4 / 2004

KGS PBC PCP

Forum

Kulturgüterschutz (KGS)
Protection des biens culturels (PBC)
Protezione dei beni culturali (PBC)
Protection of Cultural Property (PCP)



Bam (Iran), 2004

Thema: Erdbeben und Kulturgüter
Thème: Séismes et biens culturels
Tema: Terremoti e beni culturali
Theme: Earthquakes and cultural property

BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROTECTION DE LA POPULATION
UFFICIO FEDERALE DELLA PROTEZIONE DELLA POPOLAZIONE
FEDERAL OFFICE FOR CIVIL PROTECTION

Bam (Iran), 2002



Titelbild / Couverture / Immagine di copertina / Cover

Im Dezember 2003 wurde die iranische Stadt Bam – ein UNESCO-Weltkulturgut – durch ein Erdbeben weitgehend zerstört. Die Bilder zeigen die historische Stätte vor (grosses Bild) und nach (kleiner Bildausschnitt) der Katastrophe.
Ein Vergleich der beiden Bilder verdeutlicht, welche Bauteile bei Erdbeben besonders gefährdet sind (Erhebungen, Zinnen, Türme usw.). Negativ kann sich auch die Topographie auswirken (z.B. Lage auf einem Hügel).

En décembre 2003, la ville de Bam (Iran), qui fait partie du patrimoine mondial de l'UNESCO, a été en grande partie détruite par un séisme. Les photos montrent la ville avant et après la catastrophe.
La comparaison des deux photos permet de voir quels sont les éléments de construction les plus touchés en cas de séisme (créneaux, tours, etc). La topographie peut elle-aussi avoir des répercussions négatives (p. ex. édifices situés sur une colline).

Nel dicembre del 2003, la città iraniana di Bam, patrimonio culturale dell'UNESCO, è stata distrutta da un terremoto. Le immagini mostrano il sito storico prima e dopo la catastrofe.
Da un confronto delle due immagini risulta chiaramente che merli, torri, ecc. sono gli elementi architettonici più minacciati in caso di terremoto. Anche la situazione topografica può avere un'influenza negativa (per es. posizione in cima ad una collina).

In December 2003, an earthquake ripped through the Iranian city of Bam, a UNESCO world heritage site, causing widespread damage. The pictures show the historic sites before (large picture) and after (inset) the disaster.
A comparison of the two pictures clearly shows what structures are at particular risk (battlements, towers etc.). The topographical features of the city, if it is located on a hillside for example, can exacerbate the situation.

Hans Schüpbach

Fotos: © Keystone
(Silvio Fiore / AP Hasan Sarbakhshian)

Forum 4 / 2004

Inhalt

Contenu Contenuto Content

Bruno Hostettler **Editorial** 1

Patrick Smit **Entstehung von Erdbeben** 5

Schweizerischer Erdbebendienst **Historische Erdbeben in der Schweiz** 18

Olivier Lateltin **Le risque sismique et les mesures prises par la Confédération** 29

Hans Laupper **Teilbericht «Erdbeben und Kulturgüter»** 38

Rino Büchel **Konkrete Massnahmen im engeren KGS-Bereich** 46

Thomas Wenk **Erkenntnisse aus Ingenieurssicht** 52

Pierino Lestuzzi **Recherche parasismique expérimentale en Suisse** 59

Stefan Thurnherr **Kulturgüterverlust nach Erdbeben: Versicherungsfragen** 68

Roberto Piantoni **Terremoto Puglia e Molise, 2002** 77

Links / KGS Adressen Umschlag

Bruno Hostettler

Editorial

Bewusster Umgang mit Naturgefahren, auch im Kulturgüterschutz



Bruno Hostettler

stellvertretender Direktor des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS) und Mitglied der PLANAT.

Mit der durch die Plattform Naturgefahren (PLANAT) neu erarbeiteten Strategie «Sicherheit vor Naturgefahren» soll der Schutz der Bevölkerung im Sinne eines wirkungsvollen Risikomanagements optimiert werden. Gleichzeitig soll die Koordination im Bereich der Vorbeugung verbessert werden. Auch der im Auftrag des Bundesrates erstellte Bericht «Erdbeben und Kulturgüter» (vgl. S. 38–45 im vorliegenden KGS Forum) ist in dieser Optik zu sehen.

Die Vorbeugung, als Teil einer Gesamtpolitik, ist auch im Bereich der Naturgefahren ein zentrales Anliegen der Gesellschaft. Damit soll ein Beitrag zum Schutz der Menschen, der natürlichen Lebensgrundlagen und der Sachwerte geleistet werden. Da die für den Schutz zur Verfügung stehenden Mittel begrenzt sind, müssen aber die einzelnen möglichen Schutzmassnahmen jeweils auf ihre grösstmögliche Wirksamkeit im Verhältnis zu den eingesetzten finanziellen Mittel überprüft werden. Daraus geht klar hervor, dass auch im Naturgefahrenbereich ein Wechsel von einer sektoriellen Behandlung zu einer interdisziplinären Planung, d.h. von einer reinen Gefahrenabwehr zu einer umfassenden Risikokultur, stattfinden muss. In Zukunft wird es also nicht mehr darum gehen, wie wir uns vor einzelnen Gefahren schützen sollen, sondern welche Sicherheit zu welchem Preis erhältlich ist oder erhältlich sein soll. Obwohl der Vollzug der Massnahmen gegen Naturgefahren – insbesondere auch im Bereich Erdbeben – primär den Kantonen obliegt, hat der Bund in den vergangenen Jahren wesentliche Impulse zu einem bewussteren Umgang mit Naturgefahren gegeben. Im Jahre 1997 hat der Bundesrat die nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT), eine ausserparlamentarische Kommission, ins Leben gerufen. Als strategisches Organ und als Koordinationsstelle im Bereich der Vorbeugung vor Naturgefahren berät die PLANAT die zuständigen Fachstellen sowie den Bundesrat. Im Hinblick auf eine Stärkung des Risikobewusstseins hat sie als Schwerpunkt ihrer Tätigkeit eine Strategie «Sicherheit vor Naturgefahren» erarbeitet. Diese Strategie wurde im August 2003 vom Bundesrat zur Kenntnis genommen; mit deren Umsetzung hat man das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beauftragt.

Weil Erdbeben, mit sichtbaren Auswirkungen, in unserem Lande eher seltene Ereignisse sind, ist die Sensibilisierung für das Erdbebenrisiko in der Bevölkerung gering.

Impressum KGS Forum PBC PCP No. 4/2004

© ***Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Kulturgüterschutz (KGS), Bern 2004***

Herausgeber/Editeur/Editore/Editor: *Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS).*
Konzept/Concept/Concetto/Concept: *Rino Büchel, Hans Schüpbach, Eveline Maradan, Verena Bigler, Denise Pittet.*
Redaktion/Rédaction/Redazione/Editing+Layout: *Hans Schüpbach.*
Übersetzungen/Traductions/Traduzioni/Translations: *Corinne Aubert, Anne-France Marescot (f), Marinella Polli, Caroline Winiger (i), Elaine Sheerin (e).*
Auflage/Tirage/Tiratura/Edition: *3000; 4. Jahrgang.*
Adresse/Adresse/Indirizzo/Address: *BABS, KGS, Monbijoustrasse 51A, 3003 Bern. Tel. +41 (0)31 322 52 74. Fax +41 (0)31 324 87 89.*
Web*: www.kulturgueterschutz.ch ; www.bevoelkerungsschutz.ch*
KGS Forum PBC PCP, No. 5: *Dez./Déc./Dic./Dec. 2004*

Dies führte dazu, dass die Erdbebenvorsorge bisher stark vernachlässigt wurde.

