PLANAT-Reihe

4/2000



Massnahmenkonzept «Erdbeben»

Mögliche Massnahmen des Bundes im Kontext der bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen

PLANAT

Massnahmenkonzept «Erdbeben»

Mögliche Massnahmen des Bundes im Kontext der bestehenden gesetzlichen Rahmenbedingungen

Herausgegeben von der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT
Stand: September 1999

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung/Summary	5
1	**Erdbebenrisiken in der Schweiz**	13
2	**Was ist zu tun?**	15
3	**Vorliegende Handlungsempfehlungen**	17
4	**Schutzziele und Sicherheitsphilosophie**	20
4.1	Schutzgüter	20
4.2	Schutzziele	21
4.3	Leitlinien und Risikoschwerpunkte	24
5	**Vorgehen und Methodik**	26
5.1	Grundzüge des Vorgehens	26
5.2	Auswahl geeigneter Massnahmen	26
5.3	Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts	27
6	**Massnahmenkonzept**	35
6.1	«Geringe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»	35
6.2	Umsetzung und Handlungsalternativen	60
6.3	«Hohe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»	64
7.	**Rechtliche Rahmenbedingungen**	66
7.1	Kompetenzen des Bundes	66
7.2	Ansatzpunkte für Massnahmen	67
8.	**Quellen**	76
8.1	Gespräche	76
8.2	Literatur	77
	Anhang	81

Projektbeteiligte

Arbeitsgruppe Risiko der PLANAT:

- *Prof. Daniel Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich (Vorsitz)*
- *Dr. Walter Ammann, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos*
- *Bruno Hostettler, Bundesamt für Zivilschutz, Bern*
- *Prof. Laurent Vulliet, Institut des sols, roches et fondations, EPF Lausanne*
- *Dr. Olivier Lateltin, Bundesamt für Wasser und Geologie (Sekretariat PLANAT), Biel*

Verfasser/innen des Berichts:

- *Dr. Anne Eckhardt, Basler & Hofmann, Zürich*
- *Peter Zwicky, Basler & Hofmann, Zürich*
- *Dr. Hans Maurer, Basler & Hofmann, Zürich*

in Zusammenarbeit mit:

- *Dr. Erik Rüttener, Zurich Re – Risk Management*
- *Urs Wilhelm, Institut für Versicherungswirtschaft, Universität St. Gallen*

Zusammenfassung

Schwere Erdbeben sind möglich.

Die Schweiz ist durch schwere, wenn auch seltene Erdbeben, gefährdet. Ein solches Ereignis könnte Hunderte von Todesopfern und Sachschäden in Milliardenhöhe fordern. Obwohl geeignete Normen und Richtlinien zur Erhöhung der Erdbebensicherheit zur Verfügung stehen, werden sie bisher nur unzureichend umgesetzt. Die allgemeine Sensibilisierung auf das Risiko Erdbeben ist gering.

Geeignete Grundlagen zur Reduktion des Erdbebenrisikos sind vorhanden, werden jedoch kaum umgesetzt.

Die Nationale Plattform Naturgefahren, PLANAT, und andere Expertengruppen haben in den letzten Jahren Empfehlungen vorgelegt, um das Erdbebenrisiko in der Schweiz wirksam zu vermindern. Im Auftrag von PLANAT wurden diese Grundlagen im Rahmen der geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen auf ihre Durchführbarkeit, Kostenwirksamkeit und Akzeptanz geprüft und daraus ein Massnahmenkonzept «Erdbeben» abgeleitet. Das Massnahmenkonzept wendet sich an den Bund, sieht jedoch auch die Einbindung und Sensibilisierung anderer Adressaten, z.B. der Kantone und Privater, vor. Es orientiert sich an den in geltenden Erlassen und Normen vorgegebenen Schutzzielen und ist vor allem auf die Vermeidung von Personenschäden ausgerichtet.

PLANAT legt daher ein Massnahmenkonzept «Erdbeben» zuhanden des Bundes vor.

Das Massnahmenkonzept «Erdbeben» umfasst 18 aufeinander abgestimmte Massnahmen aus den Bereichen Rechtsetzung und Normenwesen, Gefährdungsanalyse und Grundlagenbeschaffung, objektspezifische Massnahmen, Ausbildung und Information, Ereignisbewältigung sowie Forschung:

1. *Rechtsetzungsprogramm*. Die Baunormen-Verordnung, die Bauverordnung, die Störfallverordnung und die Raumplanungsverordnung werden geändert, um die rechtlichen Anforderungen an die Erdbebensicherheit zu präzisieren.
2. *Verwaltungsinterne Sensibilisierung*. Ein Programm zur Sensibilisierung, Information und Weiterbildung in der Bundesverwaltung fördert die konsequente Berücksichtigung der Erdbebensicherheit bei Bauwerken, die im Einflussbereich des Bundes stehen.
3. *Delegierter für Erdbebenschutz*. In der Bundesverwaltung wird die Stelle eines Delegierten für Erdbebenschutz geschaffen, der Massnahmen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit initiiert und koordiniert.
4. *Konkordat*. Der Bund fördert den Erlass von Erdbebenvorschriften für Bauten, die sich im Eigentum oder im Zuständigkeitsbereich von Kantonen, Gemeinden oder Privaten befinden, indem er die Kantone dazu motiviert, eine interkantonale Vereinbarung zur Erdbebensicherheit von Bauwerken zu schaffen.

5. *Normierungsprogramm*. Der Bund unterstützt die Aktualisierung und Ergänzungen des Normenwerks zur Erdbebensicherheit in der Schweiz.

6. *Messprogramm*. Das Starkbeben-Messgerätenetz der Schweiz wird modernisiert und ausgebaut.

7. *Kartierungsprogramm*. Die Landeshydrologie und -geologie erarbeitet Spezialkarten zur Erdbebengefährdung in der Schweiz.

8. *Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes*. Das Normenwerk zur Erdbebensicherheit wird konsequent auf alle Neubauten des Bundes angewendet.

9. *Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes*. An bestehenden Bauten des Bundes werden, sofern verhältnismässig, Sanierungen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit vorgenommen.

10. *Erdbebensicherung von Lifelines*. Überlebenswichtige Bauten und Anlagen im Ereignisfall werden flächendeckend identifiziert und notwendige Sanierungen vorgenommen bzw. vom Bund unterstützt.

11. *Erdbebensicherung von Kulturgütern, insbesondere historischen Bauten*. Bedeutende Kulturgüter werden auf ihre Erdbebengefährdung untersucht und im Bedarfsfall Unterstützung zu deren Sicherung gewährt.

12. *Aus- und Weiterbildung von Fachleuten*. Die Fachkenntnisse im Bereich der Erdbebensicherheit werden durch gezielte Ausbildung von Studierenden und Fortbildungskurse für Fachleute in relevanten Bereichen gefördert.

13. *Informationsbaukasten für Fachleute*. Der Informationsbedarf über die Gefährdung durch Erdbeben und vorbeugende Massnahmen wird durch Entwicklung und Verteilung entsprechender Informationsmaterialien gedeckt.

14. *Informationskampagne Erdbeben für die Öffentlichkeit*. Um zur Auseinandersetzung mit dem Erdbebenrisiko und zu vorbeugenden Massnahmen anzuregen, führt der Bund eine umfassende Informationskampagne durch.

15. *Leitfaden bauliche Massnahmen*. Bauherren, Baufachleuten und anderen Adressaten im Bereich der baulichen Sicherheit werden ein klares System zur Risikoeinstufung, ein standardisiertes Massnahmenprogramm und Entscheidungshilfen im Bereich der Kostenwirksamkeit zur Verfügung gestellt.

16. *Bevölkerungsschutz*. Die bisherigen Massnahmen, die dem Bevölkerungsschutz im Fall eines schweren Erdbebens dienen, werden verstärkt.

17. *Einsatzdienste*. Kantone und Gemeinden erhalten vermehrte Unterstützung bei der Schaffung erdbebengerechter Einsatzkonzepte und der Ausbildung der Einsatzdienste.

18. *Nationales Forschungsprogramm Erdbeben*. Der Nationalfonds führt ein Nationales Forschungsprogramm «Erdbeben» durch.

Innerhalb des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» lassen sich einige aufeinander abgestimmte Massnahmenpakete, z.B. zur Ereignisbewältigung, ausscheiden, die auch losgelöst vom Gesamtkonzept realisiert werden könnten. Diese Massnahmenpakete erlauben jedoch keine umfassende Verminderung des Erdbebenrisikos.

Bei hoher öffentlicher Sensibilisierung für das von Erdbeben ausgehende Risiko wäre eine Verfassungsänderung denkbar, die dem Bund klare Kompetenzen im Bereich der Erdbebensicherheit verleiht. Auf dieser Grundlage liesse sich ein Programm realisieren, das wesentlich weiter geht, als im Massnahmenkonzept «Erdbeben» vorgesehen. Möglich wären z.B. die flächendeckende Beurteilung und Sanierung wichtiger bestehender Bauwerke und Anlagen oder die Lancierung eines Impulsprogramms «Erdbebensicherheit» zur Förderung erdbebensicherer Neubauten und Sanierungen.

Bei hoher öffentlicher Sensibilisierung für das Erdbebenrisiko wären zusätzlich weitergehende Massnahmen erforderlich.

Um das Erdbebenrisiko in der Schweiz wirksam zu vermindern, wäre es zu begrüssen, wenn der Bund im Bereich der Erdbebensicherheit eine Vorbildfunktion übernimmt, koordinierend wirkt und die öffentliche Sensibilisierung unterstützt. Bei der Umsetzung des Massnahmenkonzepts »Erdbeben» kommt der Nationalen Plattform Naturgefahren, PLANAT, und den Fachverbänden eine wesentliche Rolle zu.

Abkürzungsverzeichnis

CEN	*Comité Européen de Normalisation*
BfS	*Bundesamt für Statistik*
BUWAL	*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft*
BV	*Bundesverfassung*
BZS	*Bundesamt für Zivilschutz*
FEMA	*Federal Emergency Management Agency (USA)*
GIS	*Geografisches Informationssystem*
KATANOS	*Studie «Katastrophen und Notlagen in der Schweiz» des Bundesamts für Zivilschutz*
LHG	*Landeshydrologie und -geologie*
NAPER	*Nationales Aktionsprogramm zur Reduktion des Erdbebenrisikos*
NEHRP	*National Earthquake Hazards Reduction Program*
NFP	*Nationales Forschungsprogramm*
PLANAT	*Nationale Plattform Naturgefahren*
PSA	*Probabilistische Sicherheitsanalyse*
PSI	*Paul Scherrer Institut, Villigen*
SIA	*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein*
SGEB	*Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik*
SGUV	*Verordnung über Schutzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten*
SN	*Schweizer Norm*
SNV	*Schweizerische Normen-Vereinigung*
SR	*Systematische Sammlung des Schweizer Rechts*
VILB	*Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes*

Summary

Switzerland has the potential of severe earthquakes, even if their frequency is relatively low. Such an event could cause hundreds of casualties and extensive property losses.

Severe earthquakes can happen.

Although standards and guidelines for an improved seismic safety are available, they are often not followed adequately. The general public awareness to the seismic risk is too weak.

Earthquake risk mitigation strategies are available, but they are poorly realised.

The National Platform «Natural Hazards» PLANAT and other expert groups have recently presented recommendations how to reduce the seismic risk in Switzerland effectively. The variety of those recommendations is reviewed here within the framework of the national legislation. The feasibility, the cost-benefit-ratio and the public acceptance of risk mitigation actions are evaluated.

Finally a Seismic Risk Mitigation Program has been established. This program shall serve the federal government as a controlling tool. It shall also involve and stimulate other important institutions such as regional and local governments and private companies. The program is based on the established safety goals, which focus on the protection of people's lives.

PLANAT presents the Seismic Risk Mitigation Program to the federal government.

The Seismic Risk Mitigation Program consists of 18 coordinated actions in the fields of legislation, hazard assessment, data acquisition, buildings and systems strengthening, education and information, emergency management and research:

1. *Legislation program*. The administration will modify the federal regulations for the application of building codes to federal buildings, for accident prevention and for land use planning, in order to point out the requirements for seismic safety.
2. *Sensitise the federal administration*. A program to sensitise, to inform and to educate the staff of the federal administration will support the consistent consideration of seismic safety for buildings and structures owned or surveyed by the federal government.
3. *Delegate for seismic safety*. The position of a Seismic Safety Delegate, who is responsible for risk mitigation actions, will be established within the federal administration.
4. *Concordat*. The federal government encourages interregional agreements and supports the implementation of seismic regulations for structures owned or controlled by regional or local governments or by private institutions.
5. *Development of standards and building codes*. The federal government supports the development of standards and building codes for the seismic safety in Switzerland.

6. *Instrumentation program*. The Swiss strong-motion instrumentation system will be upgraded and extended.

7. *Mapping program*. The Federal Service for Hydrology and Geology – in cooperation with the Swiss Seismological Service – will elaborate special maps for geological and geophysical data related to the seismic hazard in Switzerland.

8. *Seismic safety of the new federal buildings and structures*. The current standards and building codes will be implemented strictly for all new federal buildings and structures.

9. *Seismic safety of the existing federal buildings and structures*. The seismic safety of the existing federal buildings will be reviewed. According to priority criteria for risk reduction, selected structures will be strengthened in order to achieve acceptable earthquake resistance.

10. *Seismic safety of lifeline systems*. The seismic safety of lifelines will be reviewed. According to priority criteria for risk reduction, selected lifelines will be upgraded.

11. *Seismic safety of cultural values*. The earthquake performance of essential cultural values, mainly historical buildings, will be assessed. Safety upgrade measures are supported.

12. *Professional education*. With education courses for students and post-graduates the technical know-how of the professional community in the field of seismic safety will be developed.

13. *Toolbox for professionals*. Technical information related to earthquake hazards and preventive measures will be collected, arranged and distributed to professionals.

14. *Public information campaign*. The federal administration will start and realise a campaign devoted to the public awareness and information about the seismic risk and the mitigation measures.

15. *Manual for structures and buildings*. The manual provides a system for decision making referring to seismic safety of buildings and structures. It will support owners, architects and engineers with tools for risk assessment, standardised strengthening measures and cost-efficiency evaluation.

16. *Civil protection*. The implemented system of measures serving to protect people's lives in case of severe earthquakes will be strengthened.

17. *Recovery services*. The federal government will provide specific support to the regional and local recovery service institutions in order to educate and prepare for earthquake scenarios.

18. *National research program «Earthquake»*. A new national research program will be devoted to earthquake risk mitigation.

Within this wide set of mitigation measures, some related single actions might be grouped to form a sub-program, such as for the field of recovery actions as an example.

If a future event will sensitise the public awareness of the earthquake risk, even more extensive actions will be required.

On the background of a much stronger public awareness of the earthquake risk the federal constitution could be changed to assign more responsibilities and more authority in the field of earthquake prevention to the federal government. Based on this increased authority much more extensive actions could be included in the Seismic Risk Mitigation Program, such as a complete nationwide assessment and upgrade of important existing buildings, structures and systems or the start of an impulse program Seismic Safety to promote the earthquake resistant design and construction.

The federal government and its administration will play the model role for the efficient reduction of the earthquake risk in Switzerland. They are important also as coordinators and as supporters of the public awareness. The National Platform «Natural Hazards» PLANAT and the professional organisations shall contribute essentially to the implementation of the Seismic Risk Mitigation Program.

List of Abbreviations

CEN	*Comité Européen de Normalisation*
BfS	*Bundesamt für Statistik*
BUWAL	*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft*
BV	*Bundesverfassung*
BZS	*Bundesamt für Zivilschutz*
FEMA	*Federal Emergency Management Agency (USA)*
GIS	*Geografisches Informationssystem*
KATANOS	*Studie «Katastrophen und Notlagen in der Schweiz» des Bundesamts für Zivilschutz*
LHG	*Landeshydrologie und -geologie*
NAPER	*Nationales Aktionsprogramm zur Reduktion des Erdbebenrisikos*
NEHRP	*National Earthquake Hazards Reduction Program*
NFP	*Nationales Forschungsprogramm*
PLANAT	*Nationale Plattform Naturgefahren*
PSA	*Probabilistische Sicherheitsanalyse*
PSI	*Paul Scherrer Institut, Villigen*
SIA	*Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein*
SGEB	*Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik*
SGUV	*Verordnung über Schutzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten*
SN	*Schweizer Norm*
SNV	*Schweizerische Normen-Vereinigung*
SR	*Systematische Sammlung des Schweizer Rechts*
VILB	*Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes*

1. Erdbebenrisiken in der Schweiz

Im Bereich Erdbeben besteht Handlungsbedarf.

Untersuchungen und historische Erfahrungen zeigen, dass in der Schweiz ein beträchtliches Erdbebenrisiko besteht. Die allgemeine Sensibilisierung auf das Risiko Erdbeben ist allerdings gering. Geeignete Massnahmen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit sind bekannt, werden bisher jedoch nur unzureichend umgesetzt.

Die Nationale Plattform Naturgefahren, PLANAT, hat daher entschieden, ein Konzept vorzulegen, das Vorschläge für wirksame Sicherheitsmassnahmen zuhanden des Bundes enthält. Im ersten Halbjahr 1999 wurde von Basler & Hofmann, Zürich das vorliegende Massnahmenkonzept «Erdbeben» ausgearbeitet. Die Arbeiten wurden von der Arbeitsgruppe Risiko der PLANAT begleitet.

Zielsetzung des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» ist es, dem Bund ein Paket aufeinander abgestimmter Massnahmen vorzulegen, welche die Erdbebensicherheit in der Schweiz wirksam verbessern. Diese Massnahmen sollen unter den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen realisierbar sein, sich an Risikoschwerpunkten orientieren und Kostenwirksamkeits- und Akzeptanzkriterien Rechnung tragen. Auf der Grundlage des Massnahmenkonzeptes wird PLANAT einen Antrag zur verbesserten Vorbeugung im Bereich Erdbebensicherheit zuhanden des Bundesrats ausarbeiten.

Schwere Erdbeben sind möglich.

In der Schweiz treten mittelstarke Erdbeben etwa ein- bis zweimal in jedem Jahrhundert auf. Von solchen Ereignissen ist ein Gebiet mit einem Durchmesser von ungefähr 10 bis 20 km betroffen. Je nach Nutzung und Besiedlungsdichte sind Sachschäden von bis zu einigen Milliarden Franken und zahlreiche Todesopfer zu erwarten. Etwa alle 500 bis 1'000 Jahre ist zudem mit einem schweren Beben zu rechnen, das im Umkreis von bis zu ca. 100 km Verluste fordert. Solche Beben erreichen in der Schweiz die Intensitäten der Ereignisse von Northridge, Kalifornien 1994 oder Kobe 1995.

Mit erheblichen Folgen muss gerechnet werden.

Ein schweres Erdbeben in Basel, wie es 1356 auftrat, würde heute wahrscheinlich zwischen 500 und 5'000 Todesopfer fordern. Die möglichen Sachschäden werden auf bis zu 100 Milliarden Franken geschätzt. Die Studie KATANOS des Bundesamts für Zivilschutz ergab 1995, dass bei den Katastrophen, welche die kantonalen bzw. nationalen Mittel und Strukturen überfordern, Erdbeben von herausragender Bedeutung sind.

Schwer einzuschätzen sind die längerfristigen Folgen eines schweren Erdbebens für die Schweiz. Einige Experten gehen davon aus, dass sich das Ereignis innerhalb von wenigen Jahren bewältigen lasse. Die Zeit unmittelbar nach dem Beben werde von konjunkturellen Überhitzungserscheinungen und existenzbedrohenden Härten für Private, kleine und mittlere Unternehmen gekennzeichnet sein. Diese Härten wären allenfalls durch geeignete

Versicherungen zu überwinden. Durch den Wiederaufbau und die damit verbundene Erneuerung bestehender Anlagen seien unter Umständen sogar volkswirtschaftliche Vorteile zu erwarten.

Andere Fachleute dagegen weisen darauf hin, dass nach einem schweren Erdbeben voraussichtlich erhebliche Hilfeleistungen des Bundes erforderlich seien. Dadurch würden die Steuerzahler zusätzlich belastet. Wichtige Unternehmen, z.B. der Basler pharmazeutischen Industrie, könnten kaum wiedergutzumachende indirekte Folgeschäden erleiden. Produktionsstätten würden vermehrt ins Ausland verlegt, was mit Nachteilen für die Volkswirtschaft der Schweiz verbunden sei. Zudem sei mit einem nachhaltigen Vertrauensverlust in Politik und Verwaltung zu rechnen.

Das Risiko wird wahrgenommen.

Das Erdbeben in der Schweiz zwar schwerwiegend aber selten sind, verleitet dazu, das von ihnen ausgehende Risiko zu unterschätzen. Anders als etwa in Japan oder Kalifornien wird das Bewusstsein für die Gefahr nicht durch eine ständig spürbare seismische Aktivität aufrechterhalten. Der Bevölkerung fehlt die persönliche Erfahrung mit dem Risiko, aber auch die Beachtung durch Politik und Medien blieb bisher gering.

Verfügbare Sicherheitsmassnahmen werden nicht ausreichend umgesetzt.

Zur Sicherung von Bauwerken sind seit rund zehn Jahren geeignete Normen vorhanden. Deren Einhaltung kann bei einem starken Beben Menschenleben und Sachwerte wirksam schützen. Bisher wurden die Anforderungen der Schweizer Normen, welche den Stand der Technik widerspiegeln, aber rechtlich nicht unmittelbar verbindlich sind, allerdings nur lückenhaft in die Praxis umgesetzt. Die Bereitschaft, in Erdbebensicherheit zu investieren, ist mit den knapper werdenden finanziellen Spielräumen vieler Investoren tendenziell gesunken. Daher muss gegenwärtig davon ausgegangen werden, dass zahlreiche Bauwerke und Anlagen, darunter vor allem auch ältere Gebäude, nur ungenügend gegen Erdbeben gesichert sind.

Die hohe Wertekonzentration, vor allem in den dicht besiedelten und industriell genutzten Regionen der Schweiz, und die hohen Wiederherstellungskosten führen dazu, dass auch bei einem räumlich eng begrenzten Erdbeben erhebliche Schäden zu erwarten sind.

2. Was ist zu tun?

Gefährdungsermittlung und bauliche Massnahmen stehen im Vordergrund.

Das Eintreffen eines Erdbebens vorherzusagen, ist kaum möglich, obwohl die Schweiz einen starken nationalen Erdbebendienst besitzt. Die Auswertung historischer Ereignisse zeigt ausserdem, dass sich die Schwerpunkte der Seismizität immer wieder regional verlagern.

Vorbeugende Massnahmen können daher nicht auf Alarmierung, sondern müssen vor allem auf die Identifizierung besonders gefährdeter Zonen, die Sicherung der Bauwerke und Anlagen und funktionierende Einsatzdienste im Ereignisfall ausgerichtet sein.

Verschiedene Adressaten sind gefordert.

Bei der Erdbebensicherheit sind verschiedene Zielgruppen gefordert, vor allem Bund, Kantone, Gemeinden, Fachverbände, Unternehmen und Private.

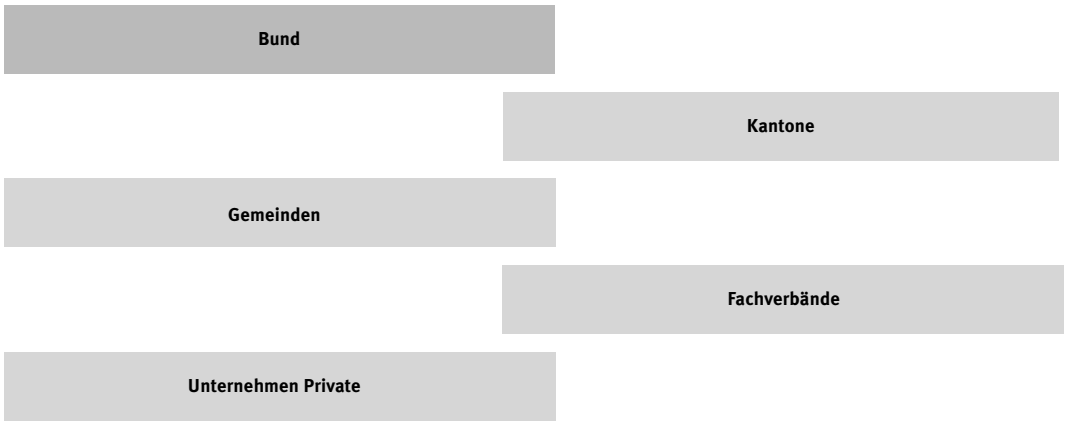


Abbildung 1: Verminderung des Erdbebenrisikos – wichtige Zielgruppen

Der Bund nimmt bisher insbesondere Aufgaben im Bereich der Erdbebensicherheit bei seinen eigenen Bauwerken sowie bei Spezialbauten wie Talsperren und Nuklearanlagen wahr. Schwerpunktmässig liegen die Kompetenzen für bauliche Massnahmen jedoch bei den Kantonen. Gemeinden, Unternehmen und Private sind als Bauherren und Inhaber von Anlagen und Gebäuden gefordert, ausreichende Vorkehrungen gegen ein Beben zu treffen. Die Fachverbände engagieren sich vor allem bei der Erarbeitung und Aktualisierung von Normen und Richtlinien.

Mehrere Vorstösse zielen darauf ab, Katastrophen zu verhindern.

