kernzonen	135 Wald mit ASF (exkl. VF Holzproduktion, Eigentümer)	1	2	3
		612 Umgebung EFH / ZFH - zonen	231 Extensiv. bewirtsch. Landw.-land (Weide-/Alpflächen)	1	2	3
		614 Umgebung Gewerbezone	232 Wald mit ESF Eigentümer	1	2	3
		615 Umgebung Industrie- und Gewerbezone	233 Wald VF Holzprodukt.	1	2	3
			331 Ackerbau land (Fruchtfolgeflächen)	1	2	3
			332 Intensiv bewirtsch. Landw.-land	1	2	3
4	311 übrige nicht bewohnte Einzelgebäude (Alphütten, Kleinställe, Remisen, Gädeli, etc.)	412 Umgebung periodisch bewohnte Einzelgebäude		1	1	2
	4121 periodisch bewohnte Einzelgebäude	421 LK-str. 2. Klasse (Kts-, Gde, Quartierstr.)		1	1	2
5	4131 grosse Ökonomiegebäude	222 Leitungen von kommunaler Bedeutung (Betreiber)	333 Wald mit BSF (Eigentümer)	0	1	2
	6161 Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten	322 Leitungen von kantonaler Bedeutung (Betreiber)		0	1	2
		413 Umgebung grosse Ökonomiegebäude		0	1	2
		521 Autobahn A-strasse (Benutzer)		0	1	2
		522 LK-str. 1. Klasse (Benutzer)		0	1	2
		523 Strecken zb und Tunnelportale		0	1	2
6	4111 dauernd bewohnte Einzelgebäude	411 Umgebung dauernd bewohnte Einzelgebäude		0	0	1
	6111 Dorf-Kernzonen (Bewohner)	422 Leitungen von nationaler Bedeutung (Betreiber)		0	0	1
	6121 EFH / ZFH - zonen (Eigentümer)	423 Touristische Personenbeförderungsanlagen (Betreiber)		0	0	1
	6131 MFH - zonen (Eigentümer)	524 Campingzonen (Betreiber)		0	0	1
	6141 Gewerbebauten (Eigentümer)			0	0	1
	6151 Industriebauten (Eigentümer)			0	0	1

Verschiebungen aufgrund Bewertung Objekt-Index

XIV.III Version ‚individuelles Risiko‘

Fallbeispiel Engelberg, Kanton Obwalden
modifizierte Objektkategorieeinteilung 3 aufgrund individueller Risiken