Mit der vorliegenden Ausgabe des KGS Forums sollen die Auswirkungen von Erdbeben auf Kulturgüter aufgezeigt, mögliche Massnahmen zum Schutz und zur Behebung von Schäden diskutiert und damit die Verantwortlichen auf allen Stufen sensibilisiert werden. Damit kann ein Beitrag zum Schutz und zur Erhaltung des reichen und vielfältigen kulturellen Erbes in unserem Land geleistet werden.

Prendre conscience des dangers naturels pour mieux protéger les biens culturels

La nouvelle stratégie «Sécurité face aux dangers naturels», développée par la plate-forme «Dangers naturels» (PLANAT), devrait permettre de mieux protéger la population grâce à une gestion des risques efficace. En outre, PLANAT souhaite optimiser la coordination dans le domaine de la prévention. Le rapport «Séismes et biens culturels», rédigé sur mandat du Conseil fédéral (cf. pp. 38–45, Forum PBC), va également dans ce sens.

La prévention revêt une importance particulière dans le domaine des dangers naturels. En effet, elle est indispensable à la protection des hommes, des bases d'existence et des biens matériels. Etant donné que les fonds à disposition sont limités, il est nécessaire de tester l'efficacité de chaque mesure de protection existante en fonction des moyens financiers pouvant être engagés. Il semble évident que le domaine des dangers naturels ne doit plus être traité au niveau sectoriel mais doit être planifié de manière interdisciplinaire, ce qui signifie qu'il faut passer de la simple défense contre les dangers à une véritable gestion des risques. A l'avenir, il ne s'agira plus de savoir comment nous devons nous protéger de chaque danger. Il faudra plutôt se demander quels moyens de sécurité sont ou devraient être disponibles et à quel prix.
Bien que l'exécution des mesures en cas de danger naturel – en particulier en cas de séisme – incombe en premier lieu aux cantons, la Confédération a beaucoup investi ces dernières années pour favoriser la prise de conscience vis-à-vis des dangers naturels. En 1997, le Conseil fédéral a créé une commission extraparlementaire, la plate-forme nationale dangers naturels (PLANAT). En tant qu'organe stratégique et organe de coordination dans le domaine de la prévention des dangers naturels, PLANAT conseille les services spécialisés et le Conseil fédéral. En vue d'un renforcement de la prise de conscience des risques existants, la plate-forme s'est fixé pour objectif principal la création d'une stratégie nommée «Sécurité face aux dangers naturels». Cette stratégie a été soumise au Conseil fédéral en août 2003. Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) a été chargé de la mise en œuvre.

Etant donné que les séismes avec conséquences visibles sont rares dans notre pays, la population est peu sensible aux risques de tremblement de terre. La prévention en la matière a donc fortement été négligée jusqu'ici.

La présente édition de Forum PBC montre les effets des tremblements de terre sur les biens culturels et présente les différentes mesures de protection et de prévention existantes dans le but de sensibiliser les responsables à tous les niveaux et de contribuer à la protection du patrimoine culturel très diversifié de notre pays.

Bruno Hostettler
Directeur suppléant OFPP,
membre PLANAT



Ill. 1:
Suite au tremblement de terre de 1964 à Sarnen (OW), différents bâtiments ont dû être protégés.
Les fissures à la fassade de l'église sont bien perceptibles à gauche de la photo (Photo: Archives fédérales des monuments historiques; AFMH).

Calamità naturali e protezione dei beni culturali

La nuova strategia «Al sicuro dai pericoli naturali», elaborata dalla Piattaforma nazionale pericoli naturali (PLANAT), intende migliorare la protezione della popolazione grazie ad una gestione efficace dei rischi. Nel contempo, la PLANAT mira ad ottimizzare il coordinamento nel campo della prevenzione. Gli stessi obiettivi vengono posti dal rapporto «Terremoti e beni culturali» redatto su incarico del Consiglio federale (v. pagg. 38–45).

La prevenzione riveste un ruolo centrale anche nell'ambito delle calamità naturali. Essa è infatti indispensabile per contribuire alla protezione delle persone, delle basi vitali naturali e dei beni materiali. Dato che i mezzi di protezione disponibili sono limitati, il rapporto tra singola misura di protezione e costi finanziari deve essere il più possibile vantaggioso. Ne consegue che anche nel campo delle calamità naturali è necessario passare da una visione settoriale ad una pianificazione interdisciplinare, ossia dalle semplici misure di protezione ad una cultura del rischio radicata. In futuro non si tratterà quindi più di valutare semplicemente il modo in cui proteggersi da singole minacce, bensì quale sicurezza è o deve essere ottenibile a quale prezzo.
Nonostante la realizzazione delle misure di protezione dai pericoli naturali, in particolare nel campo dei terremoti, competa principalmente ai Cantoni, negli ultimi anni la Confederazione ha fornito importanti stimoli per rafforzare la consapevolezza del rischio costituito dalle calamità naturali. Nel 1997 il Consiglio federale ha istituito una commissione extraparlamentare in materia, la Piattaforma nazionale pericoli naturali (PLANAT). In qualità di organo strategico e di coordinamento nel campo della prevenzione dei pericoli naturali, la PLANAT funge da consulente degli enti competenti e del Consiglio federale. Essa ha focalizzato la sua attività su una strategia denominata «Al sicuro dai pericoli naturali». Il Consiglio federale ha preso conoscenza di questa strategia nell'agosto del 2003, e ha incaricato il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC) di realizzarla.



Dato che i terremoti, in particolare quelli con effetti visibili, sono estremamente rari nel nostro Paese, la popolazione è poco sensibile a questa minaccia. È per questo motivo che la prevenzione nel campo dei terremoti è stata finora molto trascurata.

La presente edizione di Forum PBC raccoglie testimonianze degli effetti dei terremoti sui beni culturali e dà spazio alla discussione sulle possibili misure di protezione e di ripristino dei danni, nell'intento di sensibilizzare i responsabili a tutti i livelli, e nella speranza di contribuire alla protezione ed alla conservazione del patrimonio culturale del nostro Paese.

Bruno Hostettler
Vicedirettore UFPP, membro PLANAT

A concerted approach to natural hazard management also for cultural property protection

The «Protection against Natural Hazards» strategy developed recently by the National Platform for Natural Hazards (PLANAT) should optimise the protection of the population in terms of effective risk management, as well as improve the co-ordination of preventive measures. The report «Earthquakes and Cultural Property» commissioned by the Federal Council (cf. pp. 38–45) in this issue of PCP Forum) fits into this context.

Natural hazard prevention, as part of overall prevention policy, is a central concern of society. It should help protect the population, its natural vital resources and its property. Due to limited financial resources, individual protective measures should be assessed in terms of their possible effectiveness relative to the funding available. As a consequence, natural hazard prevention must shift from a sectoral approach to interdisciplinary planning, i.e. from pure hazard defence to a comprehensive risk management culture. In future, prevention should not only concern protection from individual hazards, but also what level of security is or should be possible at what price.