Die Nationale Plattform Naturgefahren, PLANAT, und andere Expertengruppen haben in den letzten Jahren Empfehlungen vorgelegt, um das Erdbebenrisiko in der Schweiz wirksam zu vermindern. Die Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik, SGEB, schlug 1998 ein umfassendes «Nationales Aktionsprogramm zur Reduktion des Erdbebenrisikos», NAPER, vor. Die meisten der geforderten Massnahmen betreffen die Bauwerke

und wenden sich direkt an den Bund. Ihr Ziel ist es, die Bevölkerung wirksamer als bisher vor einem Erdbeben zu schützen und dazu beizutragen, Katastrophen und Notlagen, welche die Schweiz als Ganze bedrohen, zu vermeiden.

Im Dezember 1998 reichte Nationalrat Simon Epiney (VS) eine Motion ein, die vom Bundesrat Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit fordert. Angeregt wurde insbesondere die Schaffung eines Rahmengesetzes, das Bestimmungen zur Vorbeugung gegen Erdbeben enthält. Die Stellungnahme des Bundesrats weist auf die bereits laufenden Aktivitäten zur Verminderung von Naturgefahren und die fehlende Verfassungskompetenz des Bundes hin. Im Frühjahr 1999 beantragte der Bundesrat, die Motion aufgrund mangelnder Verfassungskompetenz in ein Postulat umzuwandeln.

Im Massnahmenkonzept «Erdbeben» werden wirksame Empfehlungen zuhanden des Bundes zusammengefasst.

Mit dem folgenden Massnahmenkonzept «Erdbeben» der PLANAT wird die Vielfalt der vorliegenden Handlungsempfehlungen an den Bund geprüft und in einem schlüssigen Paket von Empfehlungen gebündelt. Obwohl sich das Konzept an den Bund wendet, soll letztlich ein Zusammenwirken aller Zielgruppen gefördert werden, die zur Erdbebensicherheit beitragen können.

3. Vorliegende Handlungsempfehlungen

Schweiz

In den letzten Jahren wurden in der Schweiz verschiedene Dokumente zum Handlungsbedarf Erdbebensicherheit erarbeitet. Diese Dokumente stellen wichtige Grundlagen für das Massnahmenkonzept «Erdbeben» dar:

- Die Studie «Katastrophen und Notlagen in der Schweiz», KATANOS, die im Auftrag des Bundesamts für Zivilschutz entstand, zeigt auf, welche Naturgefahren, technischen und gesellschaftlichen Gefahren die Gemeinschaft aus der Sicht der Katastrophenvorsorg bedrohen [BZS 1995]. Das Erdbebenrisiko ist demnach von vorrangiger Bedeutung. Für Grossereignisse stellt es den dominierenden Anteil am Risiko der Schweiz dar.
- 1996 legte die Arbeitsgruppe Erdbeben und Vorbeugung der PLANAT einen Bericht vor, der als erster Schritt zur Formulierung des Stands der Erdbebensicherheit und des Handlungsbedarfs aufgefasst werden kann [P. Heitzmann et al. 1996]. Die vorgeschlagenen Massnahmen wurden in einer 1998 erschienenen Dokumentation der SGEB aufgegriffen und erweitert. In den Bereichen Raumplanung und Öffentlichkeitsarbeit sind allerdings einige Empfehlungen enthalten, die das Dokument der SGEB nicht wiedergibt.
- 1998 erarbeitete die SGEB eine Dokumentation «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz» [H. Bachmann et al. 1998]. Die Untersuchung fordert rund 60 Massnahmen, die in drei Themenbereiche und 23 Sachgebiete gegliedert sind. Zentrales Anliegen des Dokuments ist die Schaffung eines «Nationalen Aktionsprogramms zur Reduktion des Erdbebenrisikos», NAPER. Zu dessen Finanzierung und Umsetzung sollen die notwendigen Rechtsgrundlagen geschaffen werden.
- PLANAT beauftragte drei Experten, zur Dokumentation der SGEB Stellung zu nehmen [W. Ammann et al. 1998]. Deren Urteil fiel grundsätzlich zustimmend aus. Bedarf an vertiefenden Massnahmen wird vor allem in den Bereichen Geologie und Öffentlichkeitsarbeit gesehen. Die Experten empfehlen, die rechtlichen Grundlagen zu überprüfen, die Kostenwirksamkeit der von der SGEB geforderten Massnahmen zu untersuchen und ein stärkeres Gewicht auf die internationale Zusammenarbeit zu legen.
- Die Landeshydrologie und -geologie erstellte ergänzend eine Studie aus der spezifischen Sicht der Geologie [C. Schindler et al. 1998]. Dieser Bericht enthält Massnahmenvorschläge zur Entwicklung geologischer, geotechnischer und seismotektonischer Grundlagen, welche die entsprechenden Vorschläge der SGEB vertiefen. Beispiele sind die Kartierung der Neotektonik, der Störungszonen und der Mikrozonierung. Dabei wird nach den Aufgabenbereichen des Bundes, der Kantone und der Gemeinden differenziert.

Weitere zentrale Grundlagen, die der Erhöhung der Erdbebensicherheit in der Schweiz dienen, sind die Norm SIA 160, die Erdbebengefährdungskarten der Schweiz und neuere Erkenntnisse zum Einfluss der lokalen Baugrundverhältnisse:

- Die Schweizer Norm SIA 160 [SIA 1989] legt die Anforderungen an die erdbebensichere Bemessung und Konstruktion der Tragwerke fest. Sie regelt die Erdbebenzonen, die Bauwerksklassen, die Bemessungsgrundlagen und die Grundsätze für Entwurf und Konstruktion. Ihre Umsetzung in die Praxis blieb bisher unbefriedigend. Teilaspekte gelten heute als überholt, so z.B. der Einfluss der lokalen Baugrundverhältnisse. Mittelfristig wird SIA 160 durch den Eurocode 8[1], mit Anpassungen für die Schweiz in Form der Swisscodes, ersetzt werden.

- Seit rund 20 Jahren dienen die Erdbebengefährdungskarten der Schweiz [R. Sägesser, D. Mayer-Rosa 1978] als Grundlage für die Auslegung der Bauwerke. Auch die Norm SIA 160 nimmt Bezug auf dieses Werk. Aufgrund methodischer Weiterentwicklungen werden die Karten gegenwärtig am Institut für Geophysik der ETH Zürich überarbeitet. Besondere Beachtung werden dabei der Einfluss der lokalen Baugrundverhältnisse und die direkte Beziehung zwischen der Bebenhäufigkeit und den Beschleunigungen am Standort finden.

- Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 31, «Klimaänderungen und Naturkatastrophen», sind mit verschiedenen regionalen Projekten neue Erkenntnisse zum Einfluss der lokalen Baugrundverhältnisse auf die Erdbebengefährdung erarbeitet worden [D. Mayer-Rosa et al. 1997]. Der lokale Einfluss wurde demnach bisher unterschätzt. Er ist mindestens so stark wie der Einfluss der geographischen Lage eines Standorts auf die Erdbebengefährdung. Dementsprechend wird die Mikrozonierung in Zukunft stärker zu gewichten sein.

Ausland

Ergänzend wurden verschiedene internationale Grundlagen zur Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts beigezogen. In den USA wertet vor allem die Federal Emergency Management Agency, FEMA, Erfahrungen und Erkenntnisse zu wirksamen Massnahmenprogrammen im Bereich Erdbebensicherheit aus. Aufgrund erheblicher Unterschiede in den jeweiligen nationalen Rechtsgrundlagen konnte keine der in diesen Dokumenten vorgeschlagenen Massnahmen direkt in das Massnahmenkonzept «Erdbeben» übernommen werden. Internationale Erfahrungen flossen jedoch in die Detailgestaltung einzelner Massnahmen ein.

[1] Als Eurocodes werden die europäischen Tragwerksnormen des Comité Européen de Normalisation, CEN, bezeichnet. Die Schweizerische Normen-Vereinigung, SNV, ist im CEN vertreten und hat sich daher verpflichtet, die europäischen Normen nach deren Ratifizierung in das Schweizer Normenwerk aufzunehmen und die eigenen Normen zurückzuziehen. Eurocode 8 befasst sich mit dem Thema Erdbeben. Bisher liegen zur Erdbebensicherheit verschiedene Vornormen vor, die nach einer fünfjährigen Versuchsphase in europäische Normen umgewandelt werden sollen [Th. Wenk 1997].

Exkurs: Erdbebenversicherung

Schweizerischer Pool für Erdbebenversicherung

In 19 Kantonen der Schweiz werden die Gebäude derzeit durch einen öffentlich-rechtlichen Monopolversicherer, in 7 Kantonen durch private Gebäudeversicherer gegen Feuer und Elementargefahren versichert. Die Statuten dieser Versicherungen schliessen die Deckung von Erdbeben aus, da man ursprünglich davon ausging, dass eine umfassende Erdbebenversicherung die Möglichkeiten der schweizerischen Versicherungswirtschaft sprengen würde. 18 kantonale Gebäudeversicherer haben sich jedoch 1978 zum Schweizerischen Pool für Erdbebenversicherung zusammengeschlossen, der im Fall eines Erdbebens eine freiwillige Leistung erbringt.

Bei einem Ereignis stellte der Pool bisher 300 Mio. Fr., künftig 500 Mio. Fr. für Zahlungen an die Versicherten zur Verfügung. Diese Summe stammt teilweise aus Beiträgen der Versicherer, teilweise aus einer Rückversicherungsdeckung. Sie sollte für ein Beben wie Glarus 1971 ausreichend sein, wird bei einem schwerwiegenderen Ereignis, wie es sich 1855 in Visp ereignete, jedoch bei weitem nicht genügen. Im Fall eines Erdbebens tragen die Hauseigentümer einen Selbstbehalt von 10% der Versicherungssumme; reichen die Rücklagen des Schweizerischen Pools nicht aus, werden alle Ansprüche proportional gekürzt.

Leistungen anderer Gebäudeversicherer

Die Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons Zürich deckt Erdbebenschäden aus den Mitteln eines eigenen Fonds, der rund 230 Mio. Fr. umfasst. In den Kantonen, in denen private Gebäudeversicherer die Feuer- und Elementarschadendeckung übernehmen, stehen 100 Mio. Fr., künftig bis zu 200 Mio. Fr. für freiwillige Entschädigungen nach einem Erdbeben bereit.

Deckung für Gebäudeinhalt und Betriebsunterbrüche

Versichert ist das gesamte Gebäudeinventar in den jeweiligen Kantonen mit Ausnahme der Bundesbauten. Für Schäden an Einrichtungen und Waren sowie für Schäden durch Betriebsunterbrüche dagegen besteht in der Regel keine Deckung. Nur einige Grossunternehmen verfügen über Policen multinationaler Versicherungen, die auch das Risiko von Erdbeben, einschliesslich allfälliger Betriebsunterbrüche, abdecken [E. Rüttener 1999; E. Schmid 1999].

4. Schutzziele und Sicherheitsphilosophie

4.1 Schutzgüter

Durch das Massnahmenkonzept soll im Fall eines Erdbebens Schaden an den Schutzgütern

- Personen
- Sachwerte
- Kulturgüter
- Umwelt

vermieden werden. Dabei steht die Vermeidung von Personenschäden im Vordergrund.

Zu den Sachwerten zählen auch der funktionierende Betrieb von Anlagen, Einrichtungen und Unternehmen. Unter Kulturgütern sind z.B. erhaltenswerte Bauten, Kunstwerke und historische Schriften zu verstehen. Insbesondere durch von Erdbeben ausgelöste Sekundärschäden wie Kontamination mit ökotoxischen Substanzen können Bereiche der Umwelt, z.B. schützenswerte Lebensräume, gefährdet sein. Tiere werden im Wesentlichen zur Umwelt gerechnet, obwohl sie vielfach auch einen materiellen Wert besitzen.

Sachwerte sind materielle Werte. Personen, Kulturgüter und Umwelt dagegen stellen primär immaterielle Werte dar, die materielle Aspekte beinhalten. Zu den materiellen Aspekten gehören z.B. Arbeitsausfall- und Neubesetzungskosten am Arbeitsplatz, die durch den Tod einer Person verursacht sind, oder der Marktwert eines Kunstwerks.

4.2 Schutzziele

Die Schutzziele in der Schweiz werden heute bei einem grossen Teil der Bauwerke beispielhaft durch die Norm SIA 160 umrissen. Bei einem Normbeben, d.h. einem Erdbeben, wie es statistisch gesehen etwa alle 475 Jahre auftritt, sollen lediglich definierte Normschäden in Kauf genommen werden. Dabei wird in drei Bauwerkklassen differenziert:

Bauwerkklasse	Merkmale	Akzeptierte Normschäden
I	■ keine grösseren Menschenansammlungen ■ keine besonders wertvolle Güter und Einrichtungen ■ keine Gefährdung der Umwelt	grosse Schäden, auch am Tragwerk, jedoch kein Einsturz
II	■ grössere Menschenansammlungen wahrscheinlich ■ besonders wertvolle Güter und Einrichtungen ■ bedeutende Infrastrukturfunktion ■ beschränkte (lokale) Gefährdung der Umwelt	mittlere Schäden
III	■ lebenswichtige Infrastrukturfunktion ■ erhebliche Gefährdung der Umwelt	geringfügige Schäden, keine Beeinträchtigung der Funktionstüchtigkeit

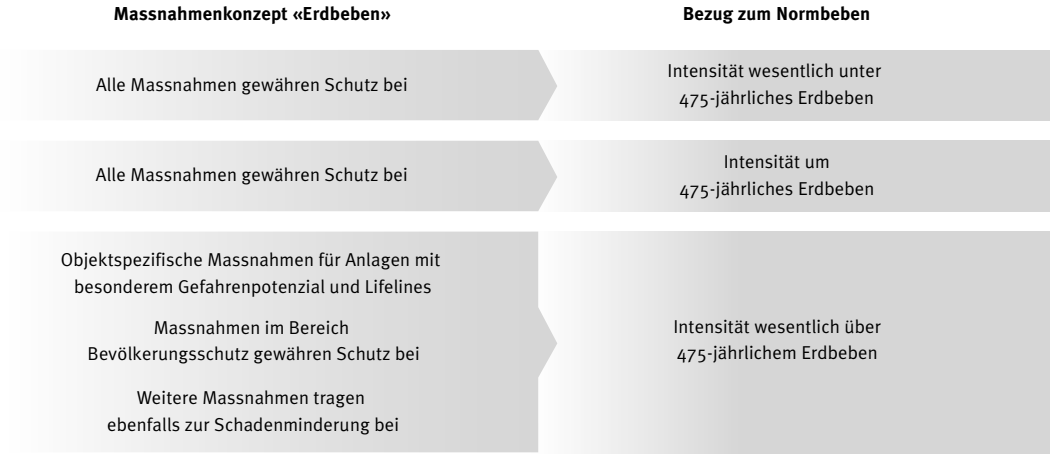
Abbildung 2: Bauwerkklassen und akzeptierte Normschäden nach Norm SIA 160 [SIA 1989]

Für bestimmte Anlagen und Bauten in Spezialbaubereichen, beispielsweise Nuklearanlagen und Talsperren, gelten höhere Anforderungen. Insbesondere sollen Sekundärschäden wie grossräumige radiologische Kontaminationen nach einem schweren Störfall in einer Nuklearanlage vermieden werden.

Das Massnahmenkonzept «Erdbeben» richtet sich an den Schutzzielen in bestehenden Normen und Richtlinien aus, die eine allgemein anerkannte Grundlage zur Erdbebensicherheit darstellen. Generell wird daher der Schutz vor dem Normbeben angestrebt. Die Normen gehen von einem Erdbeben aus, das während der 50-jährigen Lebensdauer eines durchschnittlichen Gebäudes mit ca. 10%-iger Wahrscheinlichkeit eintritt.

Im Vordergrund steht die Prävention. Einzelne Massnahmen für Spezialbauwerke sowie im Bereich Bevölkerungsschutz sind darüberhinausgehend auf seltenere Ereignisse ausgerichtet, in vielen Fällen bis hin zu einem etwa 10'000-jährlichen Erdbeben. Hier kommt die Ereignisbewältigung stärker zum Tragen. Massnahmen, die vor einem 475-jährlichen Ereignis schützen, wirken sich teilweise auch bei Beben mit höherer Intensität schadenmindernd aus.

Abbildung 3: Massnahmen und Erreichen der Schutzziele – Übersicht



Bei der Errichtung neuer Bauwerke und Anlagen können vorbeugende objektspezifische Massnahmen im Allgemeinen ohne erheblichen Zusatzaufwand getroffen werden. Bei der Sanierung bestehender Bauwerke und Anlagen erweist sich eine Versicherung vielfach als kostenwirksamere Alternative. Die Versicherung trägt jedoch nicht zur Verhinderung von Personenschäden bei.

Exkurs: Schutz vor seltenen, schwerwiegenden Ereignissen

Hohes Risiko durch seltene Ereignisse

Die Arbeiten zur Studie KATANOS zeigten, dass häufige Ereignisse, die mit geringen Schäden verbunden sind, nur einen kleinen Beitrag zum gesamten gewichteten Erdbebenrisiko leisten. Das gewichtete Erdbebenrisiko misst Grossereignissen und Katastrophen im Vergleich zu Beben mit kleinen und mittleren Schadenausmassen eine überproportionale Bedeutung zu, was unter anderem durch deren Signalwirkung für die Gesellschaft und die Überforderung bestehender Einrichtungen und Strukturen zu rechtfertigen ist.

Der überwiegende Anteil des gewichteten Risikos geht von Ereignissen aus, wie sie etwa alle 10'000 bis 100'000 Jahre zu erwarten sind[2] . Aus politischer Sicht stellt sich die Frage, ob es sinnvoll und machbar ist, gegen derart seltene Naturereignisse vorsorgliche Massnahmen zu treffen.

Überlagerung technischer und naturbedingter Risiken

Tatsächlich liegt bei sehr schweren Erdbeben aufgrund der zu erwartenden Sekundärschäden eine Überlagerung von technischen und naturbedingten Risiken vor. Bei einem gewichteten Schadenerwartungswert von jährlich 5 Milliarden Fr. für Ereignisse mit einer mittleren Eintretenshäufigkeit von $4 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr entfallen allein mehr als 2 Milliarden Fr. auf Schäden infolge radioaktiver Verstrahlung in der Schweiz [Th. Peter et al. 1997]. Der gewichtete Schadenerwartungswert misst Schäden aufgrund schwerer Ereignisse eine überproportionale Bedeutung zu.

Das durch sehr seltene Ereignisse bedingte Risiko liesse sich gemäss KATANOS also bereits durch gezielte Massnahmen bei Nuklearanlagen erheblich vermindern. Da die Auslegung dieser Anlagen Reserven aufweist, können Nuklearanlagen allerdings selteneren und schwerwiegenderen Ereignissen standhalten als sie mit dem sogenannten Sicherheitsbeben (Eintretenshäufigkeit $4 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr) der Auslegung zugrunde gelegt wurden. Um den Einfluss sehr seltener schwerer Erdbeben (Gefährdungskurven mit Häufigkeiten bis 10^{-7} pro Jahr) auf das Risiko für alle Kernanlagen genauer festzustellen, wurde eine Untersuchung mit Hilfe der probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) durchgeführt. Die PSA ist somit das Instrument, um die Zweckmässigkeit denkbarer Verstärkungsmassnahmen in Teilbereichen der Anlagen risikobasiert zu beurteilen [D. Kluge, J. Nöggerath 1999].

Durchführbarkeit und Akzeptanz

In einzelnen Spezialbaubereichen, wie z.B. bei den Nuklearanlagen, sind Massnahmen gegen sehr seltene Ereignisse machbar und eingeführt, da

- ein gezieltes, effizientes Vorgehen möglich ist
- Politik und Öffentlichkeit gegenüber technischen Risiken stark sensibilisiert sind

Die Sicherung von Wohn- und Gewerbebauten gegen ein zehntausendjährliches Ereignis dagegen wäre selbst nach Sensibilisierung der Öffentlichkeit durch die Erfahrung eines bereits eingetretenen schweren Erdbebens kaum durchsetzbar.

[2] Bei Untersuchung des neutralen, nicht gewichteten Risikos dagegen tragen mittlere Ereignisse, wie sie etwa alle 100 bis 1000 Jahre zu erwarten sind, am meisten zum jährlichen Schadenerwartungswert bei [E. Schmid 1999].

4.3 Leitlinien und Risikoschwerpunkte

Leitlinien

Das Massnahmenkonzept «Erdbeben» folgt den Leitlinien:

- Risikoorientierung: Massnahmen zum Schutz vor Erdbeben setzen dort an, wo das Risiko am effizientesten vermindert werden kann.
- Vorbeugung: Die Massnahmen zielen in erster Linie darauf ab, die Einwirkungen eines Erdbebens zu vermindern und das Verhalten der Bauwerke und Anlagen zu verbessern, in zweiter Linie darauf, bereits eingetretene Schäden zu bewältigen.
- Risikokultur: Die Auswahl und Gestaltung der Massnahmen erfolgt nach Wirksamkeits- und Akzeptanzkriterien.
- Nachhaltigkeit: Die Massnahmen sind ausgewogen und von dauerhafter Wirksamkeit, ohne künftige Generationen übermässig zu belasten.
- Kooperation: Die Massnahmen fördern das Zusammenwirken verschiedener Adressatengruppen.

Risikoschwerpunkte

Das Risiko eines Erdbebens wird durch Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadenausmass bestimmt. Ein besonders ausgesprägtes Erdbebenrisiko besteht in der Schweiz in Bereichen mit

hoher Eintretenswahrscheinlichkeit

- regional hoher Erdbebengefährdung, da heute erst ein geringer Teil der Bauwerke und Anlagen zonenkonform gegen Erdbeben gesichert ist
- lokal hoher Erdbebengefährdung, da Ergebnisse der Mikrozonierung bisher kaum in Sicherheitsmassnahmen umgesetzt wurden bzw. zum Teil noch keine Mikrozonierung besteht
- lokal ungünstigen Baugrundverhältnissen, z.B. sandigen, siltigen Flussablagerungen, Seeablagerungen, Hanglagen auf künstlichen Auffüllungen, die im Fall eines Bebens zu besonderen Gefährdungen für Bauwerke und Anlagen führen können

hohem Schadenausmass

- hoher Bevölkerungsdichte, da hier besondere Anforderungen an Rettungswesen und Ereignisbewältigung gestellt werden
- hoher Wertekonzentration, da ein Erdbeben in solchen Bereichen erhebliche Schäden und Folgeschäden auslösen kann
- schwer zugänglicher Lage, da solche Bereiche im Ereignisfall von äusserer Hilfe abgeschnitten werden könnten
- bedeutender Gefährdung durch Bergstürze, Lawinen und Überschwemmungen im Gefolge eines Erdbebens

Hier kann durch Vorkehrungen zur Erdbebensicherheit eine besondere Risikoverminderung erreicht werden. Zudem bieten sich einzelne Objekte, die bisher unzureichend gegen Erdbeben gesichert sind, als Ansatzpunkte für wirksame Massnahmen zur Risikoreduktion an. Zu diesen Objekten gehören:

- zentrale Infrastruktur für den Krisenfall («Lifelines»)
- Gebäude und Gebäudekomplexe, in denen regelmässig mit grösseren Menschenansammlungen zu rechnen ist
- Anlagen und Betriebe mit bedeutenden chemischen, mikrobiologischen, radiologischen Gefährdungspotentialen

Aufgrund der Gefährdungssituation liegt es nahe, dass vor allem die Kantone Wallis, Basel-Stadt und Basel-Land besondere Massnahmen zur Erdbebensicherheit treffen, was in ersten Ansätzen auch bereits geschehen ist.

Mit der Erdbeben-Gefährdungszone 3 [SIA 1989], die als 475-jährliches Ereignis ein gravierendes Erdbeben erwarten lässt, stellt das Wallis die am stärksten gefährdete Region der Schweiz dar. Dort befinden sich diverse Talsperren sowie, insbesondere im Rhônetal, auch Anlagen mit chemischen oder mikrobiologischen Gefährdungspotentialen, die der Störfallverordnung unterstehen [LHG 1992; BUWAL 1998]. Als einzige unter den Schweizer Städten mit einer Bevölkerung von mehr als 30'000 Einwohnern [BfS 1999] liegt Basel in der Erdbeben-Gefährdungszone 2, wo als 475-jährliches Ereignis ein starkes Erdbeben möglich ist. Zudem besteht hier eine markante Häufung von Anlagen mit chemischen und mikrobiologischen Gefahrenpotentialen [BUWAL 1998] und eine hohe Wertekonzentration. Weit überdurchschnittliche Wertekonzentrationen finden sich ausserdem in den Räumen Bern, Genf, Locarno, Luzern und Zürich [E. Schmid 1999].

5. Vorgehen und Methodik

5.1 Grundzüge des Vorgehens

«Geringe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»

Das Massnahmenkonzept «Erdbeben» richtet sich an den aktuellen politischen Rahmenbedingungen aus, zu denen vor allem eine geringe öffentliche Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko gehört. Zur Entwicklung des Konzepts wurde ein zweistufiges Verfahren gewählt.