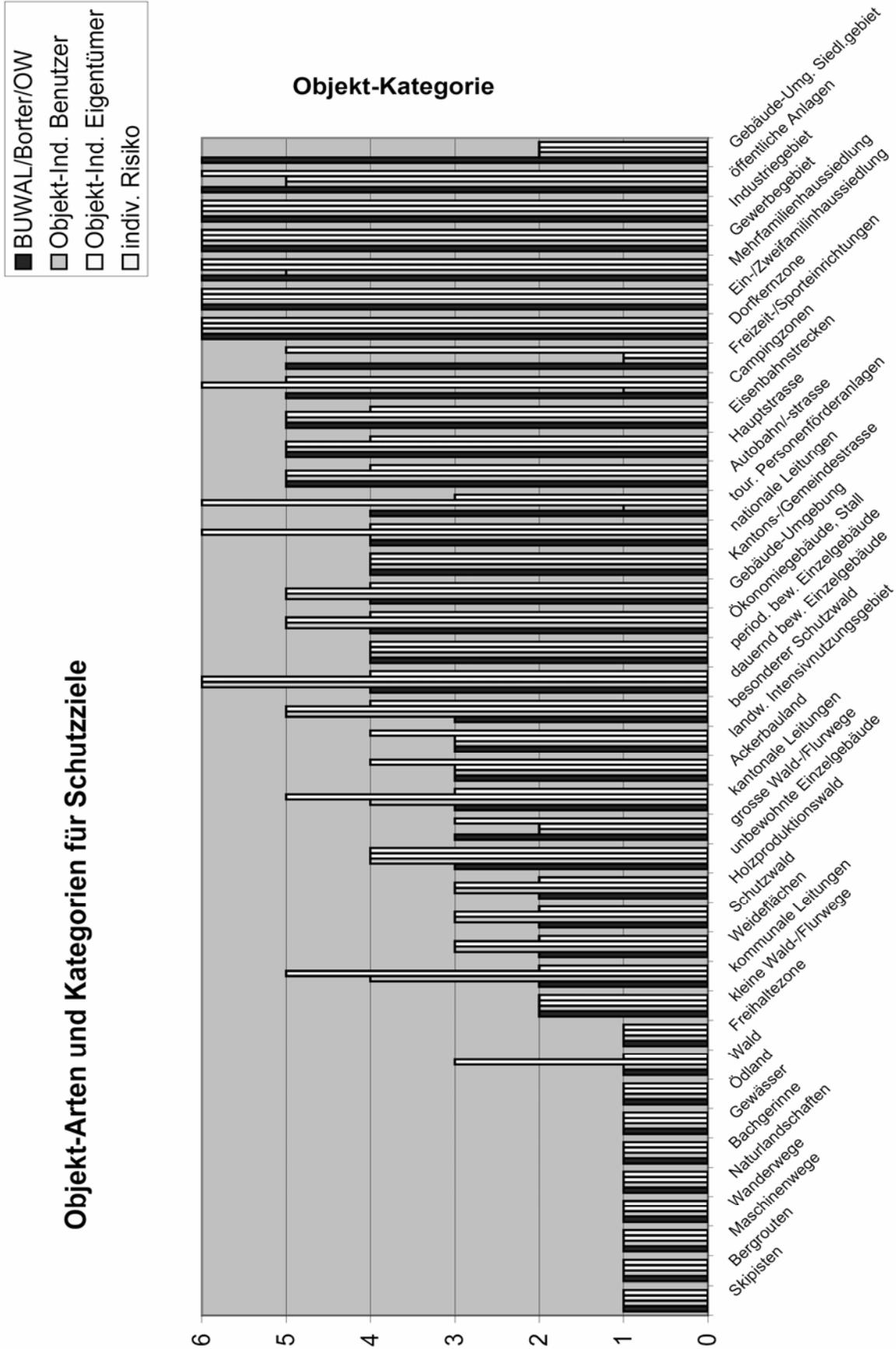
zulässige Intensitäten gem. Schutzzielen			
0	keine Intensität	2	mittlere Intensität
1	geringe Intensität	3	hohe Intensität

	Sachwerte (-1-)	Infrastruktur (-2-)	Naturwerte (-3-)	Schutzziel		
				30-j	100-j	300-j
1	Standortsgebundene Bauten, exkl. Sonderrisiken	Wanderwege (LK 6. Klasse), Skipisten und Loipen. Maschinenwege (LK 5. Klasse), Ski- und Bergtourenrouten (gemäss SAC-Karten usw.)*	131 Naturlandschaften 132 Bachgerinne 133 Gewässer 134 Ödland 135 Wald mit ASF (ausser Vorrangfunktion Holzproduktion) 136 Freihalte-, Reservezone	3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3	3 3 3 3 3 3
2		221 LK-str. 4. Klasse (Kleine WVF-strassen) 222 Leitungen von kommunaler Bedeutung	231 Extensiv. bewirtsch. Landw.-land (Weide-/Alpflächen) 232 Wald mit ESF 233 Wald VF Holzprodukt.	2 2 2	3 3 3	3 3 3
3		321 LK-str. 3. Klasse (Grosse WVF-strasse) 322 Leitungen von kantonaler Bedeutung 423 Touristische Personenbeförderungsanlagen		1 1 1	2 2 2	3 3 3