Although the execution of preventive measures, particularly in relation to earthquakes, primarily falls to the cantons, the Confederation has in recent years provided real incentives for the development of a concerted approach to natural hazards. For example, the Federal Council set up an extra-parliamentary commission – the National Platform for Natural Hazards (PLANAT) in 1997. As the strategic body and co-ordination office for natural hazard prevention, PLANAT advises the relevant authorities and the Federal Council. To raise awareness of the risks involved, it developed the «Protection against Natural Hazards» strategy, which was approved by the Federal Council in August 2003. The Federal Department for the Environment, Transport, Energy and Communications (DETEC) was put in charge of its implementation.

Since earthquakes of significant magnitude rarely occur in Switzerland, the general public is rather poorly informed of the risk they pose. Consequently, earthquake mitigation until now has been largely overlooked.

This issue of PCP Forum will examine the impact of earthquakes on cultural property, discuss possible measures to protect and limit damage, and in doing so, raise awareness of earthquake risks among those responsible at all levels. It is hoped that this will help protect and preserve Switzerland's rich and diverse cultural heritage.

Bruno Hostettler
Deputy Director FOCP,
member of PLANAT

Patrick Smit

Entstehung und Auswirkungen von Erdbeben



Dr. Patrick Smit

Stv C Einsatz, Projektleiter Einsatzkonzept Erdbeben, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Nationale Alarmzentrale (NAZ).

Die Gefahren und Schrecken durch Erdbeben rings um das Mittelmeer sowie in Kleinasien waren den einheimischen Menschen seit je bekannt. Die Ursachen dieser Katastrophen und auch die Ausbreitung der aus ihnen gewaltsam hervorbrechenden Energie blieben aber bis in die Neuzeit Gegenstand von phantasiereichen Spekulationen. Entsprechend äusserte sich die Reaktion der Menschen lange Zeit darin, das Phänomen Erdbeben in mythologische oder religiöse Vorstellungen einzubauen. Der nachfolgende Beitrag erklärt die Entstehung und die Auswirkungen von Erdbeben, wie sie dem heutigen Stand der Forschung entsprechen.

Ausgangspunkt der systematischen Untersuchung von Auswirkungen solcher Naturphänomena war das Erdbeben von Lissabon vom 1. November 1755 (Magnitude ca. 8,7), welches in West-, Zentral- und Nordeuropa sehr gut verspürt wurde. In «Candide» beschreibt Voltaire die katastrophalen Auswirkungen dieses Erdbebens:
«... Ils sentent la terre trembler sous leurs pas; la mer s'élève en bouillonnant dans le port, et brise les vaisseaux qui sont à l'ancre. Des tourbillons de flammes et de cendres couvrent les rues et les places publiques; les maisons s'écroulent, les toits sont renversés sur les fondements, et les fondements se dispersent; trente mille habitants de tout âge et de tout sexe sont écrasés sous des ruines. ... Voici le dernier jour du monde! s'écriait Candide...».

Nach diesem Erdbeben wurden alle Gemeinden Portugals aufgefordert, die während und nach dem Ereignis gemachten Beobachtungen mittels Fragebögen zu beschreiben. Damit war die Methode der makroseismischen Beschreibung eines Erdbebens eingeführt. «Makroseismisch» heisst, dass alle ohne Hilfe von Instrumenten gemachten Wahrnehmungen zur Beschreibung eines Erdbebens dazu dienen, um die Fragen «wo», «wann» und «wie stark» systematisch beantworten zu können. Heute erfassen die seismologischen Observatorien die Auswirkungen jedes stärkeren Erdbebens systematisch und klassifizieren diese z.B. mit Hilfe der europäischen makroseismischen Skala, EMS-98 (Tab. 1, 2; S. 8/9).

Im Jahre 1761 erkannte der Engländer John Michell aufgrund der Auswertung der Auswirkungen des Ereignisses in Lissabon, dass sich die Erschütterungen von Erdbeben als elastische Vibrationen im Erdboden fortbewegen. Der französische Physiker und Chemiker Louis Gay-Lussac verglich 1823 erstmals die Energieausbreitung rings um einen Erdbebenherd mit der Ausbreitung von Schallwellen in der Luft. Schliesslich wurden im Laufe des 19. Jahrhundert die unterschiedlichen Erdbebenwellen identifiziert und physikalisch beschrieben (vgl. Abb. 5, S.12).
Mit Hilfe eines elektromagnetischen Seismographen registrierte Luigi Palmieri 1856 erstmals seismische Bodenbewegungen, die durch die vulkanischen Aktivitäten des Vesuvs verursacht wurden. Die ersten arbeitsfähigen Seismographen wurden um 1880 vom Amerikaner James Alfred Ewing konstruiert. Die Aufzeichnung der Bodenbewegungen geschah über einen kippbaren mechanischen Hebel auf einer rotierenden Kreisscheibe. Der englische Bergbauingenieur John Milnes erkannte gegen Ende des

19. Jahrhunderts die Notwendigkeit von weltumspannenden Seismographennetzen zur systematischen Erfassung von Erdbebenwellen, die eine unentbehrliche Grundlage für die instrumentelle Lokalisierung von Erdbeben sind. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts waren in Zürich (Erdbebenwarte Degenried), Basel (Sternwarte Binningen), Neuenburg (Sternwarte) und Chur (Kantonsschule) mechanische Seismographen mit grossen Pendelmassen (bis zu 20 Tonnen) in Betrieb, welche von den Schweizer Wissenschaftlern de Quervain und Piccard entwickelt worden waren.

Trotz Einführung der seismographischen Registrierungen gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Stärke eines Erdbebens bis in die 1930er Jahre ausschliesslich mit Hilfe der makroseismischen Skala beschrieben. 1935 führte Charles Richter die Magnitude ein, welche aufgrund der maximalen Amplituden auf Seismogrammen die Stärke eines Erdbebens angibt. Im Gegensatz zur Intensität ist die Magnitude ein Mass für die mechanische Energie, die während eines Erdbebens freigesetzt wird (vgl. Tab. 1).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden auch die ersten globalen Epizentrenkarten veröffentlicht, die ausschliesslich auf makroseismischen Beobachtungen beruhten. Wie aus den modernen Karten der Erdbebenherde hervor geht, die auf instrumentelle Daten aufbauen, konzentrierten sich die Erdbeben auf relativ schmale Gürtel rund um den Globus. Eine befriedigende Erklärung der Verteilung der Erdbebenherde konnten die Wissenschaftler damals noch nicht geben.

Die Vorstellung driftender Kontinente geht auf den deutschen Geophysiker, Meteorologen und Polarforscher Alfred Wegener (1880–1930) zurück, der sich 1912 erstmals gegen das fixistische Weltbild der damaligen Geologie aussprach. Er war der erste Geowissenschaftler, der interdisziplinär arbeitete und Argumente aus allen Disziplinen der Geowissenschaften zusammentrug, um seine Vorstellungen von den driftenden Kontinenten zu beweisen. Alfred Wegener hatte zwar gewisse Anfangserfolge, doch seine mobilistischen Ideen eilten ihrer Zeit voraus und fanden bei der Mehrheit seiner Kollegen keine Zustimmung. Vor allem konnte Wegener keine befriedigende Erklärung für die Kräfte geben, die notwendig sind, um die Kontinente zu bewegen. Erst Anfang der 1950er Jahre erhielt die Idee der driftenden Kontinente dank einer Reihe geophysikalischer und geologischer Beobachtungen neuen Auftrieb. Sie bildeten den Grundstein für die Theorie der Plattentektonik, die seit Ende der 1960er Jahre das geologische Weltbild unserer Erde revolutionierte (Abb. 3, 4; S. 11).