Auswahl geeigneter Massnahmen

Zunächst wurden unter den vorliegenden Vorschlägen diejenigen Massnahmen ausgewählt, die

- sich an den Bund und nicht an andere Adressaten wenden
- deutlich zur Risikoverminderung beitragen und
- unter den aktuellen rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen gut realisiert werden können, d.h. insbesondere weder eine Verfassungs- noch eine Gesetzesänderung erfordern

Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts

Anschliessend wurden die verbleibenden Massnahmen zu einem schlüssigen Konzept gebündelt und auf ihre Kostenwirksamkeit und Akzeptanz untersucht. Teilweise wurde dabei bereits eine Optimierung von Kosten und Nutzen einzelner Massnahmen vorgenommen (Kapitel 6.1).

«Hohe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»

Sollte sich die Sensibilisierung von Politik und Bevölkerung auf das Erdbebenrisiko deutlich verstärken, so muss der Massnahmenkatalog dieser Entwicklung Rechnung tragen. Aktivitäten, die unter verstärktem politischem Druck insbesondere eine Verfassungsänderung voraussetzen, werden als Alternative zum Massnahmenkonzept «Erdbeben» skizziert, aber nicht genauer ausgeführt (Kapitel 6.3).

5.2 Auswahl geeigneter Massnahmen

Eine Übersicht aller geprüften Massnahmenvorschläge ist im Anhang enthalten. Dort wird auch dargestellt, welche Vorschläge in das Massnahmenkonzept «Erdbeben» Eingang gefunden haben. Sofern Massnahmen nicht in das Konzept aufgenommen wurden, ist dieses Vorgehen begründet.

Adressaten

Beim Schutz vor Erdbeben greifen die Zuständigkeitsbereiche des Bundes, der Kantone, Gemeinden und Privater eng ineinander. Da schwere Erdbeben eine kantonsübergreifende Bedrohung darstellen und alle Bürgerinnen und Bürger der Schweiz in gleicher Weise vor dieser Gefahr geschützt werden sollten, ist der Bund im Bereich Erdbebensicherheit wie auch im bei anderen Naturgefahren gefordert. Durch das Massnahmenkonzept «Erdbeben» lassen sich wesentliche Probleme konsistent lösen, und es kann eine breite Signalwirkung ausgeübt werden.

Die wichtigsten Anliegen des Bundes im Hinblick auf Erdbeben sind

- Schutz der Bevölkerung
- Verhinderung von Katastrophen und Notlagen
  - zur Vermeidung von Folgekosten
  - zur Verhinderung politischer Destabilisierung
- Schutz von Umwelt und Kulturgütern
- Schutz von Bundesbesitz

Risikoverminderung

Massnahmenvorschläge, die aufgrund ihres geringen Beitrags zur Risikoverminderung aus dem Massnahmenkatalog auszuscheiden sind, wurden bei der Prüfung nicht identifiziert. Dieses Ergebnis spiegelt die Tatsache wider, dass die vorliegenden Grundlagen in verschiedenen Gremien, beispielsweise dem erweiterten Vorstand der SGEB, bereits einen Auslese- und Optimierungsprozess durchlaufen haben.

Als nicht mehr erforderlich wurden hingegen zwei Gruppen von Vorschlägen beurteilt, die der Erdbebensicherheit von Nuklearanlagen und Talsperren dienen. In diesen Bereichen wurde die Problematik bereits erkannt. Entsprechend haben die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen und das Bundesamt für Wasserwirtschaft bereits Massnahmen getroffen bzw. Arbeiten zur Verminderung des Erdbebenrisikos aufgenommen.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Die rechtlichen Rahmenbedingungen, welche die Auswahl geeigneter Massnahmen bestimmten, sind in Kapitel 7 dargestellt.

5.3 Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts

Bei der Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» standen die Ziele:

- Konsistenz,
- Akzeptanz und
- Wirtschaftlichkeit der Massnahmen

im Vordergrund.

Wesentliche Kriterien für die Gestaltung akzeptabler Massnahmen sind:

- Die Kosten der Massnahme sind für die Zielgruppe tragbar.
- Die eingesetzten Mittel kommen unmittelbar der Erdbebensicherheit zugute, der administrative Aufwand bleibt auf das notwendige Minimum beschränkt.
- Die Massnahme zieht, einmal durchgeführt, keine wesentlichen Folgeaufwendungen nach sich.

- Die Wirksamkeit der Massnahme ist für die Zielgruppe einsichtig.
- Die Massnahme eröffnet eher Handlungsspielräume für die Zukunft, als dass sie Optionen einschränkt.

Auf die Wirtschaftlichkeit der Massnahmen wird im Folgenden näher eingegangen.

5.3.1 Begriffsklärung

Kosten/Wirksamkeits-Analyse

Ziel einer Kosten/Wirksamkeits-Analyse ist es, innerhalb eines Spektrums vorgegebener Massnahmen oder Projekte, die vorteilhaftesten Alternativen zu ermitteln. Dabei werden die Kosten monetär, der Nutzen, d.h. in diesem Fall die vermiedenen Schäden, jedoch in physischen Einheiten, z.B. geretteten Menschenleben, erfasst. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass keine Monetarisierung verschiedenartiger Werte wie körperliche Unversehrtheit von Menschen, Erhalt von Bauwerken oder Kulturgütern erforderlich ist. Bei der Entscheidungsfindung müssen jedoch die Ergebnisse für verschiedene Werte in Einklang miteinander gebracht werden.

Kosten/Nutzen-Analyse

Bei einer Kosten/Nutzen-Analyse werden sowohl die Kosten als auch der Nutzen einer Massnahme bzw. eines Projekts monetarisiert. Das Verfahren erlaubt einen einfachen, übersichtlichen Vergleich von Massnahmen, die dem Erhalt verschiedenartiger Werte wie Menschenleben, Bauwerke oder Kulturgüter dienen [W. Krüger et al. 1998]. Der folgenden Untersuchung liegt eine Kosten/Nutzen-Analyse zugrunde.

5.3.2 Modell

Zur Ermittlung von Kosten und Nutzen wird ein einfaches Modell verwendet, das sich auf die verfügbaren Datengrundlagen zu Sicherheitsmassnahmen gegen Erdbeben stützt:

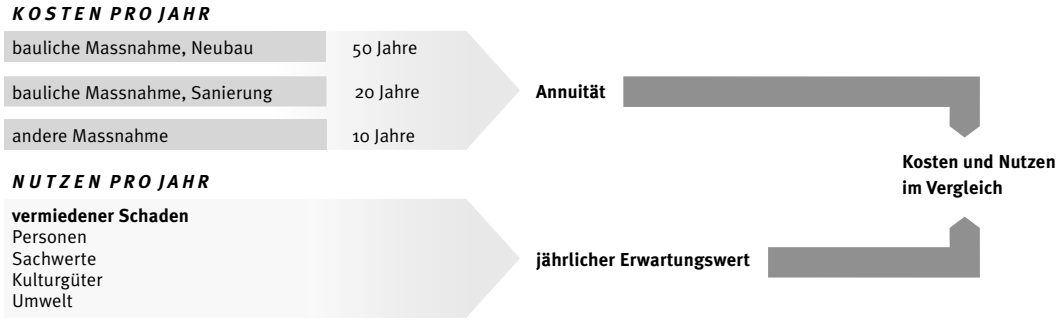


Abbildung 4: Modell zur Wirtschaftlichkeit von Sicherheitsmassnahmen

Nutzungszeiträume

Für die Massnahmen werden drei standardisierte Nutzungszeiträume eingesetzt. Diese Zeiträume spiegeln die Dauer wider, über die der Investor einen Nutzen der Massnahme erwartet. Die Wirkung der Massnahme kann unter Umständen länger anhalten, z.B. wenn ein normgerecht neu errichtetes Bauwerk über 100 Jahre oder länger Bestand hat. Die Nutzungszeiträume betragen:

- 50 Jahre für bauliche Massnahmen an Neubauten
- 20 Jahre für bauliche Massnahmen an bestehenden Bauten
- 10 Jahre für alle anderen Massnahmen

Kosten

Auf der Kostenseite wird entsprechend davon ausgegangen, dass eine Investition 10, 20 oder 50 Jahre lang Wirkung zeigt. Innerhalb dieses Zeitraums muss die Investition verzinst und zurückgezahlt werden. In Übereinstimmung mit international gebräuchlichen Grundlagen wird ein Zinssatz (Diskontierung) von 5% eingesetzt [W. Krüger et al. 1998]. Ausserdem wird von gleichbleibenden Aufwendungen für Tilgung und Zinsen pro Jahr ausgegangen.

Die jährlichen Kosten entsprechen also einer konstanten Annuität. Sie können als regelmässig bezahlte «Versicherung» gegen den erwarteten Schaden verstanden werden.

Sollten im Nutzungszeitraum erhebliche Folgekosten anfallen, werden sie ebenfalls in die Kostenschätzung einbezogen. Untersucht werden nicht nur die Kosten des Bundes, sondern die gesamten volkswirtschaftlichen Kosten. Im Fall der Erdbebensicherung von Kulturgütern werden also auch die bei Kantonen, Gemeinden und Privaten anfallenden Aufwendungen berücksichtigt.

Nutzen

Der Nutzen einer Erdbebensicherheitsmassnahme wird in Form der erzielten Risikoreduktion ermittelt. Er ergibt sich somit als Erwartungswert der jährlich geretteten Menschenleben, der jährlich vermiedenen Sachschäden etc. Betrachtet werden die Aufwendungen, die zur Wiederherstellung materieller Werte erforderlich sind, nicht der Zeitwert.

Auf eine Bewertung des Nutzens, wie sie gegenwärtig in vielen Untersuchungen z.B. mit Gewichtungsfaktoren für grosse Schadenausmasse vorgenommen wird, wurde bewusst zugunsten klarer, transparenter Aussagen verzichtet. Gewichtungen kommen allerdings bei der Wahl der Schutzziele (Kapitel 4.2), der Monetarisierung von Personenschäden (Kapitel 5.3.4) und den Empfehlungen für Massnahmen, die primär dem Schutz immaterieller Werte dienen (Kapitel 6.1), zum Tragen. Mit dem Einsatz von Gewichtungsfaktoren kann z.B. die gesellschaftliche Aversion gegen seltene Grossereignisse mit einer erheblichen Zahl von Todesopfern in die Ermittlung vermiedener Risiken berücksichtigt werden (vgl. auch 4.2).

Umsetzung des Modells

Bei der Anwendung des Modells auf das Massnahmenkonzept «Erdbeben» standen die objektspezifischen Massnahmen und die Ereignisbewältigung im Vordergrund. Die Wirksamkeit der anderen Massnahmen wurde in vielen Fällen als Beitrag aufgefasst, der die Effizienz objektspezifischer Massnahmen bzw. der Ereignisbewältigung erhöht. Durch das Zusammenspiel der Massnahmen wird im Idealfall eine vollständige Umsetzung der im Massnahmenkonzept «Erdbeben» vorgesehenen objektspezifischen Massnahmen erreicht.

Da für die meisten Berechnungen nur pauschale Datengrundlagen zur Verfügung standen, erwies sich der Einfluss von Tilgung und Verzinsung einmal getätigter Investitionen für das Ergebnis vielfach als von untergeordneter Bedeutung.

Kosten und Nutzen im Vergleich

Eine Massnahme kann wirtschaftlich als gerechtfertigt gelten, wenn das volkswirtschaftliche Nutzen/Kosten-Verhältnis grösser als 1 ist. Die gewählte Methodik dient allerdings primär dem Vergleich verschiedener Massnahmen untereinander und nicht dem – insbesondere aufgrund der Monetarisierung immaterieller Werte – nicht unproblematischen absoluten Nachweis der Wirtschaftlichkeit.

5.3.3 Schätzung der Kosten

Als Kosten einer Massnahme gelten alle Mittel, die direkt gebunden werden, um die Massnahme umzusetzen, und der Volkswirtschaft daher nicht zur Erreichung anderer Ziele zur Verfügung stehen. Die Kosten für die Erdbebensicherung von Gebäuden wurden in Anlehnung an K. Moser [K. Moser 1991] und unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus der Erdbebensanierung von Gebäuden abgeleitet. Aufgrund der ohnehin bestehenden Unschärfen wurde dabei auf eine Differenzierung nach Bauwerkklassen (vgl. 4.2) verzichtet.

Abbildung 5: Kosten für die Erdbebensicherung von Gebäuden [in Anlehnung an K. Moser 1991]

Zone nach Norm SIA 160	Bauliche Aktivität	Mehrkosten
1	Neubau Sanierung	0.5% der Bausumme 1% des Verkehrwerts
2	Neubau Sanierung	1% der Bausumme 3% des Verkehrwerts
3	Neubau Sanierung	2% der Bausumme 5% des Verkehrwerts

5.3.4 Schätzung des Nutzens

Übersicht

Der Nutzen einer Massnahme ergibt sich aus der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Erdbebens und den im Ereignisfall vermiedenen Schäden in den vier Kategorien:

Abbildung 6: Kategorien von Schutzgütern

Kulturgüter
- historische Bauwerke
- Kunstwerke
- Schriften
- etc.

Umwelt
- Natürliche Lebensräume
- Naturdenkmäler
- etc.

Sachwerte
- Tragwerk und Hülle von Gebäuden
- Gebäudeeinrichtungen
- Anlagen und Infrastrucktur
- Betrieb von Anlagen, Einrichtungen, Unternehmen
- etc.

Personen
- Leben von Menschen
- körperliche Unversehrtheit von Menschen
- psychisches Wohlbefinden

Diese Kategorien sind nicht unabhängig voneinander. Der Tod einer Person geht in der Regel mit materiellen Schäden wie Arbeitsausfall oder fehlendem Unterhalt für Familienangehörige einher, der Schaden an einem historischen Gebäude ist zugleich ein Kulturgüter- und ein Sachschaden.

Gebäudeschäden

Die im Erdbebenfall zu erwartenden Schäden sind komplex. Auch nach einem bereits eingetretenen Ereignis lassen sich dessen Auswirkungen nur schwer quantifizieren. Umsomehr ist eine Prognose mit Unsicherheiten behaftet.

Die vorliegende Studie basiert auf Schätzwerten für Gebäudeschäden, da in diesem Bereich eine verhältnismässig gute Datengrundlage besteht.

Abbildung 7: Durchschnittswerte für Intensität eines Erdbebens und Gebäude-Schadengrad [W. Schaad 1998; E. Schmid 1999]

Intensität des Erdbebens[3]	VI	VII	VIII	IX
Gebäude-Schadengrad (Schaden in % des Wertes)	0.5%	2.5%	11%	28%

[3] Die Intensität wird auf der 12-stufigen MSK-Skala (nach Medvev, Sponheuer und Karnik) festgehalten. Intensität VI beschreibt ein starkes Erdbeben, bei dem vereinzelt Risse im feuchten Boden auftreten können sowie Kamine und Verputz beschädigt werden. Intensität IX beschreibt ein verwüstendes Erdbeben, bei dem unter Umständen Panik ausbricht, starke Schäden an Gebäuden zu verzeichnen sind, unterirdische Rohrleitungen brechen und Bodenrisse, Bergstürze und Erdrutsche auftreten.

Sachversicherer gehen im Allgemeinen davon aus, dass das Erdbebenrisiko im schweizerischen Durchschnitt jährlich 0.2‰ des Gebäudewerts, bezogen auf alle Gebäude der Schweiz, beträgt. Dieser Wert setzt sich aus den Erwartungswerten für die Erdbebengefährdungszonen 1 bis 3 zusammen:

Abbildung 8: Jährlicher Schadenerwartungswert in ‰ des Gebäudewerts [E. Rüttener 1999]

Zone nach Norm SIA 160	**1**	**2**	**3**
jährlicher Schadenerwartungswert	0.15‰	0.30‰	0.60‰

Der Wert vom 0.2‰ könnte einerseits zu hoch gegriffen sein, da versicherte Schäden meistens aufwendiger behoben werden als nicht versicherte. Andererseits ist im Fall eines Erdbebens, das wesentliche Schäden nach sich zieht, zumindest regional mit einer Erhöhung der Preise für die benötigten Dienstleistungen zu rechnen.

Weitere Schäden

Anhand von Erfahrungen mit Erdbeben der vergangenen Jahre wurden ergänzend Faktoren für weitere Schäden als Vielfache der Gebäudeschäden abgeleitet. Der Gesamtschaden ergibt sich als Produkt aus dem geschätzten Gebäudeschaden und den drei Faktoren:

- *Faktor für weitere materielle Schäden* f_F *= 2 bis 3*

  Bei Erdbeben sind die Schäden an Gebäudeeinrichtung und -inhalt im Allgemeinen wesentlich geringer als die Schäden am Gebäude selbst. Nur industrielle Anlagen stellen hier eine wesentliche Ausnahme dar. Im schweizerischen Durchschnitt werden die Schäden an Einrichtungen und Inhalt von Erst- und Rückversicherern auf etwa 30% bis 50% der Schäden, die an Gebäuden selbst auftreten, geschätzt [E. Rüttener 1999; W.Schaad, E. Schmid, L. Hitz 1999]. Damit ergibt sich ein direkter Schaden an Gebäude und Inhalt, der das 1.3- bis 1.5-fache des Gebäudeschadens beträgt.
  Die indirekten materiellen Schäden, z.B. aufgrund von Wasserrohrbruch, Bränden oder Betriebsunterbrüchen, werden in der Literatur vielfach als etwa gleich hoch wie die direkten Schäden eingeschätzt [K. Moser 1991]. Eine neuere Untersuchung kommt für ein städtisches Gebiet in Kalifornien allerdings zu dem Schluss, dass die indirekten materiellen Schäden nur mit etwa 40% der direkten materiellen Schäden anzusetzen seien [RMS 1995]. Der gesamte materielle Schaden liegt damit etwa bei dem 2- bis 3-fachen des Gebäudeschadens.

- *Faktor für Personenschäden* f_P = *1.0 bis 1.2*

  Todesopfer/Gebäudeschaden. Für industrialisierte Länder wird bei einem schweren Erdbeben teilweise mit einem Todesopfer je Gebäudeschaden von etwa 10 Mio. Fr. gerechnet. Die verbreiteten Szenarien einer Wiederholung des Basler Bebens von 1356 gehen dagegen von etwa einem Todesopfer je 50 bis 100 Mio. Fr. Gebäudeschaden aus.
  Verletzte/Todesopfer. Erfahrungen aus Erdbeben der letzten Jahrzehnte weisen darauf hin, dass pro Todesopfer aufgrund der relativ sicheren Bauweise und der geringen Erdbebenstärke in der Schweiz ca. 10 Verletzte zu erwarten sind [K. Moser 1991; H. Tiedemann 1992; SSC 1995].
  Monetarisierung der Personenschäden – Todesopfer. Für ein gerettetes Menschenleben wird auf der Grundlage verschiedenster Untersuchungen ein Wert von 3 Mio. Fr. eingesetzt [A. Eckhardt, E. Seitz 1998; S. Siegrist, R. D. Huguenin 1997; Th. Peter et al. 1997; BUWAL 1996; BZS 1995; P. Bickel, R. Friedrich 1995; A. Markandya, B. Rhodes 1992 R. Neuenschwander et al. 1991].
  Monetarisierung der Personenschäden – Verletzte. Pro verletzte Person wird in Anlehnung an die sozialen Unfallkosten aus Strassenverkehrsunfällen ein Wert von 20'000 Fr. verwendet [S. Siegrist, R. D. Huguenin 1997; P. Bickel, R. Friedrich 1995]. Strassenverkehrsunfälle eignen sich als Anhaltspunkt, da ebenso wie bei einem Erdbeben vielfach mit schweren Verletzungen zu rechnen ist und die Opfer aus allen Altersgruppen stammen.

- *Faktor für weitere immaterielle Schäden* f_I = *1.1 bis 1.3*

  Für Schäden an der Umwelt und Kulturgütern, psychosoziale Folgen und andere immaterielle Schäden wird pauschal ein Faktor im Bereich von 1.2 eingesetzt. Dieser Faktor spiegelt z.B. die Tatsache wider, dass Schätzungen zufolge rund 10% des Gebäudebestands der Schweiz aus denkmalpflegerischer Sicht von Interesse sind [Ch. Hanser et al. 1994]. Bei Erdbeben ist zudem nicht nur das akute Ereignis zu berücksichtigen, sondern auch die Nachbebenphase, die zu einer hohen psychischen Belastung der betroffenen Bevölkerung und weiteren Folgelasten führen kann. Ein Beispiel dafür bot das Erdbeben in Umbrien 1998. Das Walliser Erbeben von 1855 dauerte sechs Monate an.

5.3.5 Sensitivität

Gründe für Unsicherheiten

Die Kosten/Nutzen-Analyse von Massnahmen zur Erdbebensicherheit ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Wesentliche Ursachen für diese Unsicherheiten sind:

- Über Schäden historischer Erdbeben, selbst in jüngerer Zeit, sind meistens keine genauen Angaben verfügbar, oder die Zahlen sind widersprüchlich. Damit liegen nur wenige brauchbare Referenzwerte vor.
- In den meisten vorliegenden Untersuchungen werden nur Gebäudeschäden quantifiziert; vor allem die Folgekosten bleiben in der Regel unberücksichtigt.
- Die Bauweise, die Verfügbarkeit von Einsatzdiensten etc. können regional deutlich variiren.

Bei der Ermittlung der Kosten einer Massnahme wird mit Unsicherheiten im Bereich von 50% des angegebenen Werts gerechnet.

Unsicherheiten der Analyse

Bei der Ermittlung des Nutzens werden folgende Werte eingesetzt:

- jährliches Gebäudeschadenrisiko 0.2 ‰
  Variationsbreite im Bereich von 0.1 ‰ bis 0.3 ‰
- Faktor für weitere materielle Schäden $f_F = 2.5$
- Faktor für Personenschäden $f_P = 1.1$
- Faktor für weitere immaterielle Schäden $f_I = 1.2$

Der Gesamtschaden aus einem Erdbeben ergibt sich als Produkt des Gebäudeschadens mit den Faktoren f_F, f_P und f_I und beträgt somit das 3.3-fache des Gebäudeschadens.

Im Nutzen/Kosten-Verhältnis sind, wenn alle erwähnten Unsicherheiten, insbesondere bei der Ermittlung der Faktoren, berücksichtigt werden, in extremen Fällen Unsicherheiten um bis zu eine Grössenordnung, d.h. um bis zu Faktor 10, zu erwarten. Die Angabe des Nutzen/Kosten-Verhältnisses ist daher nicht als absolute Aussage zur Wirtschaftlichkeit einer Massnahme zu verstehen. Bei der Einstufung der Massnahmen relativ zueinander dagegen werden wesentlich geringere Unsicherheiten auftreten, unter anderem aufgrund der Verwendung konstanter Werte für das Gebäudeschadenrisiko und die Faktoren. Die Nutzen/Kostenanalyse stellt daher primär ein Verfahren dar, um verschiedene Massnahmen relativ zueinander zu bewerten.

6. Massnahmenkonzept

6.1 «Geringe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»

Geeignete Sicherheitsmassnahmen

Verschiedene Massnahmen sind geeignet, das Erdbebenrisiko in der Schweiz zu vermindern. Mit einer verbesserten Analyse und zusätzlichen Grundlagen zur Gefährdungssituation wäre es möglich, Sicherheitsmassnahmen künftig gezielter als bisher zu ergreifen. Sicherheitsmassnahmen werden in vielen Fällen objektspezifische Massnahmen sein, z.B. zur Verstärkung bestehender Spitalbauten oder zur Sicherung wichtiger Strassen und Bahnlinien. Daneben sind z.B. auch raumplanerische Vorkehrungen denkbar.

Im Fall eines schweren Erdbebens sind Massnahmen, die der Bewältigung von Grossereignissen und Katastrophen dienen, von besonderer Bedeutung. Dazu gehören z.B. die spezifische Schulung und Ausrüstung der Einsatzdienste. Information, Aus- und Weiterbildung tragen dazu bei, bestehende Regelungen und Erkenntnisse vermehrt in die Praxis umzusetzen. Durch Unterstützung von Forschungsprojekten werden die Wissensgrundlagen zur Erdbebengefährdung und Erdbebensicherheit verbessert.

Massnahmenkonzept «Erdbeben»

Das im Folgenden beschriebene Massnahmenkonzept «Erdbeben» sieht 18 aufeinander abgestimmte Massnahmen vor:

1. *Rechtsetzungsprogramm.* Die Baunormen-Verordnung, die Bauverordnung, die Störfallverordnung und die Raumplanungsverordnung werden geändert, um die rechtlichen Anforderungen an die Erdbebensicherheit zu präzisieren.
2. *Verwaltungsinterne Sensibilisierung.* Ein Programm zur Sensibilisierung, Information und Weiterbildung in der Bundesverwaltung fördert die konsequente Berücksichtigung der Erdbebensicherheit bei Bauwerken, die im Einflussbereich des Bundes stehen.
3. *Delegierter für Erdbebenschutz.* In der Bundesverwaltung wird die Stelle eines Delegierten für Erdbebenschutz geschaffen, der Massnahmen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit initiiert und koordiniert.
4. *Konkordat.* Der Bund fördert den Erlass von Erdbebenvorschriften für Bauten, die sich im Eigentum oder im Zuständigkeitsbereich von Kantonen, Gemeinden oder Privaten befinden, indem er die Kantone dazu motiviert, eine interkantonale Vereinbarung zur Erdbebensicherheit von Bauwerken zu schaffen.
5. *Normierungsprogramm.* Der Bund unterstützt die Aktualisierung und Ergänzungen des Normenwerks zur Erdbebensicherheit in der Schweiz.