4	311 übrige nicht bewohnte Einzelgebäude (Alphütten, Kleinställe, Remisen, Gädeli, etc.) 411 dauernd bewohnte Einzelgebäude 4121 periodisch bewohnte Einzelgebäude 4131 grosse Ökonomiegebäude	411 Umgebung dauernd bewohnte Einzelgebäude 412 Umgebung periodisch bewohnte Einzelgebäude 413 Umgebung grosse Ökonomiegebäude 421 LK-str. 2. Klasse (Kts-, Gde, Quartierstr.) 422 Leitungen von nationaler Bedeutung 521 Autobahn /-strasse 522 LK-str. 1. Klasse 523 Strecken SBB und LSE und Tunnelportale	331 Ackerbauland (Fruchtfolgeflächen) 332 Intensiv bewirtsch. Landw.-land 333 Wald mit BSF	1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2 2 2 2
5		524 Campingzonen (BZ) 525 Grünanlagen, Golfplätze und Pärke (BZ) 526 Deponiezone		0 0 0	1 1 1	2 2 2
6	Reine Gebäudeflächen in den Bauzonen 6111 Dorf-Kernzonen 6121 EFH / ZFH - zonen 6131 MFH - zonen 6141 Gewerbezonen 6151 Industrie- und Gewerbezonen 6161 Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten	600 Umgebung von Gebäuden allgemein 611 Umgebung Dorf-Kernzonen 612 Umgebung EFH / ZFH - zonen 613 Umgebung MFH - zonen 614 Umgebung Gewerbezonen 615 Umgebung Industrie- und Gewerbezonen 616 Umgebung Zone öffentl. Anlage mit Hochbauten 617 Umgebung Zone öffentl. Anlage ohne Hochbauten		0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1