Die Gefährdung der Schweiz durch Erdbeben ist je nach Region als klein bis mittel einzustufen. Die Geschichte hat allerdings gezeigt, dass zerstörende Erdbeben zwar selten, aber doch prinzipiell auftreten können. Jene Gebiete in denen heute Erdbeben-Aktivität festzustellen ist, sind auch die Gebiete in denen in Zukunft grössere Erdbeben zu erwarten sind. Zudem wird das Risiko eines Schadens auch durch die Qualität der Bausubstanz (man denke vor allem an ältere Gebäude) und die Dichte der Besiedlung und Industrialisierung bestimmt. Bezieht man diese Faktoren in eine Beurteilung mit ein, ergibt sich ein beträchtliches Schadenspotenzial durch Erdbeben in der Schweiz, das volkswirtschaftlich keinesfalls vernachlässigt werden darf.

Kenngrössen von Erdbeben

Nachfolgend werden zum besseren Verständnis einige Begriffe erklärt, die in der Seismologie zur Beschreibung eines Erdbebenherdes gebräuchlich sind.

Epizentrum und Hypozentrum

Der Ort an der Erdoberfläche, senkrecht über dem Erdbebenherd, wird als Epizentrum bezeichnet. Im Epizentrum starker Erdbeben sind meist auch die grössten Schäden zu verzeichnen. Das Hypozentrum, d.h. der unterirdische Erdbebenherd, wird mittels instrumenteller Aufzeichnungen ermittelt. Der Erdbebenherd kann nur theoretisch als punktförmige Quelle angesehen werden, denn in Wirklichkeit besitzt er immer eine flächenhafte Ausdehnung, die von etwa zehn Metern (für ein Erdbeben der Magnitude 3) bis zu mehreren hundert Kilometern (für ein Erdbeben der Magnitude 9) reicht.

Mit seismischen Aufzeichnungen (Seismogrammen) von mindestens drei Stationen können die Koordinaten des Epizentrums und die Tiefe eines Erdbebenherdes bestimmt werden. Die Zuverlässigkeit dieser Bestimmung hängt neben der Lage der Stationen und der Ablesegenauigkeit ganz entscheidend von der Kenntnis der Struktur des

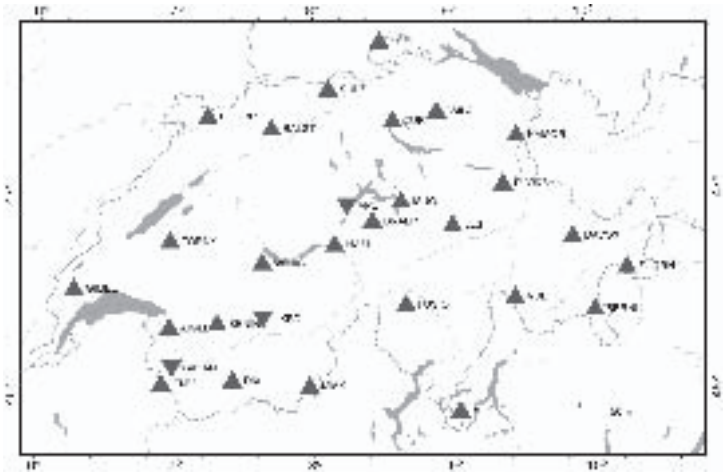
Untergrundes ab. Für Erdbeben in der Schweiz wird mit den heute existierenden permanenten seismischen Messnetzen eine Lokalisiergenauigkeit von 1–2 km erreicht (Abb. 1 und 2).

Die Herdtiefe von Erdbeben reicht bis zu 700 km. Neben den in allen Erdbebenzonen vorhandenen oberflächennahen Erdbeben (bis 30 km Tiefe) sind mitteltiefe (bis 150 km) und tiefe Erdbebenherde (bis 700 km) allerdings nur in Gebieten zu finden, wo auf Grund grossräumiger tektonischer Verschiebungen Teile der kalten, bruchfähigen Erdkruste ins Erdinnere abtauchen (z.B. Japan, Fidji-Tonga Graben).

Im Alpengebiet sind dagegen keine Erdbeben festgestellt worden, die tiefer als 15–20 km liegen. Bemerkenswert ist allerdings, dass in einigen Gebieten des Alpenvorlandes (Region Freiburg, Napfgebiet, Baselland, Zürichsee und Frauenfeld) Erdbeben in 25–30 km Tiefe aufgetreten sind. Dies deutet auf tektonische Verschiebungen in lokalen Störungszonen der tieferen Erdkruste hin, die bei Basel ca. 26 km und, nach Süden zunehmend, im Zürichsee- und Napfgebiet ca. 30 km mächtig ist.

Abb. 1, oben: Permanentes Erdbeben-Stationsnetz des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED). Sämtliche Stationen sind durch ein komplexes Übermittlungsnetz mit der Registrierzentrale in Zürich verbunden (SED, 2003).

Abb. 2, unten: Starkbeben-Messstationen in der Schweiz (SED, 2003, ergänzt).





Magnitude

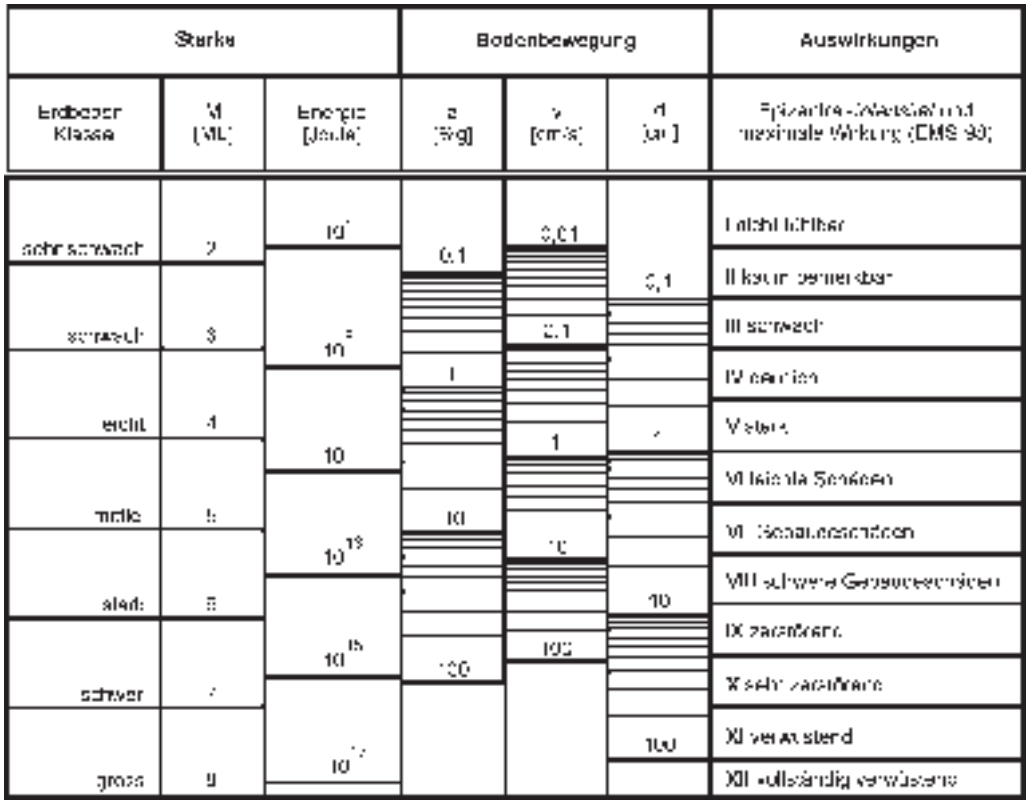
Seit etwa 1935 wird die Stärke eines Erdbebens mittels der Magnituden-Skala (auch Richter-Skala genannt) angegeben. Die Magnitude ist ein logarithmisches Mass für die im Erdbebenherd freigesetzte Energie und wird aus der maximalen Bodenbewegung berechnet. Die maximale Amplitude eines Seismogramms befindet sich immer im Bereich der S- oder Oberflächenwellen.