6. *Messprogramm.* Das Starkbeben-Messgerätenetz der Schweiz wird modernisiert und ausgebaut.

7. *Kartierungsprogramm.* Die Landeshydrologie und -geologie erarbeitet Spezialkarten zur Erdbebengefährdung in der Schweiz.

8. *Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes.* Das Normenwerk zur Erdbebensicherheit wird konsequent auf alle Neubauten des Bundes angewendet.

9. *Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes.* An bestehenden Bauten des Bundes werden, sofern verhältnismässig, Sanierungen zur Erhöhung der Erdbebensicherheit vorgenommen.

10. *Erdbebensicherung von Lifelines.* Überlebenswichtige Bauten und Anlagen im Ereignisfall werden flächendeckend identifiziert und notwendige Sanierungen vorgenommen bzw. vom Bund unterstützt.

11. *Erdbebensicherung von Kulturgütern, insbesondere historischen Bauten.* Bedeutende Kulturgüter werden auf ihre Erdbebengefährdung untersucht und im Bedarfsfall Unterstützung zu deren Sicherung gewährt.

12. *Aus- und Weiterbildung von Fachleuten.* Die Fachkenntnisse im Bereich der Erdbebensicherheit werden durch gezielte Ausbildung von Studierenden und Fortbildungskurse für Fachleute in relevanten Bereichen gefördert.

13. *Informationsbaukasten für Fachleute.* Der Informationsbedarf über die Gefährdung durch Erdbeben und vorbeugende Massnahmen wird durch Entwicklung und Verteilung entsprechender Informationsmaterialien gedeckt.

14. *Informationskampagne Erdbeben für die Öffentlichkeit.* Um zur Auseinandersetzung mit dem Erdbebenrisiko und zu vorbeugenden Massnahmen anzuregen, führt der Bund eine umfassende Informationskampagne durch.

15. *Leitfaden bauliche Massnahmen.* Bauherren, Baufachleuten und anderen Adressaten im Bereich der baulichen Sicherheit werden ein klares System zur Risikoeinstufung, ein standardisiertes Massnahmenprogramm und Entscheidungshilfen im Bereich der Kostenwirksamkeit zur Verfügung gestellt.

16. *Bevölkerungsschutz.* Die bisherigen Massnahmen, die dem Bevölkerungsschutz im Fall eines schweren Erdbebens dienen, werden verstärkt.

17. *Einsatzdienste*. Kantone und Gemeinden erhalten vermehrte Unterstützung bei der Schaffung erdbebengerechter Einsatzkonzepte und der Ausbildung der Einsatzdienste.

18. *Nationales Forschungsprogramm Erdbeben*. Der Nationalfonds führt ein Nationales Forschungsprogramm «Erdbeben» durch.

Struktur des Massnahmenkonzepts

Da das Erdbebenrisiko in der Öffentlichkeit gegenwärtig kaum wahrgenommen wird, wurden Massnahmen, die eine obligatorische oder fakultative Volksabstimmung erfordern, bei der Ausgestaltung des Konzepts als nicht umsetzbar beurteilt. Das Massnahmenkonzept beinhaltet daher nur Vorschläge, die mit guter Kostenwirksamkeit und Akzeptanz unter den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen realisiert werden können.

Im Zentrum steht dabei die Massnahme «verwaltungsinterne Sensibilisierung», mit der die Umsetzung der geltenden Normen im Bereich Erdbebensicherheit gefördert werden soll. Diese Massnahme zielt einerseits auf eine verbesserte Erdbebensicherheit von Bundesbauten ab, soll andererseits aber auch die Aufmerksamkeit weiterer Adressatenkreise für das Erdbebenrisiko wecken. Die Wirksamkeit der verwaltungsinternen Sensibilisierung würde durch Einsetzung eines Delegierten für Erdbebenschutz verstärkt, der insbesondere koordinierende Aufgaben wahrnimmt. Denkbar wäre auch ein Konkordat, in dem sich vor allem die besonders erdbebengefährdeten Kantone zusammenschliessen und in dessen Rahmen der Bund eine tragende Rolle übernimmt.

Daneben sollen der Wissensstand und die Wissensgrundlagen zur Erdbebengefährdung und Erdbebensicherheit verbessert werden.

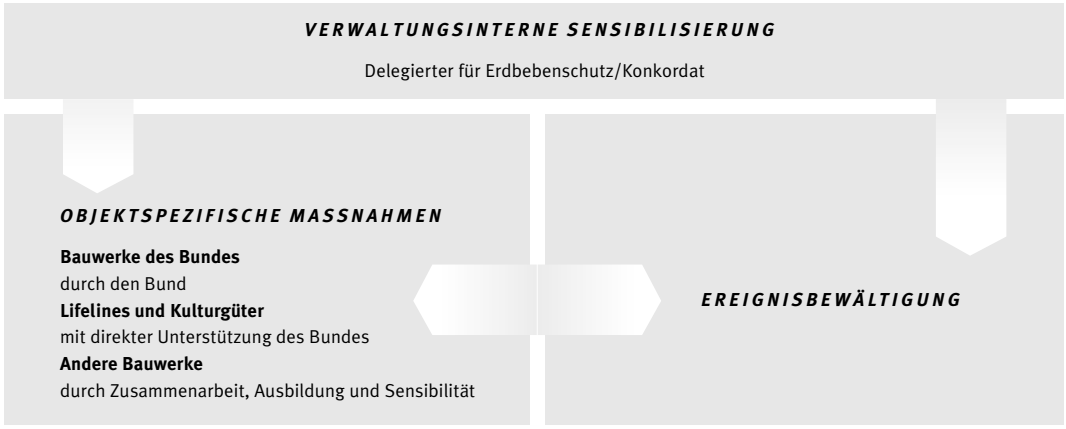


Abbildung 9: Struktur des Massnahmenkonzept – Übersicht

6.1.1 Rechtsetzung und Normenwesen

1. Rechtsetzungsprogramm

Massnahme 1 unterstützt die Massnahme:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung

Der Bund besitzt im Bereich Erdbeben keinen verfassungsmässigen Auftrag. Der Bundesrat kann jedoch in gewissen Bereichen, in denen dem Bund eine gesetzliche Regelungskompetenz oder Aufsicht zusteht, Änderungen an Verordnungen vornehmen, um Anforderungen an die Erdbebensicherheit zu präzisieren. Für solche Änderungen kommen vor allem folgende Erlasse in Frage:

- *Baunormen-Verordnung:* Der Geltungsbereich der Verordnung wird auf alle Spezialbaubereiche ausgedehnt oder der Verordnungstext dahingehend geändert, dass ein positiver Entscheid der zuständigen Behörde erforderlich ist, wenn eine Norm nicht angewendet werden soll. Bauverordnung: Einheiten der Bundesverwaltung werden, z.B. im dritten Kapitel der Bauverordnung, «Projektablauf», verpflichtet, bei Bauvorhaben die Erdbebensicherheit zu berücksichtigen.
- *Störfallverordnung:* Artikel 3, «Bei der Wahl der Massnahmen müssen […] umgebungsbedingte Ursachen für Störfälle […] berücksichtigt werden» wird durch einen expliziten Hinweis auf Erdbeben ergänzt[4] .
- *Raumplanungsverordnung:* Durch Änderung der Raumplanungsverordnung wird eine deutliche Verpflichtung festgeschrieben, die Gebiete anzuführen, in denen bei einem Erdbeben besonders hohe Schäden zu erwarten sind.
- *Zivilschutzverordnung:* Eine klarere, explizite Verpflichtung zum Schutz der Bevölkerung bei Katastrophen und Notlagen, die durch Naturgefahren, hervorgerufen worden sind, wäre allenfalls durch eine entsprechende Ergänzung der Verordnung möglich.

Schwerpunkte.

Das Rechtsetzungsprogramm richtet sich an den Ansatzpunkten aus, die gegenwärtig bei verschiedenen Verordnungen im Bereich der Erdbebensicherheit bestehen. Eine Änderung der Zivilschutzverordnung wird als nicht vordringlich beurteilt, sollte aber diskutiert werden.

[4] Im Bereich chemischer Anlagen mit gefährlichen Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen besteht, was Erdbebenvorschriften anbelangt, in der Schweiz ein ausgeprägtes Defizit gegenüber Ländern wie Frankreich und den USA. Zumindest eine ergänzende Empfehlung zur Umsetzung der Störfallverordnung zuhanden der Kantone wäre damit dringend erforderlich [M. Koller 1999].

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	2 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	1 Mio. Fr.

Das Rechtsetzungsprogramm unterstützt insbesondere den Vollzug der Massnahmen 8 und 9, Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes bzw. Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes. Für die Realisierung der nachfolgend aufgeführten Massnahmen stellt es keine unbedingt notwendige Voraussetzung dar. Die Präzisierung des geltenden Rechts kann jedoch eine wirkungsvolle Diskussion in den Ämtern initiieren.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	< 1

Fazit[5].

Das Rechtsetzungsprogramm unterstützt die verwaltungsinterne Sensibilisierung, ist aber nicht unbedingt erforderlich. Wünschbare Massnahme

2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung

Künftig soll der Bund die in seinem Einflussbereich liegenden Bauwerke wirksam vor der Einwirkung von Erdbeben schützen. Dieses Ziel wird durch konsequente Anwendung entsprechender Normen und Richtlinien erreicht. Im Einflussbereich des Bundes liegen neben den Bundesbauten unter anderem Nuklearanlagen, Talsperren und Rohrleitungsanlagen. Zugleich soll in Information und Weiterbildung zur Erdbebensicherheit in der Bundesverwaltung investiert werden.

In den Ämtern sind die Zuständigkeiten zu klären und, wo erforderlich, spezielle Richtlinien auszuarbeiten. Allenfalls muss, wie in der Baunormen-Verordnung vorgesehen, auf den Erlass einer Weisung der jeweiligen Aufsichtsbehörde hingewirkt werden, mit der die zuständige Behörde zur Verbindlicherklärung der relevanten Normen verpflichtet wird. An Bauwerken des Bundes werden zudem einige Pilotprojekte zur Erdbebenbemessung nach den Vornormen des Eurocode 8 durchgeführt. Die so gewonnenen praktischen Erfahrungen werden interessierten Kreisen zugänglich gemacht und fliessen in das nationale Anwendungsdokument zum Eurocode 8 ein.

Die Federführung für die Umsetzung der Massnahme könnte z.B. beim Delegierten für Erdbebenschutz (vgl. Massnahme 3) liegen.

Massnahme 2 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
1. Rechtsetzungsprogramm
3. Delegierter für Erdbebenschutz

Massnahme 2 ist eine notwendige Voraussetzung für:
8. Erdbebensicherung von Neubauten des Bundes
9. Sanierung bestehender Bauten des Bundes

Massnahme 2 unterstützt die Massnahmen:
4. Konkordat
10. Erdbebensicherung von Lifelines
11. Erdbebensicherung von Kulturgütern
14. Informationskampagne Erdbeben für die Öffentlichkeit

[5] In die zusammenfassende Bewertung fliessen Überlegungen zur Kostenwirksamkeit, zur Stellung einer Massnahme innerhalb des Gesamtkonzepts, zur Höhe der absoluten Kosten und zum Schutz ideeller Werte ein.

Schwerpunkte.

Primär sollte auf eine Sensibilisierung bei denjenigen Stellen der Bundesverwaltung hingewirkt werden, die wie das Bundesamt für Bauten und Logistik, unmittelbar im Bereich der Bundesbauten tätig sind. Bei den Zuständigkeiten für Bauwerke mit besonders hohen Gefährdungspotentialen kann ein Erfahrungsaustausch zwischen Ämtern mit hoher Sensibilisierung und Erfahrung, wie z.B. der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, und Ämtern, für die das Thema bisher eine untergeordnete Rolle spielte, angestrebt werden. Gemeinsam mit grundlegenden Informationen zur Erdbebensicherheit sollten auch Leitlinien für die Prioritätensetzung bei Sanierungsmassnahmen, z.B. nach besonders erdbebengefährdeten Regionen, Lifelines, Bauwerken mit grösseren Menschenansammlungen, vermittelt werden.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	2 Mio. Fr.

Die Massnahme ist für den Vollzug der Massnahmen 8 und 9, Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes bzw. Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes, erforderlich. Das volkswirtschaftliche Nutzen/Kosten-Verhältnis hängt unmittelbar davon ab, welche weiteren Massnahmen auf der Grundlage der verwaltungsinternen Sensibilisierung realisiert und wie bei diesen Massnahmen Schwerpunkte gebildet werden.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1 möglich

Fazit.

Die verwaltungsinterne Sensibilisierung nimmt eine zentrale Rolle im Massnahmenkonzept ein und weist ein günstiges Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

3. Delegierter für Erdbebenschutz

Massnahme 3 unterstützt die Massnahmen:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung
4. Konkordat

sowie potenziell

- Alle objektspezifischen Massnahmen
- Alle Massnahmen zur Ausbildung und Information

In der Bundesverwaltung, bevorzugt bei der Landeshydrologie und -geologie oder im Bundesamt für Bauten und Logistik, wird die Stelle eines oder einer Delegierten für Erdbebenschutz geschaffen. Der oder die Delegierte

- unterstützt die Kommunikation, Meinungsbildung und Sensibilisierung in den zuständigen Bundesbehörden
- ist Ansprechpartner für Behörden der Bundesverwaltung, die sich mit Fragen der Erdbebensicherheit befassen, z.B. das Bundesamt für Wasserwirtschaft

- stellt die Berücksichtigung der Erdbebensicherheit in Bereichen, die nicht bereits von anderen Behörden abgedeckt sind, sicher
- stützt sich ggf. auf das Konkordat zur Erdbebensicherheit (vgl. Massnahme 4)
- fördert die Zusammenarbeit des Bundes mit Kantonen, Fachverbänden, Gemeinden, Unternehmen und Privaten
- unterstützt die Sensibilisierung für Fragen der Erdbebensicherheit in der Öffentlichkeit

Zum Pflichtenheft und zur Organisationsform sind noch genauere Abklärungen erforderlich. Voraussichtlich wird es notwendig sein, dass der oder die Delegierte bei der Wahrnehmung seiner/ihrer Aufgaben von einer fachlich kompetenten Stelle unterstützt wird, die eine oder zwei Personen umfasst.

Schwerpunkte.

Bevor der oder die Delegierte seine Arbeit aufnimmt, sollte ein Programm vorliegen, das die Ziele seiner Tätigkeiten vorgibt und Prioritäten bei dringlichen und wirksamen Massnahmen setzt. Der oder die Delegierte ist an der Ausarbeitung des Programms beteiligt.

Nutzen und Kosten.

Laufzeit der Massnahme	bis auf weiteres
Kosten für den Bund über 10 Jahre[6]	5 Mio. Fr.

Die Massnahme unterstützt den Vollzug zahlreicher weiterer Massnahmen. Im Fall ihrer Realisierung übernimmt der oder die Delegierte wesentliche Aufgaben aus dem Bereich der verwaltungsinternen Sensibilisierung, wodurch sich der Aufwand für diese Massnahme vermindert.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1 möglich

Fazit.

Der oder die Delegierte für Erdbebenschutz kann die Umsetzung des Massnahmenkonzepts wirkungsvoll unterstützen. Wünschenswerte Massnahme

[6] Aufgeführt werden hier nur direkte Kosten. Aufwendungen für spezielle Projekte sind beispielsweise in den Massnahmen Erdbebensicherung von Lifelines oder Informationsbaukasten für Fachleute enthalten.

4. Konkordat

Massnahme 4 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung
3. Delegierter für Erdbebenschutz

Massnahme 4 unterstützt die Massnahmen:
10. Erdbebensicherung von Lifelines
11. Erdbebensicherung von Kulturgütern

Der Erlass von Erdbebenvorschriften für Bauten, die im Eigentum oder im Zuständigkeitsbereich von Gemeinden, Kantonen oder Privaten stehen, liegt in der Kompetenz der Kantone.

Der Bund könnte den Erlass solcher Vorschriften jedoch fördern, indem er die Kantone dazu motiviert, eine interkantonale Vereinbarung zur Erdbebensicherheit von Bauwerken zu schaffen. Nach Art. 48 Abs. 2 der Bundesverfassung darf sich der Bund im Rahmen seiner Zuständigkeiten an Verträgen zwischen den Kantonen beteiligen. Je weniger er dabei in die Kompetenzen der Kantone eingreift, umso geringer sind die Anforderungen an seine in der Bundesverfassung verankerte Zuständigkeit. Verfassungsnormen, aus denen sich eine Zuständigkeit des Bundes ableiten lässt, sind: Art. 75, Raumplanung, Art. 97, Konsumentenschutz, und Art. 123, Strafrecht. Es wäre möglich, dass der Bund den Kantonen im Rahmen des Konkordats ein Mustergesetz zur Erdbebensicherheit zur Verfügung stellt.

Schwerpunkte.

Im Rahmen des Konkordats können die Kantone von der Unterstützung des Bundes, z.B. durch Vorlage des Mustergesetzes, dem laufenden Erfahrungsaustausch untereinander und Synergien bei Massnahmen zur Erdbebensicherheit profitieren. Den kantonalen Gebäudeversicherungsanstalten kommt voraussichtlich bei der Umsetzung von Sicherheitsmassnahmen eine Schlüsselrolle zu. Im Zivilschutz sollte sich die Position des Bundes mit dem Zustandekommen des Konkordats nicht verändern.
Der Beitritt wäre vor allem für Kantone mit hoher Erdbebengefährdung wie Basel-Landschaft, Basel-Stadt, St. Gallen und Wallis sinnvoll. Gleichzeitig sind Kantone mit Regionen grosser Bevölkerungsdichte und bedeutenden sekundären Gefahrenpotentialen, z.B. Aargau, Bern, Genf und Zürich, besonders vom Erdbebenrisiko betroffen und daher durch das Konkordat angesprochen.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Volkswirtschaftliche Kosten innerhalb der ersten 5 Jahre	10 Mio. Fr.
Volkswirtschaftliche Kosten in den folgenden 5 Jahren	5 Mio. Fr.
Kosten für den Bund über 10 Jahre	5 Mio. Fr.

Die Massnahme unterstützt insbesondere die konsequente und flächendeckende Anwendung der Vorgaben zur Erdbebensicherheit auf Neubauten. Das volkswirtschaftliche Nutzen/Kosten-Verhältnis hängt dabei unter anderem von der Schwerpunktbildung ab und davon, inwieweit es gelingt, Synergien unter den beteiligten Kantonen nutzbar zu machen.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1 möglich

Fazit.

Die Kompetenzen im Baubereich liegen weit überwiegend bei den Kantonen; daher sollte das Massnahmenkonzept «Erdbeben» darauf abzielen, die Aktivitäten der Kantone im Hinblick auf die Erdbebensicherheit zu verstärken. Empfohlene Massnahme

5. Normierungsprogramm

In den kommenden Jahren wird in der Schweiz der Eurocode 8 eingeführt, zu dem ein nationales Anwendungsdokument ausgearbeitet werden muss. Zudem ist das Normenwerk zur Erdbebensicherheit in der Schweiz in einigen Bereichen ergänzungsbedürftig.

Bei der Ausarbeitung des nationalen Anwendungsdokumentes im Rahmen des Programms Swisscodes des SIA hat sich der Bund bereits finanziell engagiert. Weitere finanzielle Unterstützung, z.B. in Form von Forschungsgeldern oder als Budget für das Amt für Bundesbauten und Logistik, zur Erarbeitung von Normen und Richtlinien zur Erdbebensicherung bestehender Bauwerke und Anlagen wäre dringend erforderlich, und Fachleute des Bundes sollten in den entsprechenden Gremien mitwirken. Ziel dieser Massnahme ist es, die flächendeckende Realisierung wirksamer und kostengünstiger Sanierungsmassnahmen zu fördern.

Massnahme 5 kann auf folgender Massnahme aufbauen:
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

Massnahme 5 unterstützt die Massnahmen:
9. Sanierung bestehender Bauten des Bundes
10. Erdbebensicherung von Lifelines
11. Erdbebensicherung von Kulturgütern
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
13. Informationsbaukasten für Fachleute
15. Leitfaden bauliche Massnahmen

Schwerpunkte.

Die Massnahme soll vor allem auf die Begleitung und Einführung des Eurocodes 8 abzielen, da diesem Code in absehbarer Zeit bei der Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz eine zentrale Rolle zukommen wird. Besonderer Wert ist auf die Praxistauglichkeit der künftigen Regelwerke zu legen, da sie die Umsetzung des Codes wesentlich beeinflussen wird.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	1 Mio. Fr.

Die Massnahme trägt zur Erdbebensicherung aller gefährdeten Bauwerke in der Schweiz bei. Ihre Wirksamkeit hängt stark von der Realisierung anderer Massnahmen, z.B. der verwaltungsinternen Sensibilisierung oder der Erdbebensicherung bestehender Bauten des Bundes, ab. Wesentliche Vorarbeiten wurden bereits geleistet.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	ca. 1 möglich

Fazit.

Das Normierungsprogramm unterstützt andere Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit und weist voraussichtlich ein ausgeglichenes Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Wünschenswerte Massnahme

6.1.2 Gefährdungsanalyse und Grundlagenbeschaffung

6. Messprogramm

Massnahme 6 unterstützt die Massnahmen:
16. Bevölkerungsschutz
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

Seit einigen Jahren betreibt der Schweizerische Erdbebendienst ein landesweites Netz mit Starkbeben-Messgeräten. Beim Schweizerischen Erdbebendienst sind Arbeiten im Gang, um die Datenübertragung aus diesem Netz zu verbessern, so dass die Daten sofort nach einem Beben abrufbar sind.

Ergänzend ist in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Nationales Erdbeben-Messgerätenetz zu prüfen, inwiefern neben Kernkraftwerken und Talsperren weitere Bauwerke mit Starkbeben-Messgeräten ausgerüstet und möglichst alle Informationen von Erdbebenmessgeräten in der Schweiz beim Erdbebendienst erfasst werden sollten. Bei Bedarf müssen entsprechende Vorkehrungen in die Wege geleitet und z.B. zusätzliche Starkbeben-Messgeräte installiert werden. Neben der Unterstützung des Messprogramms sollte auch ein Budget zur Verfügung stehen, um die Daten verstärkt erkenntnisfördernd zu verwerten.

Schwerpunkte.

Bei der Plazierung der Geräte wird eine angemessene Schwerpunktsetzung vom Erdbebendienst bereits vorgenommen.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	2 Jahre
Kosten für den Bund über 10 Jahre	3 Mio. Fr.

Die Massnahme ist verhältnismässig kostengünstig. Tritt ein Erdbeben ein, erlaubt es das Messprogramm unter Umständen auch, dessen Auswirkungen frühzeitig abzuschätzen, so dass gezieltere Massnahmen zur Ereignisbewältigung getroffen werden können.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1

Fazit.

Das Messprogramm ist kostengünstig und trägt wirkungsvoll zum Erkenntnisgewinn bei. Empfohlene Massnahme

7. Kartierungsprogramm

In den letzten Jahren wurde erkannt, dass das Erdbebenrisiko an einem Standort wesentlich durch die lokalen geologischen Verhältnisse beeinflusst ist. Die Landeshydrologie und -geologie sollte daher im Rahmen der geologischen Landesaufnahme verschiedene Untersuchungen durchführen bzw. vergeben. Dabei handelt es sich vor allem um die systematische Untersuchung und Kartierung aktiver Bruchzonen in der Schweiz, die Unterstützung paläoseismischer Untersuchungen und die Erarbeitung von Spezialkarten, die der Beurteilung der lokalen Erdbebengefährdung dienen. Diese Karten sollten GIS-kompatibel sein und auch sekundäre Gefährdungen, z.B. durch Erdrutsche, einbeziehen. In bestimmten Gebieten müssen zunächst noch geologische Grundlagen beschafft werden.

Die Massnahme setzt entsprechende Ressourcen bei der Landeshydrologie und -geologie voraus.

Massnahme 7 unterstützt die Massnahmen:
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
13. Informationsbaukasten für Fachleute
15. Leitfaden bauliche Massnahmen
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

sowie

- Alle objektspezifischen Massnahmen

Schwerpunkte.

Die Massnahme sollte zeitlich prioritär in Zonen mit hoher Erdbebengefährdung und erheblichen sekundären Schadenpotentialen durchgeführt werden, z.B. im Wallis, in der Region Basel und im St. Galler Rheintal.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	5 Mio. Fr.

Die Massnahme trägt zur flächendeckenden Erdbebensicherung von Bauwerken und Anlagen bei. Inwieweit ihr Einfluss dabei zum Tragen kommt, hängt wesentlich von der Umsetzung anderer Massnahmen, insbesondere des Konkordats, ab. Bei Entscheiden, die das Kartierungsprogramm betreffen, sollte berücksichtigt werden, dass die im Rahmen der Massnahme gewonnenen Erkenntnisse einen ideellen Wert darstellen, der mit der Kosten/Nutzen-Analyse nicht angemessen berücksichtigt werden kann.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	ca. 1

Fazit.

Das Kartierungsprogramm unterstützt wirkungsvoll andere Sicherheitsmassnahmen und trägt zum Erkenntnisgewinn bei. Wünschenswerte Massnahme

6.1.3 Objektspezifische Massnahmen

8. Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes

Massnahme 8 setzt folgende Massnahme voraus:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung

Massnahme 8 kann auf folgender Massnahme aufbauen:
3. Delegierter für Erdbebenschutz
7. Kartierungsprogramm

Die Massnahme dient der Erdbebensicherheit von neuen Verwaltungsbauten des Bundes, Bauwerken der SBB, Bauwerken der Post, Bauten der ETH, militärischen Bauten, Bauwerken des Bundesamts für Verkehr und Bauwerken des Bundesamts für Strassenbau.