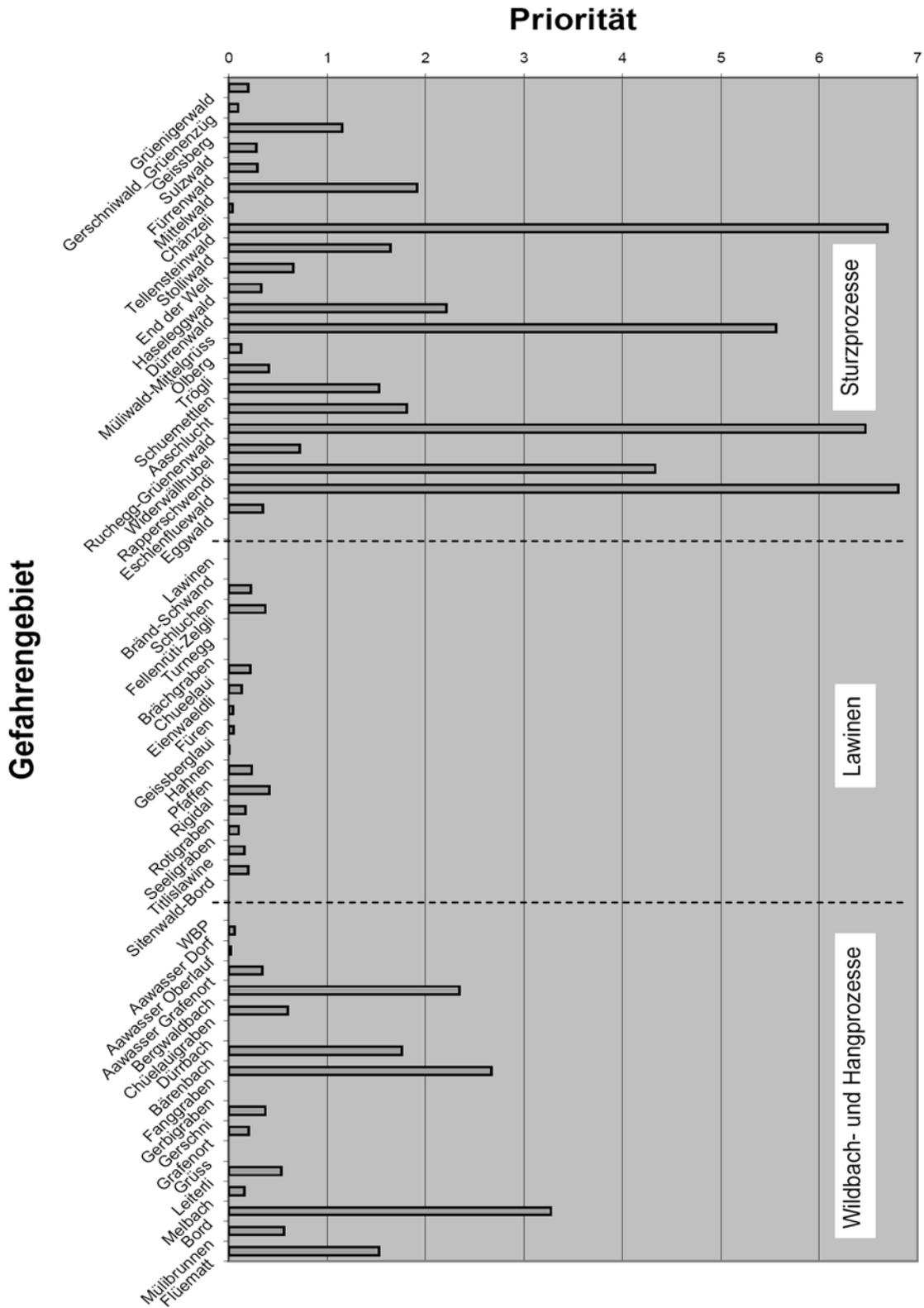
Verschiebungen aufgrund individueller Risiken