Neben der Richter-Magnitude sind auch noch andere z.T. zuverlässigere Methoden zur Berechnung der Magnitude im Gebrauch, welche die Amplitude der P-Wellen (Raumwellen-Magnitude, mb) oder der Oberflächenwellen (Oberflächenwellen-Magnitude, Ms) in bestimmten Frequenzbereichen benützen.

Die bei Erdbeben freigesetzten Energien umfassen einen sehr grossen Bereich. Da eine Magnitudenstufe etwa einer Änderung der Energie um den Faktor 32 entspricht, wird bei einem Weltbeben der Magnitude 8 ungefähr eine Million mal mehr (seismische) Energie freigesetzt als bei einem leichten (immer noch spürbaren) Erdbeben der Magnitude 4. Es ist daher auch sofort einsehbar, dass selbst eine grössere Anzahl von kleinen Erdbeben nicht die Rolle eines einzigen starken Erdbebens beim Spannungsabbau in der Erdkruste ersetzen und so dieses verhindern kann. Das Auftreten kleiner Erdbeben ist eher als Indiz für Ort und Wahrscheinlichkeit eines grösseren Erdbebens zu werten als für einen wesentlichen Abbau von Spannungen.

Intensität

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts werden Erdbeben mit Hilfe von verschiedenen Intensitäts-Skalen und der Beschreibungen der beobachteten Auswirkungen bzw. Schäden systematisch klassifiziert. In Europa wurde 1998 die zwölfstufige EMS-98 Skala (European Macroseismic Scale) eingeführt, die heute in den meisten Ländern einheitlich in Gebrauch ist. In den USA wird traditionell die ebenfalls zwölfstufige MM-Skala (Modified Mercalli) benützt. Die Intensität wird immer mit römischen Ziffern angegeben. Meist sind die Skalen auf bestimmte typische Bauweisen in einem Land zugeschnitten und lassen sich daher schlecht verein-



Tab. 1: Magnitude und Intensität. Die Parameter der Bodenbewegungen sind als Maximalbeträge aufzufassen und widerspiegeln nur näherungsweise die wirklichen Verhältnisse. Der Zusammenhang zwischen Magnitude und den anderen Messgrössen ist von der Herdtiefe abhängig. In der nebenstehenden Tabelle wurde eine Herdtiefe von 10–15 km angesetzt.

Abkürzungen:
M = Magnitude
a = Beschleunigung
v = Geschwindigkeit
d = Verschiebung
g = Erdbeschleunigung

heitlichen. In der Praxis werden in Publikationen oft die Epizentral-Intensität und die maximal beobachtete Intensität gleichgesetzt. Erstere ist ein Mittelwert aus einer Vielzahl von Beobachtungen an verschiedenen Orten im Epizentralgebiet, letztere ist eine Einzelbeobachtung, wobei die örtlichen Bedingungen sehr wohl zu einem höheren Wert im Vergleich zur Epizentral-Intensität führen können. Erfahrungsgemäss ist die maximale Intensität bei einem Erdbeben oft um 0,5–1 Einheit grösser als die Epizentral-Intensität. Eine Ausnahme bildet der Fall, wenn die maximal beobachtete Intensität weit weg vom Epizentrum liegt. Tab. 1 (oben) zeigt ungefähr das Verhältnis zwischen Magnitude und Intensität, in Tab. 2 (S. 9) findet sich eine vereinfachte Definition der EMS-98 Skala.

Dauer der Bodenerschütterung

Ein weiterer wichtiger, meist unterschätzter Parameter für die Entwicklung eines Schadens besteht in der Dauer der Erschütterung. Darunter wird im engeren Sinn meist die Dauer der starken, spürbaren Erschütterungen verstanden, die hauptsächlich von der Magnitude des Erdbebens und der Entfernung vom Erdbebenherd abhängt. Sie beträgt in der Regel bei Magnitude 3 wenige Sekunden und bei einem mittelstarken Erdbeben der Magnitude 5 höchstens zwanzig bis dreissig Sekunden. Die mit Seismographen messbare, zum grossen Teil nicht spürbare zeitliche Länge eines Seismogramms ist allerdings wesentlich grösser. Dominierend sind hier die Oberflächenwellen, die zu einer relativ lang andauernden seismischen Aufzeichnung beitragen. Sie sind wegen den niedrigen Frequenzen und folglich sehr kleinen Beschleunigungen praktisch nicht spürbar, können aber sehr wohl zu grossen Verschiebungen führen und sind daher vor allem bei Bauwerken mit grösseren Dimensionen (z.B. Brücken) von Bedeutung. An einigen Stauanlagen der Schweiz (z.B. Wägitalersee) werden die Oberflächenwellen selbst sehr weit entfernter starker Erdbeben z.B. in Japan oder Mittelamerika regelmässig mit den kontinuierlichen Messungen der Lotabweichungen an fest installierten langen Pendeln erfasst.

EMS-98 Intensität	Beschreibung der maximalen Wirkungen
I	**nicht fühlbar**.
II	**kaum bemerkbar:** Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
III	**schwach:** Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern. Hängende Gegenstände schwingen leicht.
IV	**deutlich:** Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Beobachter spüren leichtes Schwanken des Gebäudes. Die Erschütterungen sind nicht angsterregend. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
V	**stark:** Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Wenige werden verängstigt. Beobachter spüren starkes Schütteln und Schwanken des Gebäudes. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Objekte werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf und zu. Fensterglas kann zerbrechen. Flüssigkeit in vollen Behältern schwappt über. Tiere werden unruhig.
VI	**leichte Gebäudeschäden:** Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Wenige Personen verlieren das Gleichgewicht. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden, wie feine Mauerrisse und das Abfallen von z.B. kleinen Verputzteilen. Grosstiere sind erschreckt.
VII	**Gebäudeschäden:** Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Viele haben Gleichgewichtsstörungen, speziell in oberen Stockwerken. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen in grossen Mengen aus den Regalen. Wasser schwappt aus grossen Gefässen, Tanks und Pools. An vielen Häusern solider Bauart treten mässige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). Vornehmlich Gebäude in schlechtem Zustand zeigen grössere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
VIII	**schwere Gebäudeschäden:** Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. Möbel können umfallen. Grosse Gegenstände fallen oder rutschen vom Tisch. Grabsteine werden versetzt oder fallen um. An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf, d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
IX	**zerstörend:** Allgemeine Panik unter den Betroffenen. Personen werden zu Boden geworfen. Viele Standbilder und Säulen fallen um. Wellen in weichen Böden sichtbar. Sogar gut gebaute, gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. Viele schwächere Bauten stürzen ein.
X	**sehr zerstörend:** Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
XI	**verwüstend:** Die meisten Bauwerke, selbst einige mit gutem erdbebengerechtem Konstruktionsentwurf und -ausführung, werden zerstört.
XII	**vollständig verwüstend:** Nahezu alle Bauwerke werden zerstört.