Sie setzt eine verwaltungsinterne Sensibilisierung (Massnahme 2) voraus und stützt sich zudem auf die am 1.1.1999 in Kraft getretene Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes. Diese Verordnung weist den neuzubildenden Bau- und Liegenschaftenorganen des Bundes Aufgaben im Bereich der technischen Normen zu.

Mit der Umsetzung der Massnahmen wird das bestehende Normenwerk zur Erdbebensicherheit konsequent auf alle Neubauten des Bundes angewendet. Entsprechende Anforderungen sind schon bei der Ausschreibung explizit aufzuführen. Dadurch soll neben der direkten Verminderung des von diesen Bauten ausgehenden Risikos auch eine Vorbildwirkung des Bundes und eine entsprechende Sensibilisierung anderer Bauherren erreicht werden.

In gewissem Umfang kann der Bund seinen Einfluss bezüglich Erdbebensicherung auch bei den durch ihn subventionierten Bauten geltend machen. Entsprechende Auflagen sollten bei der Gewährung von Bundesbeiträgen z.B. an Kläranlagen, National- oder Kantonsstrassen geprüft werden [H. Bachmann 1999].

Die Massnahme sollte möglichst umgehend umgesetzt werden. Laufende Planungen werden, sofern möglich, noch angepasst.

Schwerpunkte.

Die Sicherung von Neubauten gegen Erdbeben ist mit geringem Aufwand möglich und sollte daher flächendeckend und bei allen Bauwerken des Bundes vorgenommen werden.

Nutzen und Kosten.

Umsetzung der Massnahme	ab sofort
Kosten für den Bund über 10 Jahre	35 Mio. Fr.

Bei dieser Massnahme wird der Grad der Umsetzung stark durch die Realisierung anderer Massnahmen, insbesondere der verwaltungsinternen Sensibilisierung, beeinflusst.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1

Fazit.

Die Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes weist ein günstiges Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

9. Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes

Die Massnahme dient der Erdbebensicherheit von bestehenden Verwaltungsbauten des Bundes, Bauwerken der SBB, Bauwerken der Post, Bauten der ETH, militärischen Bauten, Bauwerken des Bundesamts für Verkehr und Bauwerken des Bundesamts für Strassen. Sie erfordert einen entsprechenden Budgetbeschluss des Bundes und stützt sich wesentlich auf die Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes.

Massnahme 9 setzt folgende Massnahme voraus:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung

Massnahme 9 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
3. Delegierter für Erdbebenschutz
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm

Alle bestehenden Bauwerke des Bundes, einschliesslich historischer Bauten, sollen zunächst grob beurteilt, gefährdete Bauwerke anschliessend rechnerisch überprüft werden. Wo erforderlich, wird eine Sanierung vorgenommen. Mit der Umsetzung der Massnahme soll auch eine Vorbildwirkung des Bundes und entsprechende Sensibilisierung anderer Bauherren erreicht werden.

Schwerpunkte.

Dabei werden klare Prioritäten gesetzt: Sanierungen werden primär dort vorgenommen, wo die höchste Risikoreduktion erzielt werden kann, z.B. in besonders erdbebengefährdeten Regionen, an Lifelines, an Anlagen mit hohem Gefahrenpotential und schlecht gesicherten Gebäuden mit grösseren Menschenansammlungen. Die Sanierungen werden, soweit möglich, im Rahmen ohnehin geplanter baulicher Massnahmen durchgeführt.

Um die Sensibilisierung weiterer Adressaten, z.B. von Kantonen und Privaten, zu fördern, sollten zudem einige Pilotprojekte an wichtigen und/oder architektonisch bzw. historisch interessanten Objekten durchgeführt werden. Diese Pilotprojekte werden ausführlich dokumentiert und sowohl der Öffentlichkeit als auch Experten bekannt gemacht (vgl. auch Massnahme 2, Verwaltungsinterne Sensibilisierung, Massnahme 12, Aus- und Weiterbildung von Fachleuten, und Massnahme 14, Informationskampagne für die Öffentlichkeit).

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	20 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	55 Mio. Fr.
Kosten für den Bund über 10 Jahre	30 Mio. Fr.
Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	< 1

Fazit.

Die Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes übt eine wichtige Signalwirkung auf andere Bauherren aus. Das Nutzen/Kosten-Verhältnis kann unter Umständen durch geeignete Planung der Sanierungsmassnahmen noch verbessert werden. Wünschenswerte Massnahme

10. Erdbebensicherung von Lifelines

Massnahme 10 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung
3. Delegierter für Erdbebenschutz
4. Konkordat
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm

Massnahme 10 unterstützt die Massnahme:
16. Bevölkerungsschutz

Lifelines sind überlebenswichtige Bauten und Anlagen im Ereignisfall. Dazu gehören bedeutende Zufahrtsstrassen inkl. Brücken, Gebäude der Feuerwehr, Spitäler, Ambulanzgaragen, Apotheken, Telekommunikationseinrichtungen, Infrastruktur der Polizei, Anlagen der Strom- und Wasserversorgung. In Einzelfällen können Lifelines auch ein direktes Gefährdungspotential aufweisen, z.B. Rohrleitungsanlagen zur Gasversorgung.

In Zusammenarbeit mit den betroffenen Kantonen (vgl. Massnahme 4), evtl. auch Gemeinden sollen die Lifelines der Schweiz flächendeckend identifiziert, deren Verfügbarkeit im Erdbebenfall prognostiziert und Vorschläge für Sicherungsmassnahmen unterbreitet werden.

Ist eine Sanierung erforderlich, kann diese bei Linien der SBB und anderen Bauwerken des Bundes im Rahmen der Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes (Massnahme 9) vorgenommen werden. Im Fall von Kantonsspitälern, Nationalstrassen u.a. ist eine Lösung im Rahmen des Konkordats (Massnahme 4) denkbar. Ansonsten wird eine Sensibilisierung der Inhaber der Bauwerke bzw. der zuständigen Behörden angestrebt. Die Erdbebensicherung von Lifelines kann z.B. beim Delegierten für Erdbebenschutz (Massnahme 3) angesiedelt werden.

Schwerpunkte.

Die Massnahme spiegelt bereits eine Prioritätensetzung bei Bauten und Anlagen, die im Ereignisfall zur Vermeidung von Personenschäden von zentraler Bedeutung sind, wider. Sie sollte möglichst umgehend und flächendeckend umgesetzt werden. Zeitliche Prioritäten werden sinnvollerweise in Regionen mit hoher Erdbebengefährdung bzw. mit hoher Bevölkerungsdichte gesetzt.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Volkswirtschaftliche Kosten, gesamt	20 Mio. Fr.
Kosten für den Bund über 10 Jahre	2 Mio. Fr.

Die Massnahme dient im Fall eines schwerwiegenden Erdbebens sowohl der Vermeidung direkter Schäden als auch der Ereignisbewältigung. Ihre Umsetzung würde insbesondere durch die verwaltungsinterne Sensibilisierung und das Konkordat gefördert.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis > 1

Fazit.

Die Erdbebensicherung von Lifelines weist ein günstiges Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

11. Erdbebensicherung von Kulturgütern, insbesondere historischen Bauten

Massnahme 11 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung
3. Delegierter für Erdbebenschutz
4. Konkordat
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm

Zu den Kulturgütern gehören zum einen die beweglichen Kulturgüter wie Gemälde und Dokumente von geschichtlicher Bedeutung, zum anderen die unbeweglichen Kulturgüter, vor allem die historischen Bauten. Im Fall eines mittelstarken oder schweren Erdbebens ist mit wesentlichen Schäden an beweglichen und unbeweglichen Kulturgütern zu rechnen.

Mit der Massnahme sollen alle Kulturgüter, die sich im Schweizerischen Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung befinden, auf ihre Erdbebengefährdung untersucht werden. Bei diesem Vorhaben unterstützt der Bund die Kantone. Ist ein Kulturgut erheblich gefährdet, so gewährt er gezielte Unterstützung zu dessen Sicherung. Diese Unterstützung basiert auf dem Natur- und Heimatschutzgesetz. Nach Art. 16a des Natur- und Heimatschutzgesetzes ist ein Budgetbeschluss der Bundesversammlung erforderlich, wenn über die Bundesbeiträge an die Denkmalpflege ein verstärkter Schutz vor Erdbeben erreicht werden soll.

Die Kulturgüter, die sich im Besitz des Bundes befinden, werden im Rahmen der Erdbebensicherung bestehender Gebäude des Bundes (Massnahme 9) auf ihre Erdbebensicherheit geprüft und falls notwendig saniert.

Schwerpunkte.

Prioritäten sollen in Regionen mit hoher Erdbebengefährdung und, sofern entsprechende Daten bereits vorliegen, in Bereichen mit ungünstiger Mikrozonierung (Massnahme 7) gesetzt werden. Im Vordergrund stehen Kulturgüter, die in der Liste der Objekte von nationaler Bedeutung, aufgeführt sind.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	20 Jahre
Volkswirtschaftliche Kosten, gesamt	10 Mio. Fr.
Kosten für den Bund über 10 Jahre	3 Mio. Fr.

Da Kulturgüter wesentliche immaterielle Werte darstellen, sollte der Nutzen der Massnahme nicht nur aufgrund des Nutzen/Kosten-Verhältnisses beurteilt werden.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	ca. 1

Fazit.

Die Massnahme dient dem Schutz ideeller Werte und weist ein ausgeglichenes Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Wünschenswerte Massnahme

6.1.4 Ausbildung und Information

12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten

Massnahme 12 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
3. Delegierter für Erdbebenschutz
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm
13. Informationsbaukasten für Fachleute
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

Massnahme 12 unterstützt die Massnahmen:
13. Informationsbaukasten für Fachleute
15. Leitfaden bauliche Massnahmen
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

Mit der Massnahme sollen die verfügbaren Fachkenntnisse im Bereich der Erdbebensicherheit gefördert und verbreitet werden, insbesondere durch:

- Ausbildung von Studierenden an den Hochschulen und Fachhochschulen in konzeptionellen und konstruktiven Massnahmen zur Erdbebensicherung von Bauwerken
- Fortbildungskurse für praktisch tätige Fachleute in der Erdbebensicherung von Bauwerken
- Ausbildung von Fachleuten zur Beurteilung der Sicherheit von Bauten nach einem Ereignis

Die Umsetzung der Massnahme kann beispielsweise vom Delegierten für Erdbebenschutz (Massnahme 3) geleitet und koordiniert werden. Zunächst soll ein Konzept erarbeitet werden, in dessen Rahmen unter anderem geprüft wird, wie Schlüsselpersonen in Lehre und Verbänden wirksam erreicht werden können. Anschliessend sollen über einen Zeitraum von fünf Jahren gezielt, aber flächendeckend Weiterbildungen angeboten werden, die der Bund finanziell unterstützt. Die dazu erforderlichen Lehrmittel müssen zum Teil noch erarbeitet werden.

Die Massnahme sollte gemeinsam mit dem «Informationsbaukasten für Fachleute» (Massnahme 13) realisiert werden. In die Kostenberechnung gehen die Aufwendungen des Bundes und allfälliger weiterer Trägerschaften, z.B. der Fachverbände, sowie die Kostenbeteiligung der Teilnehmenden ein. Nicht einbezogen werden dagegen die Zeitkosten, die durch die Teilnahme von Fachleuten an dem Weiterbildungsangebot entstehen.

Schwerpunkte.

Um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen, wird besonderes Augenmerk auf die Weiterbildung von Multiplikatoren, vor allem Dozenten an Hochschulen und Fachhochschulen, und die Einbindung der Fachverbände gelegt. Durch Einbezug der Fachverbände wird zudem die Akzeptanz der Massnahme gefördert. Zur effizienten Umsetzung können die bereits bestehenden Weiterbildungsstrukturen für Baufachleute genutzt werden.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	5 Mio. Fr.

Mit der Ausbildung und Sensibilisierung von Fachleuten wird die flächendeckende Erdbebensicherung von Bauwerken und Anlagen, insbesondere von Neubauten, in der Schweiz unterstützt.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	ca. 1

Fazit.

Die Massnahme erzielt bei geeigneter Umsetzung eine nachhaltige Wirkung und weist ein ausgeglichenes Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

13. Informationsbaukasten für Fachleute

Zielgruppe der Massnahme sind Architekten, Ingenieure, Bauherren, Behörden, Geologen, Sicherheitsverantwortliche, Fachleute aus Versicherungen. Mit der Realisierung der Massnahme soll der bestehende Informationsbedarf über das Erdbebenrisiko und vorbeugende Massnahmen gedeckt werden. Wesentlich ist insbesondere Informationsmaterial zum Einfluss des Standortes, zur Erdbebensicherung neuer und bestehender Bauwerke und zur Erdbebensicherung nichttragender Bauteile. Daneben sollen die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere auch die möglichen strafrechtlichen Konsequenzen bei Nichtbeachtung von Vorgaben zur Erdbebensicherheit, dargelegt werden.

Die Umsetzung der Massnahme könnte z.B. beim Delegierten für Erdbebenschutz (Massnahme 3) liegen. Der Informationsbaukasten knüpft an das Normierungsprogramm (Massnahme 5) an und wird idealerweise durch die Aus- und Weiterbildung von Fachleuten (Massnahme 12) ergänzt. Bei seiner Ausarbeitung sollte darauf geachtet werden, dass mit diesem Hilfsmittel auch neuste Forschungsergebnisse in die Praxis einfliessen.

Massnahme 13 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
3. Delegierter für Erdbebenschutz
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

Massnahme 13 unterstützt die Massnahmen:
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
15. Leitfaden bauliche Massnahmen

In die Gestaltung des Baukastens können bedeutende Fachverbände wie der SIA, z.B. im Rahmen einer Arbeitsgruppe, eingebunden werden. Die Ausarbeitung des Baukastens muss jedoch letztlich unabhängig von spezifischen Interessenlagen erfolgen.

Schwerpunkte.

Bevor erste Bestandteile des Informationsbaukastens ausgearbeitet werden, sollten die fachlichen Schwerpunkte und zeitlichen Prioritäten, z.B. vom Delegierten für Erdbebenschutz und der begleitenden Arbeitsgruppe, definiert werden. Die Massnahmen Aus- und Weiterbildung von Fachleuten, Informationsbaukasten für Fachleute und Nationales Forschungsprogramm Erdbeben sind dazu geeignet, den Dialog zwischen Theorie und Praxis zu unterstützen und damit einen wünschenswerten Erfahrungsaustausch und Synergien zu fördern.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	2 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	0.5 Mio. Fr.

Die Massnahme unterstützt die flächendeckende Erdbebensicherung von Bauwerken und Anlagen, insbesondere von Neubauten, in der Schweiz.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	> 1 möglich

Fazit.

Die Massnahme ist kostengünstig und weist ein gutes Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

14. Informationskampagne Erdbeben für die Öffentlichkeit

Massnahme 14 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
2. Verwaltungsinterne Sensibilisierung
3. Delegierter für Erdbebenschutz
15. Leitfaden bauliche Massnahmen

Die Schweizer Bevölkerung ist sich des Erdbebenrisikos kaum bewusst. Daher wird eine Kampagne zur Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit angeregt.

Die Kampagne soll zur Auseinandersetzung mit dem Thema und zu vorbeugenden Massnahmen anregen. Zudem lässt sich mit ihr die Ausgangslage für eine Einführung freiwilliger Erdbebenversicherungen, vor allem für private Inhaber von Gebäuden, verbessern. Im Rahmen dieser Massnahme könnte auch eine Home Page eingerichtet und unterhalten werden, die wesentliche Informationen übersichtlich und einfach verständlich vermittelt und Links zu weiteren Erdbebenthemen enthält.

Die Kampagne kann mit einem einmaligen Budgetbeschluss, z.B. zugunsten des Delegierten für Erdbebenschutz (Massnahme 3) oder zugunsten von PLANAT, realisiert werden.

Schwerpunkte.

Die Kampagne sollte flächendeckend durchgeführt werden, wobei jedoch Schwerpunkte in den besonders erdbebengefährdeten Regionen zu setzen sind. Um die Glaubwürdigkeit der Massnahme zu erhöhen, wird eine verwaltungsinterne Sensibilisierung (Massnahme 2) vorausgesetzt. In die Kampagne sollten bekannte Persönlichkeiten eingebunden werden, bei denen einerseits Kompetenz auf dem Gebiet der (Erdbeben-) Risiken vorausgesetzt werden kann, und die andererseits das Vertrauen weiter Kreise der Bevölkerung besitzen.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	5 Mio. Fr.

Die Massnahme dient direkt der Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit. Sie unterstützt indirekt die flächendeckende Erdbebensicherung von Bauwerken und Anlagen, insbesondere von Neubauten, in der Schweiz und die Ereignisbewältigung. Neben ihren materiellen Nutzen tritt ein immaterieller Wert durch den Informationszuwachs in der Bevölkerung.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	< 1

Fazit.

Trotz tendenziell ungünstigem Nutzen/Kosten-Verhältnis der Massnahme sollte eine verbesserte Information der Bevölkerung angestrebt werden. Wünschenswerte Massnahme

15. Leitfaden bauliche Massnahmen

Massnahme 15 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
3. Delegierter für Erdbebenschutz
5. Normierungsprogramm
7. Kartierungsprogramm
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
13. Informationsbaukasten für Fachleute

Massnahme 15 unterstützt die Massnahme:
14. Informationskampagne für die Öffentlichkeit

Der Leitfaden dient primär der Information von Bauherren, wendet sich aber auch an Architekten, Ingenieure, Fachleute aus Behörden und Versicherungen und andere Adressaten im Bereich der baulichen Sicherheit. Er vermittelt fachlich fundierte, aber zugleich übersichtliche und allgemeinverständliche Informationen zur Erdbebensicherheit. Auf diese Weise soll Transparenz geschaffen und das Vertrauen zwischen Bauherren, Behörden, Planern und Ausführenden von Massnahmen zur Erdbebensicherheit verbessert werden.

Der Leitfaden beinhaltet:

- Ein klares System zur Risikoeinstufung, das leicht kommunizier- und anwendbar ist
- Ein standardisiertes Massnahmenprogramm, das auf die Risikoeinstufung Bezug nimmt
- Angaben zur Kostenwirksamkeit als Entscheidungshilfe für Investoren

Der Leitfaden könnte z.B. im Rahmen des Bevölkerungsschutzes, durch den Delegierten für Erdbebenschutz (Massnahme 3) oder durch PLANAT, realisiert werden. In seine Ausgestaltung sollen bedeutende Fach- und Interessengruppen wie der SIA eingebunden werden. Die Inhalte müssen jedoch letztlich unabhängig von spezifischen Interessenlagen formuliert sein.

Schwerpunkte.

Der Leitfaden bauliche Massnahmen sollte in der ganzen Schweiz Verbreitung finden. Die Wirksamkeit der Massnahme wird durch Federführung einer unabhängigen Einrichtung wie PLANAT und ein Patronat wichtiger Organisationen, z.B. des SIA, erhöht.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	2 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	0.5 Mio. Fr.

Die Massnahme unterstützt die flächendeckende Erdbebensicherung von Bauwerken und Anlagen, insbesondere von Neubauten, in der Schweiz.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	>1 möglich

Fazit.

Die Massnahme ist kostengünstig und weist ein gutes Nutzen/Kosten-Verhältnis auf. Empfohlene Massnahme

6.1.5 Ereignisbewältigung

16. Bevölkerungsschutz

Der Zivilschutz übernimmt wesentliche Aufgaben bei der Bewältigung von Notlagen, die nicht machtpolitisch bedingt sind. Ausserdem hält sich die Armee mit Formationen und Material zur Unterstützung der zivilen Behörden bei der Katastrophenhilfe bereit. Die entsprechenden Kapazitäten der Armee sollten auch künftig aufrechterhalten werden.

Massnahme 16 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
6. Messprogramm
10. Erdbebensicherung von Lifelines

Massnahme 16 ist eine notwendige Voraussetzung für:
17. Einsatzdienste

Bei einem mittelstarken oder schweren Erdbeben handelt es sich aus der Sicht und in der Terminologie des Zivilschutzes um eine Katastrophe, für die bereits Vorbereitungen bestehen. Im Bereich der Erdbebenvorsorge könnten die bestehenden Vorkehrungen jedoch noch verbessert und verstärkt werden. Insbesondere sollten spezifische Einsatz- und Informationskonzepte für den Fall eines Erdbebens erarbeitet werden.

Schwerpunkte.

Die Vorkehrungen im Bereich den Zivilschutzes können zentral für das Gebiet der ganzen Schweiz realisiert werden. Eine spezifische Schwerpunktsetzung ist nicht erforderlich.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	2 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	0.5 Mio. Fr.
Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	deutlich > 1

Fazit.

Die Massnahme ist kostengünstig und leistet einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung von Erdbebenereignissen. Empfohlene Massnahme

17. Einsatzdienste

Massnahme 17 erfordert die Umsetzung von Massnahme: 16. Bevölkerungsschutz

Im Fall eines Erdbebens sind leistungsfähige Einsatzdienste für die Bewältigung des Ereignisses zentral. Die Vorbereitungen auf ein schwerwiegenderes Erdbeben müssen jedoch noch verbessert werden. Die Vorbereitung der Einsatzdienste sollte gemeinsam mit der Massnahme Bevölkerungsschutz realisiert werden.

Mit der Umsetzung der Massnahme unterstützt das Bundesamt für Zivilschutz Kantone und Gemeinden gezielt bei der Schaffung erdbebengerechter Einsatzkonzepte und der Ausbildung der Einsatzdienste. Die Massnahme eignet sich auch als Pilotprojekt zur Sensibilisierung von Bevölkerung und Kantonen.

Schwerpunkte.

Die Massnahme sollte zeitlich prioritär in Kantonen mit hoher Erdbebengefährdung umgesetzt werden.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt	2 Mio. Fr.
Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	deutlich > 1

Fazit.

Die Massnahme ist kostengünstig und leistet einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung von Erdbebenereignissen. Empfohlene Massnahme

6.1.6 Forschung

18. Nationales Forschungsprogramm Erdbeben

In den Bereichen «Einwirkung von Erdbeben» und «Erdbebenverhalten von Bauwerken und Anlagen» besteht noch Forschungsbedarf. Die erzielten Ergebnisse können zur Reduktion des Erdbebenrisikos in der Schweiz genutzt werden. Ein eigenes Forschungsprogramm der Schweiz ist insbesondere im Hinblick auf die spezifische Geologie, die nationalen Besonderheiten bei den verwendeten Baustoffen und Bauweisen sowie für den Aufbau und Erhalt von Expertenwissen von Bedeutung.

Der Schweizerische Nationalfonds unterstützt im Auftrag des Bundes Forschungsarbeiten innerhalb und ausserhalb der Hochschulen und fördert den wissenschaftlichen Nachwuchs. Mit seinen Nationalen Forschungsprogrammen sollen wissenschaftlich fundierte Beiträge geleistet werden, um Probleme von nationaler Bedeutung zu lösen. Zu diesen Problemen zählt auch die Erdbebensicherheit von Bauwerken und Anlagen.

Daher wird angeregt, dass der Bundesrat den Nationalfonds beauftragt, ein Nationales Forschungsprogramm «Erdbeben» durchzuführen.

Massnahme 18 kann auf folgenden Massnahmen aufbauen:
6. Messprogramm
7. Kartierungsprogramm
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten

Massnahme 18 unterstützt die Massnahmen:
5. Normierungsprogramm
12. Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
13. Informationsbaukasten für Fachleute

Schwerpunkte.

Der Ausführungsplan sollte, wie beim Nationalfonds üblich, durch eine Leitungsgruppe ausgearbeitet werden, die auch die strategische Führung des Forschungsprogramms wahrnehmen wird. Grundsätzlich ist ein intensiver Erfahrungsaustausch zwischen Grundlagenforschung und Praxis anzustreben. Wesentlich sind auch die Koordination mit dem Kartierungsprogramm (Massnahme 6) und die internationale Einbindung. In einem ersten Schritt könnten internationale Erfahrungen und Strategien ausgewertet werden. Sofern nicht mit Massnahme 4 bereits ein Mustergesetz für Kantone ausgearbeitet wird, sollte dieses Projekt im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms verfolgt werden.

Nutzen und Kosten.

Zeitbedarf bis zur vollständigen Umsetzung der Massnahme	5 Jahre
Kosten für den Bund, gesamt und über 10 Jahre	10 Mio. Fr.

Beim Entscheid über die Durchführung eines solchen Forschungsprogramms muss berücksichtigt werden, dass die im Rahmen der Massnahme gewonnenen Erkenntnisse einen ideellen Wert darstellen, der mit Kostenwirksamkeitskriterien nicht hinreichend erfasst werden kann.

Volkswirtschaftliches Nutzen/Kosten-Verhältnis	< 1

Fazit.

Der Erkenntnisgewinn und die Ausbildung im Bereich Erdbebensicherheit sollten gezielt gefördert werden. Wünschenswerte Massnahme

Neben den beschriebenen Massnahmen existiert eine Vielzahl weiterer interessanter Vorschläge, z.B. zu einem Impulsprogramm des Bundes analog zum Programm Energie 2000, zu steuerlichen Anreizen oder zu Neuerungen bei der Erdbebenversicherung (vgl. auch 6.3). Aufgrund mangelnder Zuständigkeit des Bundes wurden diese Anregungen nicht in das Massnahmenkonzept aufgenommen.