XIV.IV Vergleich der Versionen

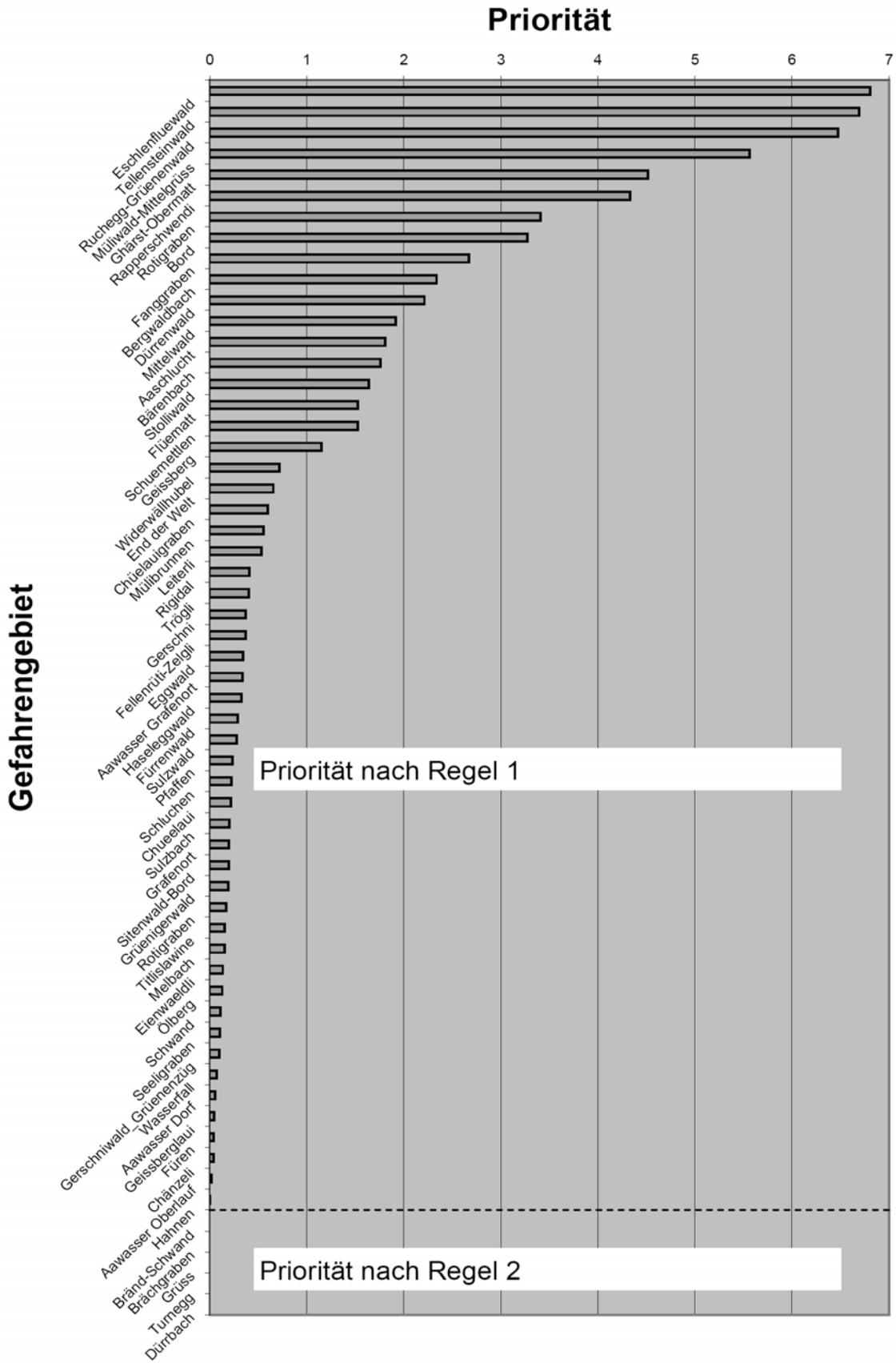


XV Fallbeispiel Engelberg

XV.I Projektpriorisierung Managementkonzept nach Gefahrenprozessen



XV.II Projektpriorisierung Managementkonzept rangiert



XVI Fallbeispiel Sarnenraa, Bewertung Projektvarianten

XVI.I Bewertung und Gwichtung durch Experten

Bewertung der Varianten durch Planer/Projektleitung

Gewichtung durch Experten

Nr.	Ziele	Bewertung															Gewichtung			Nutzwerte			
		V1					V2					V3					V1	V2	V3				
		-3	-2	-1	0	1	-3	-2	-1	0	1	-3	-2	-1	0	1							
Zielgruppe Gesellschaft																							
G1	G1.1																	23	0.69	0.69	0.69	0.69	
	G1.2																	6	0.18	0.18	0.18	0.18	
	G1.3																	5	-0.05	-0.05	-0.05	0.05	
	G1.4																	9	0.18	0.18	0.18	0.18	
G2	G2.1																	3	0.09	0.09	0.09	0.08	
	G2.2																	3	-0.03	-0.08	-0.08	-0.09	
G3	G3.1																						
	G3.2																						
	G3.2																	49	1.06	1.02	1.09		
Zielgruppe Umwelt																							
U1	U1.1																	4	0.02	0.02	0.02	-0.02	
	U1.2																	4	0.02	0.04	0.04	0.00	
	U1.3																	4	0.04	0.04	0.04	0.04	
U2	U2.1																	5	0.10	0.05	0.00	0.00	
	U2.2																	3	-0.06	-0.03	0.00	0.00	
U3	U3.1																	3	0.06	0.03	0.00	0.00	
	U3.2																	2	0.01	0.02	0.00	0.00	
	U3.3																	3	-0.06	-0.06	0.00	0.00	
																		28	0.13	0.11	0.11	0.02	
Zielgruppe Wirtschaftlichkeit																							
W1	W1.1																	6	-0.14	-0.14	-0.18	-0.18	
	W1.2																	2	-0.05	-0.06	-0.06	-0.05	
	W1.3																	5	0.15	0.12	0.12	0.12	
W2	W2.1																	6	-0.18	-0.18	-0.18	-0.06	
	W2.2																	4	-0.12	-0.07	-0.07	-0.09	
	W2.3																	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
																		23	-0.34	-0.36	-0.26	-0.26	
RANG																							
																		1	1	2	1		
																		Gesellschaft + Wirtschaftlichkeit			0.72	0.65	0.83
																		Gesellschaft + Umwelt			1.19	1.13	1.11