Tab. 2: Vereinfachte Definition der Europäischen Makroseismischen Skala; EMS-98, vgl. auch Tab. 1, S. 8 (GRÜNTHAL 1998, modifiziert).

Entstehung von Erdbeben

Erdbeben sind Bruchvorgänge in der Erdkruste als Folge von überhöhten Scherspannungen im Gestein. Hervorgerufen werden die Spannungen durch langsame unterschiedliche Bewegungen in der Erdkruste und diese wiederum durch Konvektionsströmungen im tieferen Erdmantel. Werden die Spannungen so gross, dass die Festigkeit bestimmter Erdschichten, meist entlang schon existierender Störungszonen, überschritten wird, dann kommt es zu einem räumlich mehr oder weniger ausgedehnten Bruch. Wenn dieser Vorgang in bestimmten Zeitabständen immer wieder auftritt, dann spricht man von einem seismisch aktiven Bruch bzw. Bruchsystem. Geologische Untersuchungen und instrumentelle Beobachtungen an bekannten Bruchsystemen (z.B. San Andreas Bruchsystem an der Westküste der USA) haben gezeigt, dass Spannungen in der Erdkruste prinzipiell sowohl durch plötzlich auftretende Erdbeben als auch durch langsames, stetiges, nicht seismisches Kriechen wieder abgebaut werden können. Die Zahl und Stärke von Erdbeben in einem Gebiet hängt wesentlich davon ab, wie schnell der Spannungsaufbau vor sich geht.

Die Lage eines Bruches sowie die Orientierung der Verschiebung der angrenzenden Erdschollen kann bei einem sehr starken Erdbeben oft anhand der sichtbaren geologischen Phänomene an der Erdoberfläche ermittelt werden. Die grössten bisher beobachteten permanenten Verschiebungen traten 1906 bei einem Erdbeben der Magnitude 8,5 nördlich von San Francisco (bis 6 m horizontal) und 1964 bei einem der Magnitude 9,2 in Alaska (bis 3 m vertikal) auf. Beim Weltbeben in Chile von 1960 (Magnitude 9,5) wurde der Bruch an der Erdoberfläche auf einer Länge von 800 km beobachtet. Bei den meisten Erdbeben dringt der Bruchvorgang allerdings nicht bis zur Erdoberfläche durch und ist daher auch nicht direkt sichtbar und messbar. In vielen Fällen können aber die Dimension und der Mechanismus der Bewegung indirekt durch die Auswertung instrumenteller Aufzeichnungen ermittelt werden.
In der Schweiz sind aktive Brüche an der Erdoberfläche ausserordentlich schwer zu entdecken. Der Grund dafür liegt hauptsächlich in den grossräumigen geologischen Sedimentstrukturen, die vorhandene neotektonische (aktive) Bruchsysteme im tieferen Untergrund überdecken können. Ausserdem sind natürlich auch starke Erdbeben mit entsprechend grossen Verschiebungen sehr selten.

Nachbeben

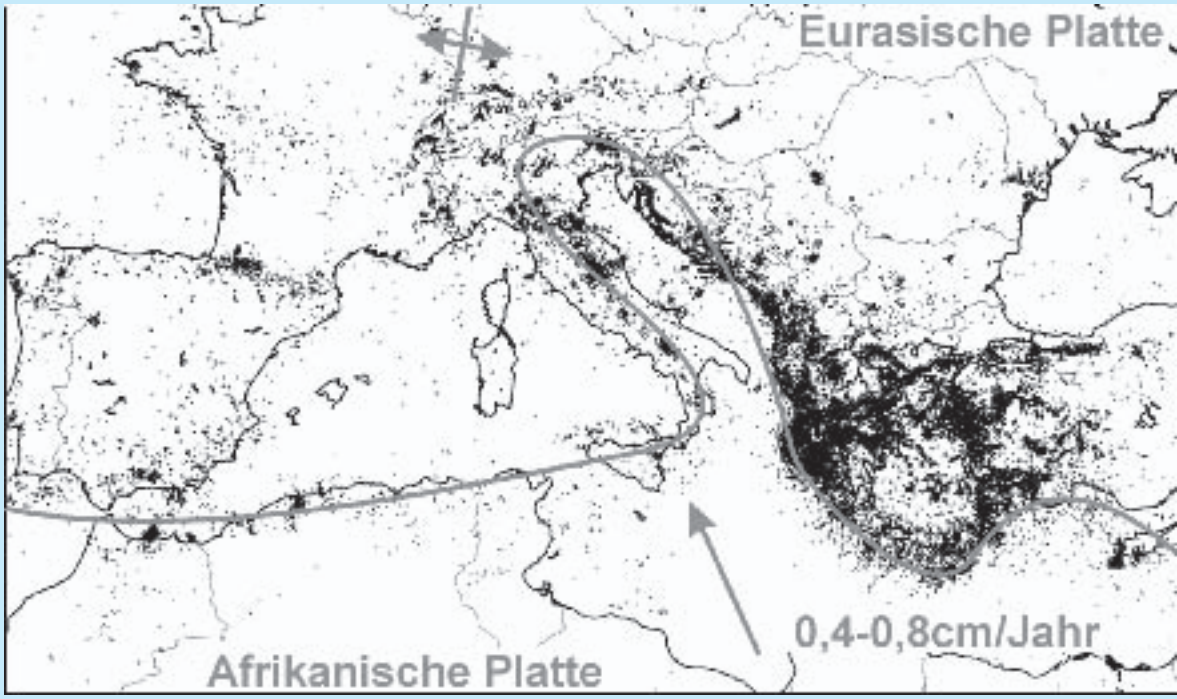
Erdbeben, die häufig unmittelbar nach einem grösseren Erdbeben im selben Epizentralgebiet auftreten, bezeichnet man als Nachbeben. Das Zeitfenster für Nachbeben reicht je nach Stärke des Hauptbebens von einigen Tagen bis zu einigen Monaten. Welche Erdbeben noch unter Nachbeben einzuordnen sind, ist weitgehend Definitionssache. Nachbeben zeigen in der Regel mit fortschreitender Zeit abnehmende Stärke und geringere Häufigkeit. Es gibt allerdings Ausnahmen von dieser Regel. Beispielsweise traten vier Monate nach dem schweren Erdbeben im Friaul (Norditalien) vom 6. Mai 1976 zwei Nachbeben von praktisch gleicher Stärke wie das Hauptbeben auf (Magnitude 6,5). Bei der Bestimmung der Gefahr durch Erdbeben müssen die Auswirkungen von Nachbeben berücksichtigt werden. Oft treffen sie ja schon durch das Hauptbeben geschwächte Bauten und können deshalb zum totalen Einsturz der Bauwerke oder mindestens zu weiteren Schäden führen. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch gering, dass selbst starke Nachbeben weitere schwere Schäden verursachen oder ähnliche Auswirkungen haben werden wie das Hauptbeben. Nachbeben haben jedoch nachhaltige Auswirkungen auf die Rettungs- und Bewältigungsarbeiten. Aus Sicherheitsgründen musste etwa die Rettungskette Schweiz während ihres Einsatzes in Erzincan (Türkei, März 1992) die Rettung eines Verschütteten wegen der Gefährdung durch starke Nachbeben abbrechen.