Die objektspezifischen Massnahmen im Massnahmenkonzept «Erdbeben» tragen direkt nur zu einer geringen Verminderung des Erdbebenrisikos in der Schweiz bei, da der Anteil der Bundesbauten am Gebäudebestand der Schweiz deutlich weniger als 1% beträgt [Wüest & Partner 1995]. Indirekt kann jedoch voraussichtlich insbesondere über das Konkordat, die Vorbildwirkung des Bundes und die Massnahmen im Bereich Information, Aus- und Weiterbildung eine merkliche Reduktion des Erdbebenrisikos erreicht werden. Diese Risikoverminderung wirkt sich vor allem über die Ausbildung von Studierenden und die Erdbebensicherung neu errichteter Bauwerke nachhaltig und längerfristig aus.

Die Kosten, die mit der Umsetzung des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» beim Bund anfallen, betragen ca. 12 Mio. Fr. jährlich, wobei die Schätzung eher am unteren Rand der realen Kostenspanne liegen dürfte. Die möglichen Aufwendungen des Bundes zur Verbesserung der Erdbebensicherheit sollten grundsätzlich im Kontext anderer Massnahmen zur Reduktion von Naturgefahren betrachtet werden [PLANAT 1996]:

Tätigkeitsbereich	**Aufwendungen des Bundes[7] [Mio. Fr./Jahr]**
Massnahmenkonzept «Erdbeben»	12
Schutz vor Naturereignissen im Rahmen des Waldgesetzes	57
Aktive Massnahmen im Rahmen des Wasserbaugesetzes	115
Lawinengalerien und -tunnel	10
Grundlagenbeschaffung, Forschung und Entwicklung	80

[7] Die Daten aus der Studie der PLANAT beziehen sich auf das Jahr 1994

Die folgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über das Massnahmenkonzept «Erdbeben». In die Bewertung gingen nicht nur Überlegungen zur Kostenwirksamkeit, sondern auch zur Stellung einer Massnahme innerhalb des Gesamtkonzepts, zu den absoluten Kosten und zum Schutz ideeller Werte ein.

Nr.	Massnahme Kurztitel	Anzahl Jahre mit Anfall direkter Kosten	Kosten für den Bund über 10 Jahre in Mio. Fr.	Volkswirtschaftliches Nutzen/ Kosten Verhältnis	Bewertung
	Rechtsetzung und Normenwesen				
1	Rechtsetzungsprogramm	2	1	< 1	+
2	Verwaltungsinterne Sensibilisierung	5	2	> 1	+++
3	Delegierter für Erdbebenschutz	offen	5	> 1	++
4	Konkordat	offen	5	> 1	+++
5	Nomierungsprogramm	5	1	ca. 1	++
	Gefährdungsanalyse, Grundlagen				
6	Messprogramm	offen	3	> 1	+++
7	Kartierungsprogramm	5	5	ca. 1	++
	Objektspezifische Massnahmen				
8	Neue Bauwerke des Bundes	offen	35	> 1	+++
9	Bestehende Bauwerke des Bundes	20	30	< 1	++
10	Sicherung von Lifelines	5	2	> 1	+++
11	Sicherung von Kulturgütern	20	3	ca. 1	++
	Ausbildung und Information				
12	Aus- und Weiterbildung von Fachleuten	5	5	ca. 1	+++
13	Informationsbaukasten	2	0.5	> 1	+++
14	Informationskampagne	5	5	< 1	++
15	Leitfaden bauliche Massnahmen	2	0.5	> 1	+++
	Ereignisbewältigung				
16	Bevölkerungsschutz	2	0.5	>> 1	+++
17	Einsatzdienste	5	2	>> 1	+++
	Forschung				
18	Nationales Forschungsprogramm	5	10	< 1	++
	Gesamt		rund 120		

6.2 Umsetzung und Handlungsalternativen

6.2.1 Anwendungsbereiche und Wirksamkeit des Massnahmenkonzepts

Zielsetzung

Das Massnahmenkonzept «Erdbeben» zielt darauf ab, Schäden an den Schutzgütern Personen, Sachwerte, Kulturgüter und Umwelt zu verhindern. Dabei steht der Schutz von Personen im Vordergrund (vgl. 4.1).

Direktes Erreichen der Ziele

Zur Verminderung des Erdbebenrisikos leisten objektspezifische Massnahmen den grössten direkten Beitrag. Da hier weitgehend auf bestehende Grundlagen zurückgegriffen werden kann, besteht die Aufgabe des Massnahmenkonzepts vor allem darin, ein Defizit bei der Umsetzung zu beheben.

Vernetzung der Massnahmen

Innerhalb des Massnahmenkonzepts ist für den Einflussbereich des Bundes die verwaltungsinterne Sensibilisierung von vorrangiger Bedeutung. Diese Sensibilisierung könnte besonders wirkungsvoll durch einen Delegierten für Erdbebenschutz initiiert und koordiniert werden, der auch wichtige Aufgaben gegenüber anderen Zielgruppen, z.B. den Kantonen und Privaten, wahrnimmt. Zwischen beiden Massnahmen bestehen erhebliche Synergien. Eine weitere Schlüsselrolle nimmt das Konkordat ein, das als Grundlage flächendeckender baulicher Massnahmen zur Erdbebensicherheit in der Schweiz dienen kann.

Eigenständige Werte

Verschiedene Massnahmen, z.B. das Nationale Forschungsprogramm Erdbeben und das Kartierungsprogramm verkörpern neben ihrem Beitrag zur Erhöhung der Erdbebensicherheit eigenständige Werte, die sich mit Kosten/Nutzen-Analysen nur unzureichend erfassen lassen.

Wirksames Erreichen der Ziele

Wird das Massnahmenkonzept «Erdbeben» unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet, so können vor allem die Massnahmen Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes, Erdbebensicherung von Lifelines, Bevölkerungsschutz und Einsatzdienste als direkt rentabel betrachtet werden. Bei anderen Massnahmen wie der verwaltungsinternen Sensibilisierung oder der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten ist der Nutzen indirekt und wird erheblich durch die konkrete Ausgestaltung und Umsetzung der Massnahme bestimmt.

Aufgrund ihrer zentralen Bedeutung für die Umsetzung weiterer Massnahmen zur Erdbebensicherheit, ihrer guten Kostenwirksamkeit oder ihrer Bedeutung zum Schutz ideeller Werte werden folgende Massnahmen zur Umsetzung empfohlen:

- Verwaltungsinterne Sensibilisierung
- Konkordat
- Messprogramm
- Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes
- Erdbebensicherung von Lifelines
- Aus- und Weiterbildung von Fachleuten
- Informationsbaukasten für Fachleute
- Leitfaden bauliche Massnahmen
- Bevölkerungsschutz
- Einsatzdienste

Wünschenswert ist auch die Realisierung der Massnahmen:

- Delegierter für Erdbebenschutz
- Normierungsprogramm
- Kartierungsprogramm
- Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes
- Erdbebensicherung von Kulturgütern
- Informationskampagne Erdbeben für die Öffentlichkeit
- Nationales Forschungsprogramm Erdbeben.

Wünschbar wäre ergänzend die Durchführung des Rechtsetzungsprogramms.

6.2.2 Handlungsalternative Massnahmenpakete

Innerhalb des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» lassen sich einige aufeinander abgestimmte Massnahmenpakete ausscheiden, die auch losgelöst vom Gesamtkonzept, im Sinn einer Minimalvariante, realisiert werden könnten:

- *Sicherung von Bauwerken im Einflussbereich des Bundes.* Das Programm zielt auf die Erdbebensicherung neu zu errichtender und bestehender Bauwerke des Bundes sowie auf die Erdbebensicherung von Lifelines. Um diese Massnahmen umzusetzen, wird eine verwaltungsinterne Sensibilisierung in bescheidenem Umfang durchgeführt. Die Kosten des Massnahmenpakets für den Bund über 10 Jahre betragen ca. 70 Mio. Fr.
- *Erdbebenkampagne für Fachleute.* Realisiert werden die Massnahmen verwaltungsinterne Sensibilisierung, Aus- und Weiterbildung von Fachleuten, Informationsbaukasten für Fachleute und Leitfaden bauliche Massnahmen. Die Umsetzung des Programms könnte durch einen Delegierten für Erdbebenschutz auf Zeit koordiniert werden. Mit Fachverbänden, Hochschulen und Fachhochschulen wird eine enge Zusammenarbeit angestrebt. Beabsichtigt ist, durch eine einmal in Gang gesetzte Sensibilisierung eine nachhaltige Wirksamkeit zu erreichen. Die Kosten des Massnahmenpakets für den Bund über 10 Jahre betragen ca. 15 Mio. Fr.
- *Unterstützung der Kantone.* Im baulichen Bereich kommt den Kantonen eine zentrale Rolle zu. Daher zielt das Massnahmenprogramm vor allem auf Verbesserungen in Rechtsetzung und Vollzug der Kantone ab. Neben dem Konkordat werden die Massnahmen Erdbebensicherung von Lifelines, Bevölkerungsschutz und Einsatzdienste realisiert. Mit der Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauten strebt der Bund zudem eine Vorbildrolle an. Er unterstützt auch die Aus- und Weiterbildung von Fachleuten der Kantone. Die Kosten des Massnahmenpakets für den Bund über 10 Jahre betragen ca. 10 Mio. Fr.
- *Ereignisbewältigung.* Durchgeführt werden die Massnahmen Bevölkerungsschutz, Einsatzdienste und Erdbebensicherung von Lifelines. Mit diesem Massnahmenprogramm werden bei geringen finanziellen Aufwendungen des Bundes verbesserte Voraussetzungen für die Bewältigung schwerer Ereignisse geschaffen. Die Kosten des Massnahmenpakets für den Bund über 10 Jahre betragen ca. 5 Mio. Fr.
- *Erkenntnisgewinn.* Das Programm ist langfristig angelegt und baut wesentlich auf der Multiplikatorenfunktion von Hochschulen und Fachhochschulen im Bereich der Ausbildung und Sensibilisierung auf. Umgesetzt werden das Nationale Forschungsprogramm Erdbeben sowie das Mess- und das Kartierungsprogramm. Die Kosten des Massnahmenpakets für den Bund über 10 Jahre betragen ca. 20 Mio. Fr.

6.2.3 Vorgehensvorschlag

Zur Umsetzung des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» bietet sich ein mehrstufiges Vorgehen an:

- *Konzeptentscheid.* Zunächst ist eine Entscheidung darüber erforderlich, ob ein umfassendes Massnahmenkonzept oder ein reduziertes Massnahmenpaket, z.B. das Programm Ereignisbewältigung, realisiert werden soll. Die im vorliegenden Konzept (vgl. 6.1) enthaltenen Massnahmen sind so aufeinander abgestimmt, dass sie sich in ihrer Wirksamkeit gegenseitig verstärken und ergänzen. Mit der Umsetzung des Konzepts wird im Einflussbereich des Bundes ein wirkungsvoller Schutz vor Erdbeben erreicht. Bei der Entscheidung für begrenztes Massnahmenprogramm können unter Umständen geringe Mittel hocheffizient eingesetzt werden, z.B. im Bereich des Bevölkerungsschutzes. Eine umfassende Verminderung des Erdbebenrisikos wird jedoch nicht erzielt.
- *Ausarbeitung der Massnahmenvorschläge.* Die skizzierten Massnahmenvorschläge werden von PLANAT im Hinblick auf ihre Umsetzung präzisiert und konkretisiert. Dabei erscheint es sinnvoll, bereits in einer frühen Planungsphase die Zusammenarbeit mit allen wichtigen angesprochenen Zielgruppen zu suchen, z.B. dem Bundesamt für Bauten und Logistik, dem BUWAL, dem SIA und den besonders erdbebengefährdeten Kantonen. Eine wesentliche Rolle bei der Ausarbeitung sollte auch der SGEB zukommen. Die Zuständigkeiten für die Umsetzung der Massnahmen werden festgelegt und der jeweilige zeitliche Rahmen definiert. Empfohlen wird zudem, die Kosten/Nutzen-Analyse im Hinblick auf das Zusammenwirken der Massnahmen zu verfeinern. Diese Analyse soll vor allem dazu dienen, die Effizienz der Massnahmen im Rahmen ihrer Planung zu optimieren.
- *Vorgehensplan.* Das geplante Vorgehen wird vor der Umsetzung des Massnahmenkonzepts zusammenfassend und übersichtlich dargestellt. Wesentlich sind die Festlegung der Zuständigkeiten, wichtiger Termine und konkreter Zielvorgaben, die letztlich eine Erfolgskontrolle des Massnahmenkonzepts «Erdbeben» erlauben.

Zum Schutz vor Naturgefahren sollte grundsätzlich neben auf den Bereich Erdbeben konzentrierten Massnahmen auch ein umfassendes Vorgehen geprüft werden, da auf diese Weise wesentliche Synergien zum Tragen kommen können.

6.3 «Hohe Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko»

6.3.1 Rechtlicher Rahmen

Sensibilisierung auf das Erdbebenrisiko

Massnahmen zur Erdbebensicherheit, die eine Änderung der Bundesverfassung und Änderungen an Gesetzen erfordern, können nur bei hoher öffentlicher Sensibilisierung für das von Erdbeben ausgehende Risiko umgesetzt werden. Eine solche Sensibilisierung wäre unter anderem dann gegeben, wenn nach einem schwerwiegenden Erdbeben ein starker politischer Handlungsbedarf bestünde. So hat beispielsweise 1986 der Brand von Schweizerhalle unter anderem die Schaffung der Störfallverordnung und in deren Gefolge umfangreiche Aktivitäten zur Verminderung von Chemierisiken ausgelöst.

Realisierbare Massnahmen

Weist die Verfassung dem Bund Kompetenzen im Bereich der Erdbebensicherheit zu, lassen sich weitgehende Massnahmen, wie z.B. das von der SGEB vorgeschlagene «Nationale Aktionsprogramm zur Reduktion des Erdbebenrisikos», NAPER, realisieren. Ein ähnliches Programm, das National Earthquake Hazards Reduction Program, NEHRP, besteht seit 1977 in den USA. Im Rahmen des NEHRP werden vielfältige Projekte zur Erdbebensicherheit gefördert, unter anderem in den Bereichen Forschung, Aus- und Weiterbildung sowie Ereignisbewältigung.

Die langfristig wohl wirksamste Vorsorgemassnahme zur Erdbebensicherheit in der Schweiz wäre die Verpflichtung von Privaten, Kantonen und Gemeinden zu erdbebensicherem Bauen bzw. zur Anwendung der Vorgaben des SIA, insbesondere der Norm 160 [SIA 1989] und der Richtlinie 462 [SIA 1994], oder künftig des Eurocode 8. Da das Baurecht zu den traditionellen Kompetenzbereichen der Kantone und Gemeinden zählt, wäre allerdings mit Widerständen zu rechnen. Zudem müssten zahlreiche politische Fragen, z.B. zur Durchführbarkeit und Kostenwirksamkeit flächendeckender Sanierungen, geklärt werden.

Varianten zur möglichen Verfassungsänderung

Verschiedene Verfassungsänderungen sind denkbar. Beispielsweise wäre eine Bestimmung «Der Bund kann für die Neuerrichtung von Bauwerken Vorschriften über den Erdbebenschutz erlassen» mit einer verhältnismässig geringen Eingriffsintensität in die Kompetenz von Kantonen und Gemeinden verbunden.

Sinnvoller wäre es jedoch, die Kompetenz des Bundes im Bereich Erdbebensicherheit in einen Gesamtartikel zum Thema Naturgefahren einzubetten, etwa mit der Formulierung:

«Die Gesetzgebung über den Schutz vor Naturgefahren ist Aufgabe des Bundes.»

Diese Variante wäre als Querschnittsnormen zu qualifizieren und würde den Bund berechtigen, die Erdbebensicherheit in allen kantonalen und kommunalen Verwaltungsbereichen sowie gegenüber Privaten durchzusetzen. Sie liesse auch Massnahmen ausserhalb des Baubereichs, namentlich im Hinblick auf Versicherungen gegen Erdbeben sowie im Feuerwehr- und Polizeibereich, zu.

6.3.2 Weitergehende Massnahmen

Bei Annahme der Generalklausel und eines umfassenden, darauf beruhenden Rechtsetzungsprogramms könnte insbesondere die Umsetzung folgender wesentlicher Massnahmen geprüft werden:

- Verstärkung der Mikrozonierung und Umsetzung in die raumplanerischen Massnahmen der Kantone und Gemeinden
- Grobbeurteilung wichtiger bestehender Bauwerke und Anlagen, sofern notwendig, nähere Überprüfung und ggf. Sanierung gemäss einem nach Prioritäten gestaffelten Programm
- Unterstützung von weitergehender Forschung und Pilotprojekten zur erdbebensicheren Errichtung von Bauwerken und Anlagen
- Lancierung eines Impulsprogramms «Erdbebensicherheit» zur Förderung erdbebensicherer Neubauten und Sanierungen
- Schaffung steuerlicher Anreize zur Sanierung bestehender Bauten und Anlagen im Hinblick auf höhere Erdbebensicherheit
- Verpflichtende Einführung einer flächendeckenden Versicherung gegen durch Erdbeben verursachte Schäden an Gebäuden und Anlagen sowie gegen Betriebsunterbrüche
- Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Vorsorgekonzepts für Kulturgüter von besonderer Bedeutung
- Realisierung eines weitgehenden Ausbildungs- und Informationsprogramms für Fachleute
- Verstärkung der Forschungsaktivitäten zur Entstehung und Einwirkung von Erdbeben in der Schweiz
- Vermehrte Informationsaktivitäten des Bundes gegenüber der Öffentlichkeit im Erdbebenbereich

7. Rechtliche Rahmenbedingungen

7.1 Kompetenzen des Bundes

Grundsatz der Gesetzmässigkeit

Nach dem Grundsatz der Gesetzmässigkeit der Verwaltung muss sich jede staatliche Handlung auf eine gesetzliche Grundlage stützen können [U. Häfelin, G. Müller 1990]. Dies gilt auch für Massnahmen zur Verminderung von Erdbebenrisiken.

Kompetenzverteilung der Bundesverfassung - Grundsatz

Eine gesetzgeberische Tätigkeit des Bundes im Bereich Erdbebensicherheit ist also nur zulässig, wenn sie auf eine Kompetenznorm der Bundesverfassung (BV) abgestützt werden kann. Solange die Bundesverfassung keine entsprechende Norm enthält, steht die Kompetenz zur gesetzgeberischen Tätigkeit nach Art. 3 BV den Kantonen zu.

Massnahmen, die einer Volksabstimmung unterliegen

Bei geringer Sensibilisierung der Öffentlichkeit auf das Erdbebenrisiko lassen sich Massnahmen, die einer obligatorischen (Verfassungsänderung) oder fakultativen (Gesetzesänderung) Volksabstimmung bedürfen, kaum verwirklichen. Dazu gehören:

- Massnahmen zur Erdbebensicherheit von Bauwerken, die sich im Eigentum bzw. im Zuständigkeitsbereich von Kantonen, Gemeinden oder Privaten befinden. Dazu gehören insbesondere die Verbindlicherklärungen der SIA-Norm 160 und der SIA-Richtlinie 462 für Tragwerke. Beide Regelwerke dienen der Verminderung des Erdbebenrisikos. Unter die kantonalen und kommunalen Bauwerke fällt, abgesehen von den Nationalstrassen, Eisenbahnen und Flughäfen, auch die gesamte Verkehrsinfrastruktur, z.B. Brücken, Hangsicherungen, Tunnels
- Massnahmen, die auf eine Verpflichtung zur Erdbebenversicherung abzielen. Der Vermögensschutz in diesem Bereich ist Aufgabe der Privaten
- Massnahmen, die in die Polizei- oder Feuerwehrhoheit der Kantone eingreifen

Massnahmen, die ohne Volksabstimmung umgesetzt werden können

Ohne Volksabstimmung sind dagegen Massnahmen realisierbar, die sich mit der Änderung von Verordnungen, mit Budgetbeschlüssen und Subventionsauflagen, mit Verwaltungsanweisungen oder durch erhöhte Sensibilisierung ausgewählter Zielgruppen umsetzen lassen.

7.2 Ansatzpunkte für Massnahmen

7.2.1 Spezialbaubereiche

Verfassungsgrundlagen

Der Bund ist befugt, Massnahmen zur Erdbebensicherung von Bauten zu erlassen, soweit ihm diese Bauwerke rechtlich unterstellt sind. Dies gilt für Bauten, die der Bund selbst errichtet oder errichtet hat, sowie für Bauwerke, die nach der Bundesgesetzgebung einer Genehmigung des Bundes bedürfen oder unter dessen Aufsicht stehen. Dazu gehören insbesondere:

- öffentliche Werke im Interesse der Eidgenossenschaft, z.B. Gebäude der Bundesverwaltung (Art. 81 BV)
- Talsperren (Art. 76 Abs. 3 BV)
- Bauten im Bereich der Atomenergie (Art. 90 BV),
- Eisenbahn- und (zivile) Flughafenbauten (Art. 87 BV)
- Rohrleitungsanlagen (Art. 91 Abs. 2 BV)
- Hochschulbauten (Art. 63 Abs. 2 BV)
- Postbauten (Art. 92 BV)
- Nationalstrassen (Art, 83 BV)

Für diese Bauwerke wird im Folgenden der Begriff «Spezialbaubereiche» verwendet. Eine weitere Zuständigkeit liesse sich allenfalls auch für Industriebauten herleiten, da der Bund mit dem Arbeitsgesetz über Kompetenzen im Bereich des Arbeitnehmerschutzes verfügt.

Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes

Am 1.1.1999 trat die Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes (VILB) in Kraft. Sie soll die langfristige Kosten/Nutzen-Optimierung im Bereich des Immobilienmanagements und der Logistik des Bundes sicherstellen (Art. 3). Für den Vollzug werden in der Bundesverwaltung drei Bau- und Liegenschaftsorgane (BLO) gebildet (Art. 6). Diese BLO bilden eine koordinierende Delegation (Art. 10).

Zu den Zielen der Delegation gehören die Einhaltung definierter Qualitätsstandards für Produkte und Dienstleistungen sowie die Förderung der Innovationsfähigkeit der Bau- und Liegenschaftsorgane, unter anderem durch gemeinsame fachliche Aus- und Weiterbildung (Art. 11 Abs. 1). Ausserdem kommen ihr auch Aufgaben im Bereich der technischen Normen zu (Art. 11 Abs. 2). Die Aufgabenbereiche der BLO stellen gute Voraussetzungen dar, um die Erdbebensicherheit von Bauwerken zu realisieren.

Baunormen-Verordnung

Die Baunormen-Verordnung regelt die Projektierung, Berechnung, Ausführung, Überwachung und den Unterhalt von Bauten (Art. 2). Sie gilt für Bauten, «zu deren Ausführung es nach der Bundesgesetzgebung der Genehmigung einer Behörde des Bundes (Aufsichtsbehörde) bedarf» (Art. 1). Die im Ingress aufgeführten Gesetze, auf die sich die Verordnung abstützt, decken jedoch nur einen Teil der genannten Spezialbaubereiche ab, nämlich die Talsperren, Eisenbahn- und Flughafenbauten sowie die Nationalstrassen. Die Verordnung ist also nur auf diese Bereiche anwendbar, obwohl dies aus dem Text allein nicht hervorgeht.

Prinzipiell gelten die einschlägigen technischen Normen der Fachverbände und Organisationen (Art. 3 Abs. 1). Welche Normen tatsächlich anzuwenden sind, bestimmt jedoch die für das Bauwerk zuständige Behörde, allenfalls deren Aufsichtsbehörde (Art. 3 Abs. 2). Die Vorgaben zur Erdbebensicherheit, insbesondere SIA-Norm 160 und SIA-Richtlinie 462, kommen also streng genommen erst nach einem entsprechenden Entscheid zur Anwendung. Neben der Baunormen-Verordnung gibt es keine weitere einschlägige gesetzliche Grundlage, welche die Anwendung von Normen in Spezialbaubereichen vorschreibt.

Anwendung von Normen in der Praxis

Für die Praxis sind die Normen trotz der beschränkten gesetzlichen Grundlage von grosser Bedeutung. Eine Nachfrage beim Bundesamt für Bauten und Logistik hat ergeben, dass für das Amt selbst sowie für die in der Konferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes vertretenen Baubereiche in der Praxis grundsätzlich alle geltenden Schweizer Normen verbindlich sind. Demzufolge sollten die Vorgaben des SIA zur Erdbebensicherheit bei folgenden Bauwerken zur Anwendung kommen:

- Verwaltungsbauten des Bundes
- Bauwerke der SBB
- Bauwerke der Post
- Bauten der ETH
- Bauwerke des Bundesamtes für Verkehr
- Bauwerke des Bundesamtes für Strassenbau

Ausschreibungen, Nutzungs- und Sicherheitspläne

Bei Ausschreibungen von Bauvorhaben werden in der Regel in den Allgemeinen Bedingungen zwar die geltenden Schweizer Normen als verbindlich erklärt, eine explizite Aufführung der für die Erdbebensicherheit relevanten Normen erfolgt jedoch nicht. Hier kann eine Verbesserung erreicht werden, indem die Erdbebennormen neben den anderen geltenden Normen in den Ausschreibungsunterlagen konkret bezeichnet werden.