XVI.II Bewertung durch Experten, Gewichtung durch Akteure

Bewertung der Varianten durch Planer/Projektleitung

Gewichtung durch Akteure

Nr.	Ziele	Bewertung															Gewichtung			Nutzwerte		
		V1					V2					V3					V1	V2	V3			
		-3	-2	-1	0	1	-3	-2	-1	0	1	-3	-2	-1	0	1				2	3	
Zielgruppe Gesellschaft																						
G1	HWS für geschlossene Siedlungen, Industrie, Infrastruktur,																		23	0.69	0.69	0.69
G1.2	HWS Einzelgebäude																		6	0.18	0.18	0.18
G1.3	HWS Erholung/Freizeit/Landwirtschaft			-1															6	-0.06	-0.06	0.06
G1.4	HWS Leib und Leben																		10	0.20	0.20	0.20
G2	Restrisiko für Überflutung > HQ300																		3	0.09	0.09	0.08
G2.2	Restrisiko für Funktionalität der Bauwerke																		2	-0.02	-0.05	-0.06
G3	Auswirkungen für Untertieflager für HQ100																					
G3.2	Auswirkungen für Untertieflager für HQ300																					
Zielgruppe Umwelt																						
U1	Ökologie Lebensraum																		5	0.03	0.03	-0.03
U1.2	Ökologie Vernetzung																		4	0.02	0.04	0.00
U1.3	Ökologie Grundwasser																		4	0.04	0.04	0.04
U2	Raumbedarf für Gewässer																		6	0.12	0.06	0.00
U2.2	Ortsbild																		3	-0.06	-0.03	0.00
U3	Erholung, Freizeit, Tourismus																		4	0.08	0.04	0.00
U3.2	Fischerei																		3	0.02	0.03	0.00
U3.3	Landwirtschaft																		4	-0.08	-0.08	0.00
Zielgruppe Wirtschaftlichkeit																						
W1	Investitionskosten																		3	-0.07	-0.09	-0.09
W1.2	Betriebs-/Unterhaltskosten																		1	-0.02	-0.03	-0.02
W1.3	Kosten/Nutzen-Faktor																		3	0.09	0.07	0.07
W2	Verfahrsdauer																		6	-0.18	-0.18	-0.06
W2.2	Bauzeit																		4	-0.12	-0.07	-0.09
W2.3	Provisorien																		0	0.00	0.00	0.00
Zusammenfassung																						
Gesellschaft + Wirtschaftlichkeit																		17	-0.31	-0.30	-0.19	
Gesellschaft + Umwelt																		50	1.08	1.05	1.15	
RANG																		1	2	1		
Gesellschaft + Wirtschaftlichkeit																		0.77	0.76	0.96		
Gesellschaft + Umwelt																		1.24	1.18	1.16		

Josef Hess-Schuler, dipl. Forsting. ETH/SIA
Sonnmattstr. 4, 6055 Alpnach - Dorf
P: Tel./Fax: 041/670 25 47
G: Tel. 041/666 63 25 / Fax. 041/660 95 77
Mobile: 079/642 39 72
E-Mail: sepp.hess@bluewin.ch

Curriculum Vitae

1. zur Person:

geboren: 6. Jan. 1961, aufgewachsen auf dem Bergbauernhof Hinter Horbis in der Gemeinde Engelberg OW, Heimatort Engelberg OW

Familie: verheiratet seit 1992 mit Luzia Hess-Schuler (Beruf: med. Praxis-Assistentin)
1 Tochter: Karin (geb. 3. Sept. 1996)
1 Sohn: José (geb. 30. Juli 2004)



2. zur Ausbildung

- 1968 - 1974 Primarschule in Engelberg
- 1974 - 1981 Mittelschulausbildung an der Stiftsschule Engelberg
Maturitätsabschluss Typus B
- 1981 - 1986 Studium der Forstwirtschaft an der ETHZ, Diplom als Forstingenieur ETH mit einer Arbeit über „*Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Ingenieurbiologie in Obwalden*“, ausgezeichnet mit dem „Wilhelm-Pfeil-Preis-Reisestipendium“ der Universität Freiburg im Breisgau
- 2004 - 2008 Doktorat an der ETHZ, Departement FOWI mit einer Arbeit über „*Schutzziele im Umgang mit Naturrisiken in der Schweiz*“, Referent Prof. Dr. H.R. Heinimann, ETHZ, Korreferenten Prof. Dr. H.J.Seiler, Universität Luzern und ordentliches Mitglied des Bundesgerichtes sowie Dr. Kurt Hollenstein, Natrisk, Uznach
- inkl. Doktoratsstudium in Verwaltungsrecht an der Uni Luzern und Besuch verschiedener Module des Weiterbildungs-Zertifikatslehrgangs „Risiko und Sicherheit technischer Systeme“ an der ETHZ

3. zur bisherigen beruflichen Laufbahn

- 1986 - 1988 Tätigkeit als freierwerbender Forstingenieur im Kanton Obwalden
Hauptarbeiten: Integrale Wildbachsanierungskonzepte, Erschliessungsplanungen, Waldpflegeprojekte
- 1987 viermonatiges Weiterbildungspraktikum zum Thema Wildbachbeurteilung und -verbau an der WSL (Dozenten Jürg Zeller u. Albert Böll)
- ab 1.7.1988 Tätigkeit beim Amt für Wald und Landschaft Obwalden als Leiter der Abteilung Naturgefahren und als Kreisforstingenieur
- ab 1.1.2005 Leitung der erweiterten Abteilung Naturgefahren (inkl. Wasserbau und seismische Risiken) beim Amt für Wald und Raumentwicklung