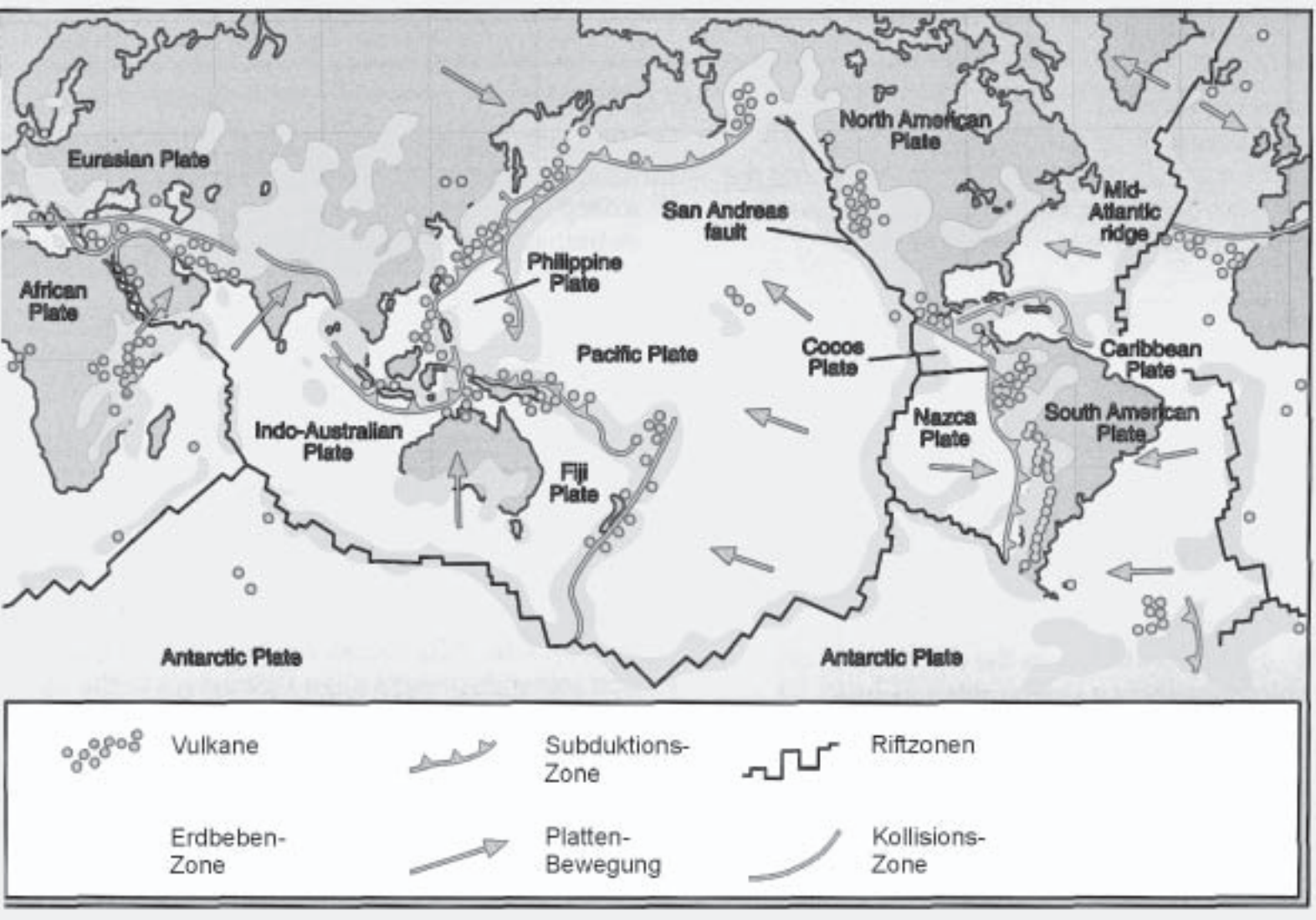
Plattentektonik

Das Prinzip der weltweiten plattentektonischen Verschiebungen beinhaltet, dass die Erdoberfläche aus mindestens sieben grossen und mehr als zehn kleinen ca. 100 km dicken Lithosphären-Platten besteht, die sich mehr oder weniger unabhängig von einander bewegen und dabei von ausgedehnten Konvektionszellen im Erdmantel angetrieben werden (Abb. 4).
Das teilweise aufgeschmolzene, zähflüssige Magma lässt solche Konvektionszellen aufgrund der ungleichmässigen Wärmeverteilung im Erdinnern zu. Die in Richtung und Betrag unterschiedlichen Bewegungen der Lithosphären-Platten führen in den Rand- bzw. Kontaktzonen zum stetigen Aufbau von Spannungen, die ruckartig und kontinuierlich abgebaut werden.
Das deutlichste Kennzeichen der Plattenränder ist die Anhäufung von Erdbeben und Vulkanen, die als grossräumig zusammenhängende, mehr oder weniger schmale Zonen auf einer Weltkarte erscheinen. Die weitaus aktivste Erdbebenzone der Erde zieht sich rund um die Pazifische Platte und erzeugt über 90% der weltweit freigesetzten Erdbebenenergie.

Abb. 3, rechts: Ungefährer Verlauf der Plattengrenze zwischen der Eurasischen und Afrikanischen Platte sowie Richtung und Drift-Geschwindigkeit der Afrikanischen Platte. Im Rheingraben bei Basel bricht die Eurasische Platte auseinander (Riftzone).

Abb. 4, unten: Schematische Darstellung der Lithosphären-Platten der Erde (FRAMPTON et al., 2000, modifiziert).





Ausbreitung von Erdbebenwellen

Die von Erdbeben schlagartig freigesetzte Energie breitet sich durch die Erde nach allen Seiten fort. Materialteilchen (man denke an einen Würfel) werden angestossen und nehmen portionsweise Energie auf, um dann deformiert (zusammengepresst, auseinandergezogen, verbogen oder verdreht) zu werden. Dabei ändern sie ihre Form (Scherung) und ihr Volumen (Kompression oder Streckung). Sie geben dadurch die Bewegungsenergie an die benachbarten Teilchen weiter und kehren gleichzeitig in einer gedämpften Schwingung zu ihrer ursprünglichen Gestalt zurück (Elastizität). Alle Teilchenbewegungen überlagern sich zu einer Welle. Je nach Art und Richtung der Teilchenbewegungen entstehen verschiedene Wellenarten.

In der Seismologie unterscheidet man entsprechend ihrem Ausbreitungsweg grundsätzlich zwischen Raum- und Oberflächenwellen. Raumwellen pflanzen sich durch das Erdinnere fort. Je nach Schwingungsrichtung treten Raumwellen entweder als Kompressionswellen (P → primär) oder als Scherwellen (S → sekundär) auf. Oberflächenwellen werden bei Erdbeben mit geringer Herdtiefe beobachtet und breiten sich mit relativ geringer Geschwindigkeit entlang der Erdoberfläche aus. Theoretisch kann man die Oberflächenwellen je nach dem Wellentyp in Rayleigh-Wellen und Love-Wellen einteilen. Während Rayleigh-Wellen elliptisch polarisiert sind, schwingen Love-Wellen horizontal und quer zur Ausbreitungsrichtung.