Ausserdem ist als Anforderung an die Nutzungs- und Sicherheitspläne von Ingenieuren und Planern zu verlangen, dass die Anwendung der Erdbebennormen, insbesondere die zugrundegelegten Berechnungsmethoden, dargelegt wird.

Information und Sensibilisierung

Trotz ihrer Verbindlichkeit für die meisten Spezialbaubereiche werden die Erdbebennormen nur zum Teil umgesetzt. Es liegt hier also ein Vollzugsproblem vor, das vor allem mit Information, Sensibilisierung und verstärkter Kommunikation über die Erdbebenproblematik innerhalb und ausserhalb der Ämter zu lösen ist.

Weisungen, Verordnungsänderungen in besonders sensiblen Spezialbaubereichen

Allenfalls ist, wie in Art. 3. Abs. 3 Baunormen-Verordnung vorgesehen, auf den Erlass einer Weisung der jeweiligen Aufsichtsbehörde hinzuwirken, mit der die zuständige Behörde zur Verbindlicherklärung der Normen verpflichtet wird. Dasselbe könnte in besonders sensiblen Spezialbaubereichen auch mit einer entsprechenden Änderung der diese Bereiche ausführenden Verordnungen geschehen, z.B. der Verordnung vom 27. November 1989 über vorbereitende Handlungen im Hinblick auf die Errichtung eines Endlagers für radioaktive Abfälle (SR 732.012).

Exkurs: Erdbebensicherheit für Bundesbauten in den USA

Auf der Basis einer 1977 geschaffenen Gesetzesergänzung zur Reduktion des Erdbebenrisikos, dem Earthquake Hazards Reduction Act, erliess der Präsident der Vereinigten Staaten folgende Verordnungen:

- Executive Order 12699 vom 5. Januar 1990 betreffend die Entwicklung und Veröffentlichung von Spezifikationen, Baunormen, Ausführungskriterien und Bauanweisungen zur Erreichung einer angemessenen Erdbebensicherheit für neue Gebäude, die durch den Bund erstellt, gemietet oder unterstützt werden oder ihm unterstellt sind.
  Die verantwortlichen Verwaltungsstellen sind verpflichtet, nationale Normen und Baupraktiken des privaten Sektors anzuwenden, sofern sie nicht darlegen, dass diese Vorgaben ihren Bedürfnissen nicht entsprechen. An der Entwicklung der national anerkannten Normen hat sich der Bund beteiligt.
- Executive Order 12941 vom 1. Dezember 1994 betreffend die Evaluation der Erdbebensicherheit und der allfälligen Kosten zur Erreichung der Erdbebensicherheit für bestehende Gebäude, die im Eigentum des Bundes stehen oder durch ihn gemietet sind.
  Als Mindestanforderungen gelten hier die «Standards of Seismic Safety for Existing Federally Owned or Leased Buildings», die durch das Interagency Committee on Seismic Safety in Construction (ICSSC) entwickelt wurden. Das ICSSC hat diese Standards mindestens alle fünf Jahre zu aktualisieren.
  Innerhalb von sechs Jahren nach Inkraftsetzung der Verordnung hat die Federal Emergency Agency zuhanden des Kongresses einen umfassenden Bericht darüber abzuliefern, wie eine angemessene Erdbebensicherheit der von der Verordnung erfassten Gebäude in wirtschaftlicher Weise erreicht werden kann.

7.2.2 Kulturgüter

Zu den Kulturgütern gehören zum einen die beweglichen Kulturgüter wie Gemälde und Dokumente von geschichtlicher Bedeutung, zum anderen die unbeweglichen Kulturgüter, vor allem historische Bauten. Für den Schutz von Kulturgütern vor Erdbeben gelten zwei Gesetzesbereiche: Die Denkmalpflege ist auf Bundesebene in der Gesetzgebung über den Natur- und Heimatschutz geregelt, der Kulturgüterschutz in der Gesetzgebung über den Kulturgüterschutz.

Denkmalpflege

Die Denkmalpflege umfasst den baulichen Schutz von unbeweglichen Kulturgütern, insbesondere historischen Bauten, und liegt in der Zuständigkeit der Kantone und Gemeinden (Art. 78 BV). Der Bund leistet jedoch finanzielle und fachliche Unterstützung. Als unterstützungswürdige Leistung kommt prinzipiell auch die Erdbebensicherheit in Frage, denn der Bund ist unter anderem befugt, seine Beiträge an Bedingungen für Erhaltung und Unterhalt zu knüpfen (Art. 13 Abs. 2 Natur- und Heimatschutzgesetz). Die Unterstützung ist in der Regel auf maximal 35% der Kosten beschränkt, in Ausnahmefällen auf 45% der Kosten. Der Rest ist vom Kanton sowie allenfalls weiteren Trägern aufzubringen (Art. 13 Abs. 1 und 1bis Natur- und Heimatschutzgesetz).

Eine Verbesserung der Erdbebensicherheit über die Bundesbeiträge an die Denkmalpflege erforderte einen entsprechenden Budgetbeschluss der Bundesversammlung (Art. 16a Natur- und Heimatschutzgesetz), eine Verpflichtung der Kantone zum Erdbebenschutz eine Änderung der Bundesverfassung.

Kulturgüterschutz

In Ausführung des Haager Abkommens vom 14. Mai 1954 für den Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten (SR 0.520.3) wurde 1966 das Kulturgüterschutzgesetz geschaffen. Der Erlass dient dem Schutz der Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten, verbessert gleichzeitig aber auch die Erdbebensicherheit (Art. 10 ff. Kulturgüterschutzgesetz).

Für das bewegliche Kulturgut wurden bis heute 269 Schutzräume errichtet; durch Mikroverfilmung von wichtigen Archivbeständen ist das Überleben des Informationsgehaltes auch im Erdbebenfall sichergestellt.

Der bauliche Schutz unbeweglicher Kulturgüter fällt grundsätzlich in den Kompetenzbereich der Denkmalpflege. Der Kulturgüterschutz leistet hier jedoch einen mittelbaren Beitrag, indem er die kantonalen Fachstellen bei der systematischen Sammlung von Unterlagen über die bedeutendsten Bauten unterstützt. Diese Dokumente werden auf Mikrofilm festgehalten und stünden im Erdbebenfall für einen Wiederaufbau zur Verfügung.

7.2.3 Störfallgefährdete Bauwerke und Anlagen

Störfallverordnung

Nach Art. 74 BV kommt dem Bund eine verfassungsrechtliche Kompetenz im Bereich des Umweltschutzes zu. Diese Kompetenz hat er im Umweltschutzgesetz und in der Störfallverordnung näher ausgeführt. Art. 3 Störfallverordnung besagt: «Bei der Wahl der Massnahmen müssen [...] umgebungsbedingte Ursachen für Störfälle [...] berücksichtigt werden.» Erdbeben zählen zweifellos zu den umgebungsbedingten Ursachen. Ob Anlagen, die unter die Störfallverordnung fallen, auch tatsächlich erdbebensicher gebaut werden, ist ausschliesslich eine Frage des Vollzugs dieser Verordnung durch die Kantone. Eine deutlichere, explizite Verpflichtung zum Erdbebenschutz könnte durch eine Änderung der Störfallverordnung erreicht werden. Allenfalls würden auch eine Weisung oder ein Kreisschreiben des Bundes an die kantonalen Vollzugsstellen ausreichen (vgl. 6.1.1).

7.2.4 Forschung

Forschung

Der Bund besitzt die Kompetenz zur Errichtung und Förderung von Hochschulen sowie zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Art. 63 und 64 BV). Im diesem Rahmen kann auch die Forschung zur Erdbebensicherheit unterstützt werden, was teilweise bereits geschieht.

Erdbebendienst

So unterhält die Schweiz insbesondere einen Erdbebendienst am Institut für Geophysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Dessen Aufgaben sind (Art. 2 Bundesgesetz vom 7. Dezember 1956 betreffend die Änderung des Bundesgesetzes über die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt SR 414.113):

- Sammlung von Daten
- Betrieb von Messstationen
- Erdbebenforschung
- Mitwirkung an internationalen Forschungsarbeiten und in Organisationen
- Veröffentlichung der gewonnenen Ergebnisse.

Landeshydrologie und -geologie

Zudem erhebt die Landeshydrologie und -geologie, LHG, Grundlagen über die geologischen Verhältnisse der Schweiz. Die LHG verfasst unter anderem Richtlinien, Berichte, Studien und Übersichtskarten zur Beurteilung geologischer Risiken wie Rutschungen, Felsstürze und Erdbeben (vgl. Art. 14 ff. Verordnung vom 12. Juni 1995 über die Landeshydrologie und -geologie SR 172.212.24).

7.2.5 Katastrophenschutz

Armee

Nach Art. 58 Abs. 2 BV in Verbindung mit Art. 1 Abs. 3 Bst. b Militärgesetz unterstützt die Armee die «zivilen Behörden [...] bei der Bewältigung von anderen ausserordentlichen Lagen, insbesondere im Falle von Katastrophen im In- und Ausland». Damit stehen für die Bewältigung einer Erdbebenkatastrophe auf Bundesstufe auch die Mittel der Armee zur Verfügung. In der Regel handelt es sich um subsidiäre Einsätze zur Unterstützung der Kantone und Gemeinden, die unter der Verantwortung und nach Weisung der zivilen Behörden geleistet werden.

Als Alarmstelle für die Kantone steht die Koordinations- und Leitstelle Katastrophenhilfe (KLK-VBS) jederzeit zur Verfügung; sie ist Bestandteil des Führungsstabs des Generalstabschefs. Die Armee verfügt über ein abgestuftes Bereitschaftssystem und ist in der Lage, innert einiger Stunden mit einer Kompanie bzw. in 24 bis 36 Stunden mit einem oder mehreren Bataillonen des Katastrophenhilfe-Regiments einzusetzen. Dank neu beschaffter besonderer Hilfsmittel kann sie auch in ausgedehnten und komplexen Schadenlagen an mehreren Einsatzorten gleichzeitig Menschen retten.

Die Armee ist ein wesentliches Mittel des Bundes zur Hilfeleistung. Eine künftige Dezentralisierung wäre nicht sinnvoll [R. Leuthard 1999].

Zivilschutz

Art. 61 Abs. 2 BV gibt dem Bund die Kompetenz, Vorschriften über den Einsatz des Zivilschutzes bei Katastrophen und Notlagen zu erlassen. Darunter fallen sinngemäss auch Katastrophen und Notlagen, die durch Erdbeben verursacht sind, obwohl solche Situationen nicht explizit aufgeführt werden. Mittel des Zivilschutzes sind Personal, Material, Anlagen, Alarmierungs- und Übermittlungseinrichtungen sowie Schutzräume (Art. 4 Zivilschutzgesetz). In Art. 3 sieht das Zivilschutzgesetz auch Vorsorgemassnahmen, wie z.B. die Information der Bevölkerung über Gefahren, vor.

Die gesamtschweizerische Koordination im Bereich des Zivilschutzes wird im Rahmen der Bundesgesetzgebung durch das Bundesamt für Zivilschutz, BZS, übernommen. Das BZS untersteht seit 1998 dem Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport. Bei grossräumigen Schadenereignissen, z.B. folgenschweren Erdbeben, stellt es sicher, dass die flächendeckende Infrastruktur des Zivilschutzes optimal genutzt werden kann.

Im Ereignisfall werden Akteure verschiedener Verwaltungsstufen tätig. Neben den der Bundesgesetzgebung unterliegenden Angehörigen der Zivilschutzorganisationen (vgl. Art. 13 Zivilschutzgesetz zur Aufgebotskompetenz) sind dies insbesondere Angestellte der Kantone und Gemeinden, z.B. Polizei und Feuerwehr. Die föderalistische Aufgabenverteilung

fordert beim Katastrophenschutz im Erdbebenbereich eine Zusammenarbeit des Bundesamts für Zivilschutz mit den Kantonen und Gemeinden.

Organisatorische Abstimmung der Katastrophen- und Nothilfe

Für die Abstimmung der Massnahmen zur Vorbereitung der Katastrophen- und Nothilfe auf Bundesstufe sowie zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden und auch im grenzüberschreitenden Rahmen existiert seit 1990 der ständige Ausschuss für die Koordination der Vorbereitung der Katastrophenhilfe, COMCAT. Darin sind neben der Bundeskanzlei alle eidgenössischen Departemente sowie die Kantone und wichtige Fachverbände, z.B. der Schweizerische Gemeindeverband, SGV, der Schweizerische Feuerwehrverband, SFV, der Interverband für Rettungswesen, IVR, die Konferenz der kantonalen Polizeikommandanten der Schweiz, KKPKS, das Schweizerische Rote Kreuz, SRK, und die Swiss Re vertreten.

Hat bei einem grossräumig wirksamen Erdbeben der Bundesrat als Landesregierung einzugreifen, stehen ihm ein zentraler Stab, die Stäbe der Departemente und allenfalls Sonderstäbe als Koordinationsorgane zur Verfügung.

Schutzbauten

Bauten von Kantonen, Gemeinden und Privaten unterliegen dem jeweiligen kantonalen und kommunalen Baurecht. Das Baurecht regelt, wie gebaut werden muss. Wo gebaut werden darf, ist dagegen im Raumplanungsrecht (vgl. 5.2.6) festgelegt.

Der Bund besitzt grundsätzlich keine Kompetenzen, für Bauten von Kantonen, Gemeinden und Privaten Vorschriften zu erlassen, weil eine entsprechende Verfassungsnorm fehlt. Einen begrenzten Eingriff in die Zuständigkeit der Kantone und Gemeinden stellen jedoch der Zivilschutzartikel bzw. das darauf basierende Schutzbautengesetz dar. Das Schutzbautengesetz regelt, wie Schutzräume in privaten Gebäuden und in Gebäuden der Kantone und Gemeinde zu errichten sind. Die genauen Anforderungen sind in der Verordnung über Schutzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten enthalten. Die Bauwerksicherheit der Schutzräume ist auf bewaffnete Konflikte ausgelegt. Damit genügen diese Bauten gleichzeitig den heute geltenden Anforderungen an die Erdbebensicherheit. Dies trifft auch für Schutzanlagen gemäss Zivilschutzverordnung, nämlich Kommandoposten, Bereitstellungsanlagen, Sanitätshilfsstellen und Sanitätsposten, zu.

7.2.6 Raumplanung

Art. 75 BV verleiht dem Bund die Kompetenz, die Kantone zur Raumplanung zu verpflichten. Die Raumplanung soll insbesondere einer zweckmässigen Nutzung des Bodens dienen (Art. 75 Abs. 1 BV).

Gemäss Raumplanungsgesetz wenden die Kantone ein zweistufiges Planungssystem an, das die Richtplanung und die Nutzungsplanung umfasst. Art. 6 Abs. 2 Bst. c Raumplanungsgesetz besagt, dass Richtpläne darüber Aufschluss geben müssen, welche Gebiete «durch Naturgefahren oder schädliche Einwirkungen erheblich bedroht sind». Unter Naturgefahren sind sinngemäss auch Erdbeben zu verstehen. In der Raumplanungsverordnung werden die verschiedenen Naturgefahren allerdings nicht aufgelistet. Soweit ersichtlich, haben die Kantone die Belange der Erdbebensicherheit, etwa in Form von Ergebnissen der Mikrozonierung, bisher nicht in ihre Richtpläne aufgenommen.

Primäres Ziel der Erdbebensicherheit ist es, so zu bauen, dass Schäden vermieden werden, und nicht, bestimmte Zonen freizuhalten. Die Raumplanung ist daher bei der Vorbeugung gegen Erdbeben erst in zweiter Linie von Bedeutung. Denkbar wäre allenfalls, dass Zonen mit ungünstiger Mikrozonierung nur mit Auflagen überbaut werden können.

7.2.7 Strafrecht

Nach Art. 123 BV ist der Bund zur Gesetzgebung auf dem Gebiet des Strafrechtes befugt. Art. 227 Strafgesetzbuch stellt die Verursachung des Einsturzes eines Bauwerks unter Strafe, soweit dabei wissentlich Leib und Leben von Menschen oder fremdes Eigentum gefährdet werden. Strafbar ist sowohl die vorsätzliche als auch die fahrlässige Tatbegehung.

Hier steht zur Frage, ob sich ein Ingenieur, ein Architekt oder ein Bauherr strafbar macht, wenn er bei einem durch ihn entworfenen, geplanten oder realisierten Bauwerk die Vorgaben des SIA zur Erdbebensicherheit bewusst oder in fahrlässiger Weise nicht anwendet und das Gebäude deshalb bei einem Erdbeben einstürzt. Mit entsprechenden Anklagen wäre im Fall eines Bebens sicher zu rechnen. Insofern übt das Strafrecht grundsätzlich eine generalpräventive Wirkung in Richtung erdbebensicheres Bauen aus. Diese Wirkung kommt jedoch in der Praxis kaum zum Tragen.

7.2.8 Geplantes Recht

Bundesgesetz über Bauprodukte

Im Frühling 1999 wurde im Parlament die Beratung des Bundesgesetzes über Bauprodukte aufgenommen. Das Gesetz verfolgt ein handelspolitisches Ziel, nämlich die Öffnung des europäischen Marktes für Schweizer Bauprodukte. Bauprodukte, die künftig in Verkehr gebracht werden, sollen den Anforderungen der EG-Bauproduktrichtlinie genügen (Art. 3). Bauprodukte sind Produkte, die hergestellt werden, um dauerhaft in Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus eingebaut zu werden (Art. 2).

Unter anderem müssen Anforderungen an die mechanische Festigkeit und Standsicherheit erfüllt werden (Art. 3 Abs. 2 Bst. a). Die Bedeutung des geplanten Gesetzes erstreckt sich im Wesentlichen auf Ausrüstungen von Bauten wie z.B. aufgehängte Deckenelemente und Einbauwände. Seine Relevanz für die Erdbebensicherheit ist daher begrenzt. Bemerkenswert ist jedoch, dass Bundesbehörden zum erstenmal gesetzlich verpflichtet werden, im Sinne einer generellen Regel und mit Wirkung gegenüber Privaten, nämlich den Herstellern und Verkäufern von Bauprodukten, verbindliche Normen konkret zu nennen (vgl. Art. 4 Bauproduktegesetz).

Infolge mangelnder Kompetenzen des Bundes ist im Zusammenhang mit dem Bauproduktegesetz die Schaffung eines Konkordats der Kantone vorgesehen [H. Bachmann 1999].

8. Quellen

8.1 Gespräche

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Gespräche mit mehreren Experten in den Bereichen Erdbebensicherheit, Verwaltungsrecht und Wirtschaftlichkeit von Sicherheitsmassnahmen geführt:

- Herr Dr. E. Rüttener, Zurich Re – Risk Management, 17. Februar 1999, zum Thema Schadenszenarien, Erdbebenversicherung
- Herr F. Bähler, Ernst Basler & Partner, 24. Februar 1999, zum Thema Erdbeben und Katastrophenvorsorge, KATANOS-Studie
- Herr Prof. Dr. D. Giardini, Herr Dr. D. Fäh, Institut für Geophysik, ETH Zürich, 2. März 1999, zum Thema Schadenszenarien, Prävention
- Herr U. Wilhelm, Institut für Versicherungswirtschaft, Universität St. Gallen, 11. März 1999, zum Thema Wirtschaftlichkeit von Sicherheitsmassnahmen
- Herr Dr. U. Leuthardt, Bundesamt für Zivilschutz, Sektion Recht, 30. März 1999, zum Thema Kompetenzen des Zivilschutzes im Erdbebenbereich
- Herr Prof. Dr. H. Bachmann, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, 7. April 1999 zum Thema Handlungsbedarf zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz
- Herr W. Schaad, Herr E. Schmid, Herr Dr. L. Hitz, Swiss Re, 30. April 1999, zum Thema Schadenszenarien, Erdbebenversicherung
- Herr PD Dr. H. Seiler, Juristische Forschung und Beratung, 3. Mai 1999, zum Thema rechtliche Rahmenbedingungen, Umsetzung des Massnahmenkonzepts in der Bundesverwaltung
- Herr D. Kluge, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Sektion Maschinen- und Bautechnik, 10. Mai 1999, zum Thema Erdbebensicherheit von Nuklearanlagen

Daneben fanden zwei telefonische Besprechungen statt:

- Herr H. Pougatsch, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Sektion Talsperren, zum Thema Erdbebensicherheit von Talsperren
- Herr R. Büchel, Bundesamt für Zivilschutz, Sektion Kulturgüterschutz, zum Thema Kulturgüterschutz

Durch ihre Anregungen und Stellungnahmen haben die Gesprächspartner wesentlich zum Inhalt des Berichts beigetragen.

8.2 Literatur

- W. Ammann, P. Heitzmann, J.J. Wagner: «Bericht SGEB/SIA D 0150, Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz, Stellungnahmen», August 1998
- H. Bachmann, G. R. Darbre, N. Deichmann, M. G. Koller, J. Studer, S. Tiniç, P. Tissières, Th. Wenk, M. Wieland, P. Zwicky: «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz», Dokumentation D 0150, Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik SGEB, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA, Zürich 1998
- H. Bachmann, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich: Stellungnahme zum Entwurf Schlussbericht des Massnahmenkonzepts «Erdbeben», 16. August 1999
- P. Bickel, R. Friedrich: «Was kostet uns die Mobilität? Externe Kosten des Verkehrs», Springer-Verlag, Berlin 1995
- Bundesamt für Statistik: «Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung 1997», Mitteilung zugesandt per Fax am 5.2.1999
- Bundesamt für Statistik: «Gebäude nach Gebäudeart sowie Bauperiode und Eigentümertyp» 1998
- Bundesamt für Statistik: «Statistisches Jahrbuch der Schweiz» Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich 1999
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL: Übersicht der Anlagen, welche der Störfallverordnung unterstellt sind, anonymisierter Auszug aus dem eidgenössischen Risikokataster, 1998
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL: «Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV. Richtlinien für Betriebe mit Stoffen, Erzeugnissen oder Sonderabfällen», Arbeitsgruppe Beurteilungskriterien, Bern 1996
- Bundesamt für Zivilschutz BZS: «Katastrophen und Notlagen in der Schweiz – Eine vergleichende Übersicht», Bern 1995
- A. Eckhardt, E. Seitz: «Wirtschaftliche Bewertung von Sicherheitsmassnahmen», bfu-Report 35, Bern 1998
- S. Epiney: «Erdbeben, Vorsorgliche Massnahmen», Motion 98.3600 im Nationalrat, 16.12.1998

- U. Häfelin, G. Müller: «Allgemeiner Grundriss des Verwaltungsrechts», Zürich 1990
- Ch. Hanser, J. Inderbitzin, K. Kaufmann: «Alternative Instrumente zur Erhaltung kulturhistorisch wertvoller Bauten in der Schweiz», Nationale Informationsstelle für Kulturgüter-Erhaltung NIKE, Bern und Zürich 1994
- P. Heitzmann, E. Berger, G. Darbre, D. Kluge, O. Lateltin, D. Mayer-Rosa: «Erdbeben, Risiko und Vorbeugung in der Schweiz», Bericht zuhanden der Nationalen Plattform Naturgefahren, August 1996
- M. Koller, SGEB: Stellungnahme zum Entwurf Schlussbericht des Massnahmenkonzepts «Erdbeben», 16. August 1999
- D. Kluge, J. Nöggerath, HSK, Abteilung Mechanische und Elektrische Ausrüstungen: Stellungnahme zum Entwurf Schlussbericht des Massnahmenkonzepts «Erdbeben», 9. August 1999
- W. Krüger, P. Müller, K. Stegmann: «Kosten-Nutzen-Analyse von Gesundheitsförderungsmaßnahmen», Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht 783, Dortmund/Berlin 1998
- Landeshydrologie und -geologie LHG: «Hydrologischer Atlas der Schweiz», Bern 1992
- R. Leuthard, Generalstab, Abteilung Territoriale Aufgaben: Stellungnahme zum Entwurf Schlussbericht des Massnahmenkonzepts «Erdbeben», 1. September 1999
- D. Mayer-Rosa, E. Rüttener, D. Fäh, C. Schindler, Ch. Beer, J.J. Wagner, C. Frischknecht: «Erdbebengefährdung und Mikrozonierung in der Schweiz», Schlussbericht NFP 31, vdf Hochschulverlag AG, Zürich 1997
- A. Markandya, B. Rhodes: «External costs of fuel cycles – an impact pathway approach» Economic Valuation. EC/US Fuel Cycle Study, Metroeconomica Ltd., London 1992 zitiert in P. Bickel, R. Friedrich: «Was kostet uns die Mobilität? Externe Kosten des Verkehrs», Springer-Verlag, Berlin 1995
- K. Moser, H. Bachmann: «Erdbebentauglichkeit von Stahlbetonhochbauten», Schweizer Ingenieur und Architekt 21: 430-435 1996
- K. Moser: «Ist die Erdbebensicherung im Hochbau gerechtfertigt?», Schweizer Ingenieur und Architekt 44: 1049-1053 1991

- Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT): «Naturgefahren: Bestandesaufnahme und Standortbestimmung aus der Sicht der Vorbeugung», Interner Bericht, Ernst Basler & Partner AG, Zollikon 1996
- R. Neuenschwander, H. Sommer, F. Walter: «Soziale Kosten von Verkehrsunfällen in der Schweiz», Dienst für Gesamtverkehrsfragen des Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement (EVED), Bern 1991
- Th. Peter, F. Bähler, K. Bucher, H. Bohnenblust: «Erdbeben – das grösste Naturgefahrenrisiko in der Schweiz» in SGEB/SIA D 0145 «Erdbebensicherung bestehender Bauwerke und aktuelle Fragen der Baudynamik», Zürich 1997
- Risk Management Solutions, Inc. (RMS): «What if the 1906 earthquake scenario strikes again? A San Francisco bay area scenario», Topical Issues Series 1995
- R. Sägesser, D. Mayer-Rosa: «Erdbebengefährdung in der Schweiz», Schweizerische Bauzeitung, Heft 7/78, Zürich 1978
- W. Schaad: «Erdbebenszenarien Schweiz», Kurzfassung des Untersuchungsberichtes für den Schweizerischen Pool für Erdbebenversicherung, Zürich 1988
- C. Schindler, E. Rüttener, J. Studer: «Erdbebengefährdung und -risiko in der Schweiz: Handlungsbedarf auf dem Gebiet der Geologie», Bericht zuhanden der Landeshydrologie und -geologie, Zürich 1998
- E. Schmid: Daten der Swiss Re zu Erdbeben-Schadenszenarien in der Schweiz, schriftliche Mitteilung vom 3. Mai 1999
- Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA: «Eurocode 8, Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, Sammelband Gebäude», Europäische Vornorm SIA V 160.801, Zürich 1997
- Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA: «Einwirkungen auf Tragwerke», Schweizer Norm Bauwesen SN 505 160/SIA-Norm 160, Ausgabe 1989
- Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA: «Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke», Schweizer Norm Bauwesen SN 505 462/SIA-Richtlinie 462, Ausgabe 1994
- Seismic Safety Commission (SSC), State of California: «Northridge Earthquake – Turningloss to gain», SSC Report No. 95-01, Sacramento, California 1995

- S. Siegrist, R. D. Huguenin: «Sicherheit und Umweltschutz: Unterschiedliche Ziele, gemeinsamer Nutzen?», Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Bern 1997
- H. Tiedemann: «Earthquakes and volcanic eruptions: A handbook on risk assessment», Swiss Re, Zürich 1992
- Th. Wenk: «Erdbeben-Normen. Eurocode 8 und SIA 160», Foliensammlung der Vorlesung Erdbebensicherheit von Bauwerken, Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich 1997
- Wüest & Partner: « Bau- und Immobilienmarkt Schweiz – Monitoring 1995», Verlag Wüest & Partner, Zürich 1995

Anhang

Begriffsbestimmungen Recht

- *Verfassungsänderung:* Verfassungsänderungen müssen obligatorisch einer Volksabstimmung unterbreitet werden. Die Verfassungsänderung gilt nur als angenommen, wenn ein Volks- und Ständemehr zustandekommt.
- *Gesetzesänderung:* Gesetzesänderungen müssen nur der Volksabstimmung unterbreitet werden, wenn das Referendum ergriffen worden ist. Für die Zustimmung genügt das einfache Volksmehr. Die politische Hürde ist also weniger hoch als bei einer Verfassungsänderung. Jedes Gesetz muss sich im Rahmen der Verfassung bewegen.
- *Verordnungsänderung:* Verordnungsänderungen kann der Bundesrat vornehmen. Dabei hat er sich in dem Rahmen zu bewegen, den ihm das jeweilige Gesetz vorgibt.
- *Spezialbaubereiche:* Baubereiche, in denen die gesetzliche Regelungskompetenz bzw. Aufsicht dem Bund zukommt.
- *Bundesverfassung:* Bundesverfassung vom 18. April 1999 (SR 101)
- *Baunormen-Verordnung:* Verordnung vom 21. August 1962 über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der der Aufsicht des Bundes unterstellten Bauten (SR 720.1)
- *Bauverordnung:* Verordnung vom 18. Dezember 1991 über das Bauwesen des Bundes (SR 172.057.20)
- *Kulturgüterschutzgesetz:* Bundesgesetz vom 6. Oktober 1966 über den Schutz der Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten (SR 520.3)
- *Militärgesetz:* Bundesgesetz vom 3. Februar 1995 über die Armee und die Militärverwaltung (SR 510.10)
- *Natur- und Heimatschutzgesetz:* Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (SR 451).
- *Raumplanungsgesetz:* Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung (SR 700)
- *Raumplanungsverordnung:* Verordnung vom 2. Oktober 1989 über die Raumplanung (SR 700.1)
- *Schutzbautengesetz:* Gesetz vom 4. Oktober 1963 über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz (SR 550.2)
- *Störfallverordnung:* Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (SR 814.012)

- *SUGV:* Verordnung vom 19. Oktober 1994 über Schutzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten (SR 520.23)
- *Strafgesetzbuch:* Schweizerisches Strafgesetzbuch vom 21. Dezember 1937 (SR 311.0)
- *Umweltschutzgesetz:* Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (SR 814.01)
- *Zivilschutzgesetz:* Bundesgesetz vom 17. Juni 1994 über den Zivilschutz (SR 520.1)
- *Zivilschutzverordnung:* Verordnung vom 19. Oktober 1994 über den Zivilschutz (SR 520.11)

Geprüfte Massnahmen

Als Grundlage für das Massnahmenkonzept «Erdbeben» wurden rund siebzig Massnahmenvorschläge für die Schweiz sowie international dokumentierte Anregungen und Erfahrungen eingehender geprüft. Die wichtigsten Quellen für die untersuchten Vorschläge waren (vgl. Spalte Q in der Tabelle):

A SGEB/SIA D 0150
B PLANAT Expertenberichte
C Handlungsbedarf Geologie
D Arbeitsgruppe Erdbeben und Vorbeugung

Detailliertere Angaben zu diesen Dokumenten sind in Kapitel 3 zu finden.

Legende:

- Massnahmenvorschlag wird weiterverfolgt
x Massnahmenvorschlag wird bedingt oder in veränderter Form weiterverfolgt
Δ Massnahmenvorschlag wird nicht weiterverfolgt, könnte aber evtl. bei hoher Sensibilisierung der Öffentlichkeit auf das Erdbebenrisiko realisiert werden

Q	Titel der Massnahmenvorschläge		Weiterbehandlung
Rechtsetzung und Normwesen			
A	Rechtsgrundlage für Nationales Aktionsprogramm NAPER schaffen	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlage nicht vorhanden
A	Gesetzliche Bestimmungen zum Kulturgüterschutz bezüglich Erdbebensicherheit anpassen	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlage nicht vorhanden
D	Erdbebengefährdung in Richt- und Zonenplänen verankern	x	Ist Aufgabe des Bundes, der Kantone und Gemeinden. Kantone und Gemeinden könnten durch eine Änderung der Raumplanungsverordnung zum Handeln verpflichtet werden, vgl. Massnahme 1
A	SIA-Normen gesetzlich verbindlich erklären	x	Ohne Verfassungsänderung bestehen nur Handlungsmöglichkeiten in Spezialbaubereichen, vgl. Massnahme 1
A	Ergänzung der Störfallverordnung und der Richtlinien für Chemieanlagen	x	Vgl. Massnahmen 1/2
A	Bessere Durchsetzung der Erdbeben-Normen	x	Ohne Verfassungsänderung bestehen nur Handlungsmöglichkeiten in Spezialbereichen, vgl. Massnahme 2

A	Durchsetzen der Richtlinie SIA 462 bei Umbauten	x	Ohne Verfassungsänderung bestehen nur Handlungsmöglichkeiten in Spezialbereichen, vgl. Massnahme 2
A	Pilotprojekte zum Eurocode 8	•	Vgl. Massnahme 2
A	Begleitung und Einführung des Eurocode 8	•	Vgl. Massnahme 5
A	Ergänzung Eurocode 8: Baugrundeinfluss	x	Vgl. Massnahme 5
A	Normen für bestehende Gebäude und Brücken	x	Vgl. Massnahme 5
A	Verfahren zur Beurteilung von Brücken	x	Vgl. Massnahme 5
A	Verantwortung für nichttragende Bauteile regeln	x	Vgl. allenfalls Massnahme 5
A	Verantwortung für Installationen und Einrichtungen regeln	x	Vgl. allenfalls Massnahme 5
A	Risikogerechte Erdbebenversicherung für Gebäude und gefährliche Anlagen	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlagen nicht vorhanden. Aktivitäten der Versicherungswirtschaft im Gang
A	Versicherung für Produktionsausfälle bei Erdbeben	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlagen nicht vorhanden. Aktivitäten der Versicherungswirtschaft im Gang

Gefährdungsanalyse und Grundlagenbeschaffung			
A	Datenübertragung der Freifeld-Starkbebenmessgeräte	Δ	Die Umsetzung dieser Massnahme ist am Institut für Geophysik der ETH Zürich bereits im Gang
A	Bauwerke mit Starkbeben-Messgeräten ausrüsten	x	Förderung im Rahmen von Massnahme 6
A	Erdbebenaufzeichnungen in Kernkraftwerken zugänglich machen	x	Förderung im Rahmen von Massnahme 6
A	Erweitern der Starkbeben-Messungen auf Talsperren	x	Förderung im Rahmen von Massnahme 6
B	Zentrale Erfassung aller Erdbebenaufzeichnungen	x	Förderung im Rahmen von Massnahme 6
A	Archäologische und paläoseismische Untersuchungen	•	Vgl. Massnahme 7
A	Kartierung aktiver Bruchzonen	•	Vgl. Massnahme 7
A	Abschätzung der Deformation der Erdkruste	x	Vgl. Massnahme 7
A	Ausdehnen der Mikrozonierung auf alle Regionen	x	Vgl. Massnahme 7
C	Geologische Grundlagenkarten GSI-kompatibel erfassen, auch mit sekundären Gefährdungen	•	Vgl. Massnahme 7

Objektspezifische Massnahmenvorschläge			
A	Bauwerke: Sanierungsfristen und finanzielle Anreize, «Impulsprogramm Erdbeben»	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlage nicht vorhanden
D	Normgerechte Auslegung für BWK III und II: Bund soll Pionierrolle übernehmen	•	Vgl. Massnahme 8
A	Identifizieren, Prüfen, Sanieren bestehender Gebäude der BWK III	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Prüfen, Sanieren bestehender öffentlicher Gebäude BWK II, teilweise I	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Prüfen, Sanieren verletzlicher privater Gebäude	Δ	Erforderliche Verfassungsgrundlage nicht vorhanden
A	Identifizieren, Prüfen, Sanieren bestehender Brücken der BWK III	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Identifizieren, Prüfen, Sanieren bestehender Brücken der BWK II, teilweise I	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Erdbebensicherheit nichttragender Bauteile in kritischen Bereichen prüfen	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Erdbebensicherheit von Installationen und Einrichtungen in kritischen Anlagen prüfen	x	Für Gebäude im Einflussbereich des Bundes, ansonsten sind nur beschränkt Handlungsmöglichkeiten vorhanden, vgl. Massnahme 9
A	Identifizieren, Prüfen, Sanieren von Lifelines	•	Vgl. Massnahme 10
A	Inventarisieren, Prüfen, Sanieren historischer Bauten, inkl. Museen	•	Vgl. Massnahme 11
A	Klassieren, Prüfen, Sanieren bestehender Chemieanlagen	x	Ist Aufgabe der Kantone, welche die Störfallverordnung vollziehen. Eine Vorschrift, die verpflichtenden Charakter für die kantonalen Vollzugsorgane besitzt, könnte aber in die Störfallverordnung aufgenommen werden, vgl. Massnahme 1
A	Richtlinien für die Erdbebenauslegung der nuklearen Endlager	Δ	Gehört zum normalen Aufgabenbereich der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
A	Erdbebengefährdung der Kernkraftwerke aktualisieren	Δ	Entsprechende Arbeiten wurden von der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen bereits eingeleitet

A	Wissen zur Erdbebensicherung von Nuklearanlagen erhalten	Δ	Ist Bestandteil eines generellen und wesentlich weitergehenden Nachwuchsproblems im Nuklearbereich, das mit einem eigenständigen Massnahmenpaket gelöst werden sollte
B	Nachrüsten der Nuklearanlagen	Δ	Die Nachrüstung zu veranlassen, gehört zum normalen Aufgabenbereich der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
A	Beurteilungsgrundlagen, Prüfen, Sanieren der bestehenden grossen Talsperren	Δ	Massnahmen des Bundesamts für Wasserwirtschaft zur Erdbebensicherung von Talsperren sind bereits im Gang
A	Computerprogramme für Talsperren in Praxis umsetzten	Δ	Massnahmen des Bundesamts für Wasserwirtschaft zur Erdbebensicherung von Talsperren sind bereits im Gang

Ausbildung und Information			
A	Praxisbegleitende Fortbildungskurse	•	Vgl. Massnahme 12
A	«Erdbeben-Ausbildung» der Architekturstudierenden	•	Vgl. Massnahme 12
A	Sicherheitverantwortliche und Aufsichtsbehörden für Chemieanlagen ausbilden	x	Vgl. Massnahme 12
A	Merkblätter «Lokale Baugrundverhältnisse»	x	Vgl. Massnahme 13
A	Merkblätter «Nichtsynchrone Anregung»	x	Vgl. Massnahme 13
A	Merkblätter «Entwurf von Hochbauten/Brücken»	x	Vgl. Massnahme 13
A	Merkblätter «Nichttragende Bauteile»	x	Vgl. Massnahme 13
A	Merkblätter «Installationen und Einrichtungen»	x	Vgl. Massnahme 13
A	Anleitungen mit Forschungsergebnissen für die Praxis	x	Vgl. Massnahme 13
D	Öffentlichkeitsarbeit	•	Vgl. Massnahme 14

Ereignisbewältigung			
A	Konzepte für Notreparaturen für Lifelines	x	Vgl. Massnahme 16
A	Rechtliche und organisatorische Voraussetzungen für Informationsbeschaffung im Katastrophenfall	x	Vgl. Massnahme 16
A	Einsatzkonzepte der Rettungsdienste für Erdbebenfall anpassen	•	Vgl. Massnahme 17
B	Ausbildung von Fachleuten für die Katastrophenbewältigung	x	Vgl. Massnahme 17

Forschung			
A	Projekte zur Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis	x	Vgl. Massnahme 18
A	Begleitung von Forschungsarbeiten durch Praktiker	x	Vgl. Massnahme 18
A	Erforschung herddynamischer Vorgänge	x	Vgl. Massnahme 18
A	Abminderungsmodelle im Nahbereich	x	Vgl. Massnahme 18
A	Berechnungsmethode für «Site Effects»	x	Vgl. Massnahme 18
A	Berechnungsmethoden für Boden-Bauwerk-Interaktion	x	Vgl. Massnahme 18
A	Grundlagenforschung zur Erdbebensicherung von Tragwerken	x	Vgl. Massnahme 18
A	Grundlagenforschung zur Erdbebensicherung von speziellen Anlagen und Bauteilen	x	Vgl. Massnahme 18
A	Berechnungsverfahren der nichtlinearen Baudynamik	x	Vgl. Massnahme 18
A	Professuren für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen an der ETH Zürich und der EPF Lausanne	Δ	Der ETH-Rat hat kürzlich beschlossen, die Professur an der ETH Zürich neu zu besetzen; die Professur an der EPF Lausanne ist aktuell in ihrem Bestand nicht gefährdet

Kosten/Nutzen-Analyse

Beispielhaft für das methodische Vorgehen bei der Kosten/Nutzen-Analyse werden hier die Annahmen und Berechnungen zu den Massnahmen 8 und 9, Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes bzw. Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes, dargestellt.

Datenbasis und Annahmen für die Abschätzung des Nutzen/Kosten-Verhältnisses

Daten			
Symbol	**Wert**	**Bedeutung, Begründung**	**Quelle**
I	1.75 Mia Fr.	Jährliche Investitionen für Neubauten des Bundes, total 3.5 Mia. Fr., davon rund 1/2 für Hoch- und Brückenbau	Bundesamt für Statistik 1997
B	24 Mia Fr.	Gebäudewert der bestehenden Bauten des Bundes, Versicherungswert Hochbauten hochgerechnet auf Stand 1998	Wüest & Partner 1995

Annahmen			
Symbol	**Wert**	**Bedeutung, Begründung**	**Quelle**
SE	0.02%	Jährlicher Erdbeben-Schadenerwartungswert für Gebäude, bezogen auf den Gebäudewert	Rückversicherer: Swiss Re, Zürich Re
E	80%	Effizienzfaktor für bauliche Massnahmen, entspricht einem verbleibenden Schaden von 20% nach Vollzug der Massnahmen	Normschadenbilder nach SIA 160, 1989
F	3.3	Multiplikationsfaktor für Gesamtschäden, bezogen auf die Gebäudeschäden	Diverse Quellen, gemäss Kapitel 5.3.4
BSAN	15%	Sanierungsbedarf: Anteil der bestehenden Bauten mit ungenügender Erdbebensicherheit	

Beispiel Massnahme 8: Erdbebensicherung neu zu errichtender Bauwerke des Bundes

Vergleichsbasis: Bemessungsbeben nach SIA 160 bzw. Eurocode EC-8
Lebensdauer der neuen Gebäude: 50 Jahre

Kosten					
I	Jährliche Investitionen für Neubauten des Bundes [Bundesamt für Statistik, 1997] total 3.5 Mia Fr., davon rund 1/2 für Hoch- und Brückenbau				I = 1.75 Mia Fr.
dl	Mehrkosten durch Vollzug der Massnahme (inkl. indirekte Kosten)				
	Zone 1	0.50% für	80% der Bauten		
	Zone 2	1.00% für	15% der Bauten		
	Zone 3	2.00% für	5% der Bauten	>	dl = I x 0.65%
K	Jährliche Kosten über die Lebensdauer von 50 Jahren, bei 5% Verzinsung:				
	Annuität =	5.5% von dl	> K = I x 0.036%		
	mit I =	1.75 Mia Fr.	>> **K = 0.63 Mio Fr./Jahr**		

Nutzen			
SE	0.02% von I: Jährlicher Erdbeben-Schadenerwartungswert für Gebäude nach Angaben der Rückversicherer Swiss Re, Zürich Re		
E	80% Effizienzfaktor (entspricht einem verbleibenden Schaden von 20% nach Vollzug der Massnahme, in Anlehnung an die Normschilder nach SIA 160, 1989		
F	3.3 Faktor für Folgeschäden, Personenschäden, weitere immaterielle Schäden		
N	= SE x E x F	> N = I x 0.053%	
	mit I = 1.75 Mia Fr.	>> **N = 0.92 Mio Fr./Jahr**	
Nutzen/Kosten			**N/K = 1.5**

Beispiel Massnahme 9: Erdbebensicherung bestehender Bauwerke des Bundes

Vergleichsbasis: Bemessungsbeben nach SIA 160 bzw. Eurocode EC-8
Restlebensdauer der sanierten Gebäude: 20 Jahre

Kosten					
B	Gebäudewert der bestehenden Bauten des Bundes Versicherungswert Hochbauten hochgerechnet auf Stand 1998 [Wüest & Partner]				B = 24 Mia Fr.
BSAN	Sanierungsbedarf Anteil der bestehenden Bauten mit ungenügender Erdbebensicherheit 10% bis 20%, Annahme: 15%				
dB	Sanierungskosten für die Erdbebenversicherung (inkl. indirekte Kosten) Zone 1 Zone 2 Zone 3	 1.00% für 3.00% für 5.00% für	 80% der Bauten 15% der Bauten 5% der Bauten	 >	 dB = B x 0.225%
K	Jährliche Kosten, bei gleichmässiger Verteilung der Sanierung über 20 Jahre mit = B	 24 Mia Fr. >>	 **K = 2.70 Mio Fr./Jahr**	 	 (während 20 Jahre)

Nutzen				
SE	0.02% von I: Jährlicher Erdbeben-Schadenerwartungswert für Gebäude nach Angaben der Rückversicherer Swiss Re, Zürich Re			
E	80% Effizienzfaktor (entspricht einem verbleibenden Schaden von 20% nach Vollzug der Massnahme, in Anlehnung an die Normschadenbilder nach SIA 160, 1989)			
F	3.3 Faktor für Folgeschäden, Personenschäden, weitere immaterielle Schäden			
N	SE x BSAN x E x F mit B =	 24 Mia Fr. >>	N = B x 0.0079% **N = 1.90 Mio Fr./Jahr**	 (während 20 Jahre)
	Nutzen wirksam für sanierte Gebäude, dh. 15% von B ab abgeschlossener Sanierung, während der Restlebensdauer von 20 Jahren			

Nutzen/Kosten	**N/K = 0.7**

Impressum

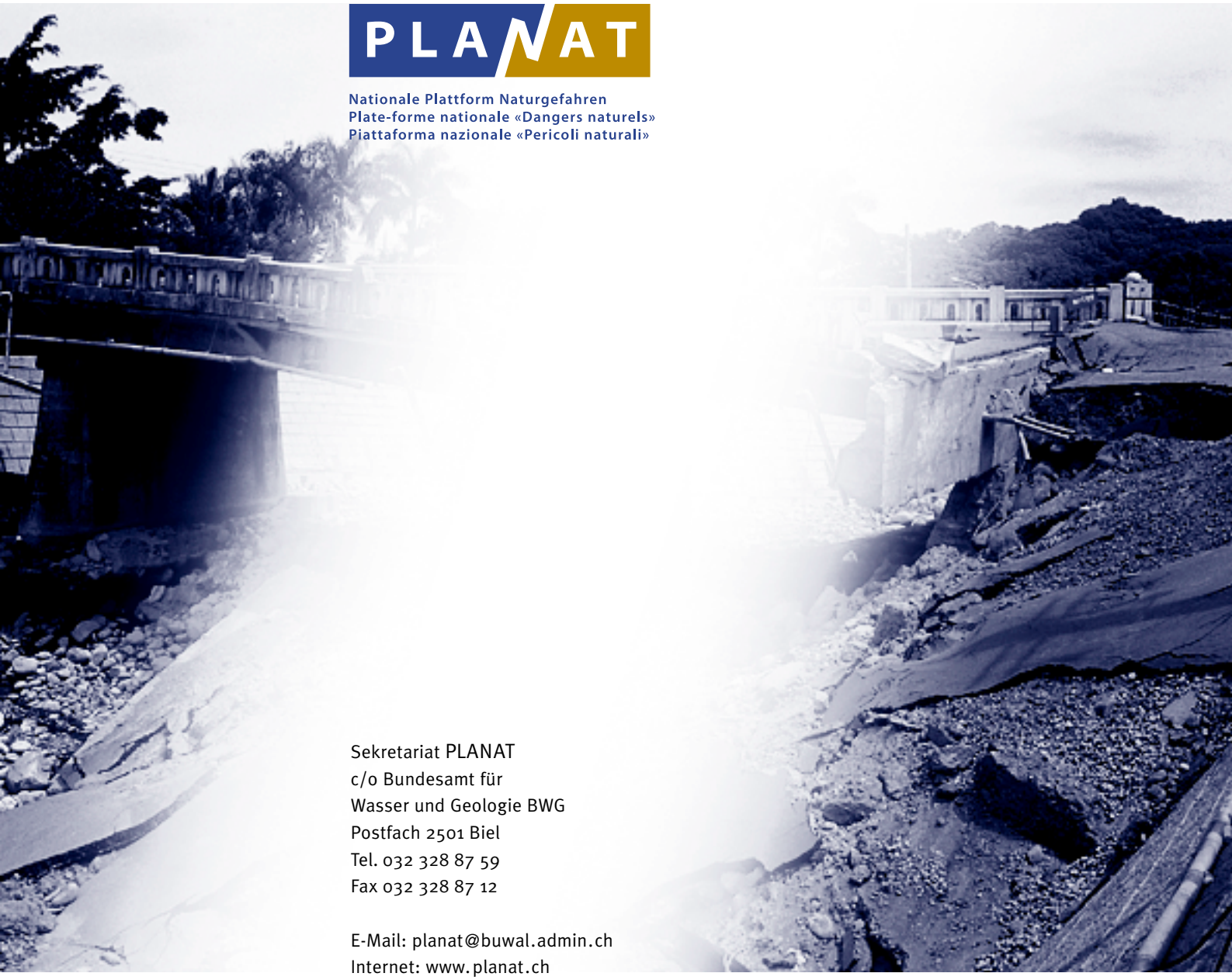
Autoren:
Dr. Anne Eckhard, Basler & Hofmann, Zürich
Peter Zwicky, Basler & Hofmann, Zürich
Dr. Hans Maurer, Basler & Hofmann, Zürich

Begleitende Arbeitsgruppe Risiko der PLANAT:
Prof. Daniel Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich (Vorsitz)
Dr. Walter Ammann, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos
Bruno Hostettler, Bundesamt für Zivilschutz, Bern
Prof. Laurent Vulliet, Institut des sols, roche et fondations, EPF Lausanne
Dr. Olivier Lateltin, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel (Sekretariat PLANAT)

Fotografien:
Thomas Wenk

Hinweis:
Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich

Bezugsquelle:
PLANAT Sekretariat
c/o Bundesamt für Wasser und Geologie BWG
Postfach
2501 Biel



PLANAT

Nationale Plattform Naturgefahren
Plate-forme nationale «Dangers naturels»
Piattaforma nazionale «Pericoli naturali»

Sekretariat PLANAT
c/o Bundesamt für
Wasser und Geologie BWG
Postfach 2501 Biel
Tel. 032 328 87 59
Fax 032 328 87 12

E-Mail: planat@buwal.admin.ch
Internet: www.planat.ch