4. wichtigste Aktivitäten im Bereich Naturgefahren in der Schweiz

1985 - 2003	Angehöriger des Armeelawinendienstes und in dieser Funktion mehrmalige Einsätze als Detachementschef (lawinentechnische Beratung und Sicherheitsverantwortung für grössere Truppenverbände)
1986 – 1990	Instruktor für Schweizerische SAC-Lawinenkurse
seit 1987	Entwicklung und Aufbau des Projektmanagements für Integralprojekte in Zusammenarbeit mit der seinerzeitigen Abt. Wasserbau beim Bauamt des Kantons Obwalden; Leitung der Planung und Realisation diverser Integralprojekte , insbesondere im Bereich Hochwasserschutz und Lawinenschutz in OW (Projektierung und Bauleitung von Lawinenschutzprojekten in Alpnach, Engelberg, Lungern und Giswil, insgesamt > 25 Mio. Franken)
seit 1988	Erarbeitung diverser Expertisen , Gutachten, Gefahren- und Risiko-beurteilungen sowie Massnahmenplanungen im Bereich Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen/Erosionsprozesse und Wildbachprozesse in OW, Bauleitungen und Oberbauleitungen div. Projekte; Beurteilung von Planungs- und Bauvorhaben in Gefahrengebieten
seit 1988	Mitwirkung in gesamtschweizerischen Arbeitsgruppen zu speziellen Fragestellungen im Naturgefahrenbereich : <ul style="list-style-type: none"> - forstl. Arbeitsgruppe Naturgefahren (FAN), - Entwicklung Ereigniskataster (STORME), Schutzbautenkataster (PROTECTME); - Gruppe Oeffentlichkeitsarbeit Wald und Naturgefahren (GOWN); - Lawinenwarnsysteme (IFKIS, IMIS); - Teilprojekte A und B zur Umsetzung der Planat-Strategie; - Risk-Management-Tools LearnRisk/RiskPlan; ECONOMIE; - effor2/NFA Neues Subventionsmodell - Umsetzung PLANAT-Aktionsplan 2006-2008: Einzelprojekt A2 (Praxisbeispiele zum Risikomanagement) und Schutzziele
seit 1990	Mitglied des Kantonalen Führungsstabes OW (früher Erkundungs-equipe, heute Stv. DC Naturgefahren); Ernstfalleinsätze beim Unwetter Sachseln 1997, Lawinenwinter 1999 und beim Hochwasser 2005; alljährliche Unterstützungseinsätze bei der Bewältigung kleinerer Ereignisse auf kommunaler Ebene
1994 - 2006	Entwicklung und Umsetzung (als Projektleiter) eines Konzeptes über die Erstellung und Nachführung von Ereigniskatastern und – dokumentationen, Gefahrenkarten und Risikoanalysen im Bereich Lawinen, Sturzprozesse, Rutschungen/Erosionsprozesse und Wildbachprozesse über das gesamte Gebiet des Kantons OW

5. berufliche Auslandstätigkeit

1984	2-monatiges Auslandpraktikum in As, Norwegen (v.a. forstl. Themen)
1986 - 1990	verschiedene Kurzaufenthalte (insgesamt 6 Monate) mit forstlicher und bautechnischer Tätigkeit im Staat Paraná, Brasilien Hauptarbeiten: Dammbauten für Bewässerungsanlagen Erschliessungsplanungen Forstinventuren im subtropischen Regenwald
1998 - 2001	Aufenthalte als Consultant für lawinentechnische Fragen in den Staaten California, Utah und Washington USA
seit 2001	Mitglied des Schweizerischen Korps für Humanitäre Hilfe SKH (früher Schweizerisches Katastrophenhilfe-Korps), Einsatzerfahrung durch Mitwirkung in UNO-Arbeitsgruppen (UNDRC) zur Entwicklung von Standards für die Katastrophenbewältigung

6. Freizeit

Alpinismus (Hochtouren und Skitouren)
Natur (Botanik, Geologie)
Geschichte (Lokalhistorie, altes Handwerk)

Alpnach, den 08. Dezember 2008

J. Hess