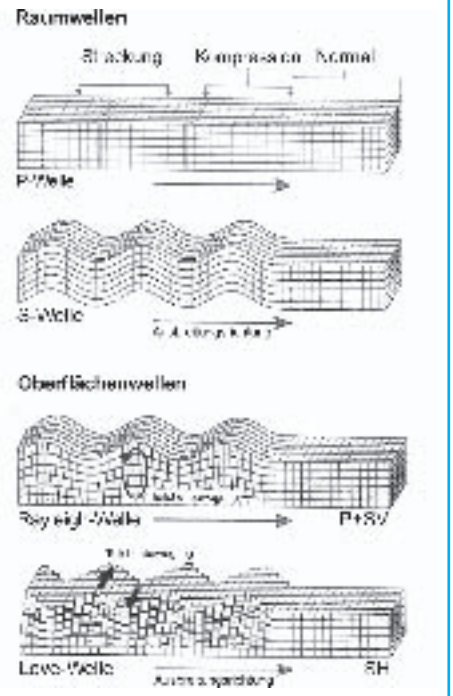


Abb. 5: Schema zur Ausbreitung der unterschiedlichen Erdbebenwellen.

Erdbeben-Gefährdung und Risiko

Aussagen über die Erdbeben-Gefährdung in einem Gebiet sind bis heute vorwiegend statistischer Natur, d.h. mit der Angabe der zu erwartenden Stärke eines Erdbebens an einem Ort ist immer die Wahrscheinlichkeit des Auftretens verbunden. Der Anschaulichkeit halber wird sehr oft auch von der reziproken Grösse, der statistischen Wiederkehrperiode gesprochen. Sinnvollerweise sollten Karten, in denen die Erdbeben-Gefährdung für ein Gebiet beschrieben ist, immer einen vorausschauenden Charakter haben. Sonst wäre die Aussage wertlos oder nur von historischem Interesse. Dies bedeutet nun allerdings, dass mehr oder weniger gesicherte Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Seismizität in einem Gebiet gemacht werden müssen. Dies ist auf der Basis der Erdbeben-Geschichte eines Landes nur sehr beschränkt möglich. Ausserdem sind statistische Modelle, die diesbezüglich die Zukunft beschreiben können bisher nur im Ansatz und auch nur für lokal sehr begrenzte Gebiete entwickelt worden.

Unter dem Ausdruck Erdbeben-Risiko versteht man ganz allgemein die Wahrscheinlichkeit eines Schadens oder eines Verlusts infolge Erdbebens. Einer Definition der UNESCO folgend, setzt sich das Risiko aus drei multiplikativen Komponenten zusammen:

* Gefährdung (Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Erdbeben pro Zeiteinheit in einem bestimmten Gebiet),
* Anfälligkeit für Schäden (beeinflussbar durch gezielte Vorkehrungen gegen Schäden),
* Quantitative Einschätzung der gefährdeten Objekte (Bedeutung für die Allgemeinheit, ökonomische und soziologische Konsequenzen).

Schadenbeben

Erfahrungen haben gezeigt, dass bei einem Erdbeben der Magnitude $\geq$ 5,5 vor allem dann mit Schäden grösseren Ausmasses gerechnet werden muss, wenn das Epizen-

trum direkt unter oder in der Nähe einer grösseren Stadt auftritt. Entscheidend neben der Nähe des Erdbebens ist ausserdem die Herdtiefe, die generell von 0–700 km variieren kann. Es ist allerdings zu bemerken, das tiefe Erdbeben (300–700 km) nur in wenigen Gebieten der Erde vorkommen, vor allem in sogenannten Subduktionszonen um den Pazifik, wie z.B. Fidji-Tonga, Japan und an der Westküste Südamerikas. In praktisch allen Subduktionszonen sind mitteltiefe Erdbebenherde (80–300 km) zu beobachten, die, vor allem wenn sie über Magnitude 7 liegen, zu ausgedehnten Schadengebieten führen können.

Erdbeben in geringer Tiefe (bis 80 km) sind die weitaus häufigste Ursache für katastrophale Schäden. Das Schadensbild zeigt dabei im Epizentralgebiet die grössten Schäden, die aber mit zunehmender Entfernung abnehmen.

Würde sich das Basler Erdbeben von 1356 heute ereignen, wären Gebäudeschäden von rund 45 Milliarden Franken zu erwarten. Gemeinsam mit den Mobiliarschäden (15 Milliarden Franken), Infrastrukturschäden (5–10 Milliarden Franken) sowie den durch Betriebsunterbrüche verursachten Kosten (10–15 Milliarden Franken) käme man auf einen Gesamtschaden von rund 80 Milliarden Franken. Diese Summe entspricht knapp 20% des Bruttoinlandproduktes der Schweiz von 2002.

Einfluss des Untergrundes

Ein oft unterschätzter aber wichtiger Faktor bei der Bestimmung der Erdbeben-Gefährdung besteht im Einfluss des Untergrundes. So werden z.B. durch mehr oder weniger mächtige, lockere Bodenschichten beträchtliche Veränderungen in der Frequenz und Amplitude der ursprünglichen Bodenbewegung hervorgerufen. Solche Resonanzeffekte können sowohl verstärkend als



Abb. 6: Mutmassliche Schadenverteilung, wenn sich das Basler Erdbeben von 1356 heute ereignen würde (aus: SCHMID, SCHRAFT, 2000).

auch abschwächend wirken und beziehen sich immer auf einen bestimmten charakteristischen Frequenzbereich. Ebenso können lang anhaltende hochfrequente Vibrationen beim Zusammentreffen ungünstiger Verhältnisse im Untergrund (wie z.B. bei sandigem Boden und hohem Grundwasserspiegel) Bodeninstabilitäten erzeugen, die zum totalem Verlust der Tragfähigkeit für Bauten führen.

Verhaltensempfehlungen

Erdbeben führen in den meisten Fällen nur zu kurz andauernden starken Erschütterungen, die spätestens nach einer Minute wieder abgeklungen sind.

Vorsorge
Im Voraus überlegen und besprechen, wie man sich bei einem Erdbeben in verschiedenen Situationen verhalten würde.

* Hauptschalter und -hahnen für elektrischen Strom, Wasser und Gas kennen und wissen wie man sie bedient.
* Gebäude und Wohnungen auf lockere Kamine, Dachziegel und Verputzteile an Wänden und Decken überprüfen und wenn nötig Schäden beseitigen lassen.
* Aufhängung und Befestigung von schweren Lampen, Bücherregalen und anderen gefährdeten Einrichtungsgegenständen überprüfen. Mängel beheben, evtl. Sicherungen anbringen.
* Wichtige Telefonnummern gut sichtbar notieren (Polizei, Feuerwehr, Ambulanz usw.).
* Notgepäck (u.a. persönliche Ausweise, persönliche Medikamente) bereit halten.

Während eines Erdbebens

* Im Innern von Gebäuden möglichst rasch einen Platz aufsuchen, wo man gegen herabfallende Teile geschützt ist. Dies ist z.B. in Türrahmen oder unter einem soliden Tisch, Pult oder Bett.
* Zum Schutze vor herabfallendem Mauerwerk, Verputz, Glas und unbefestigten Einrichtungsgegenständen nicht zu den Ausgängen stürzen.
* Im Freien von Aussenwänden weggehen (Abstand mindestens eine halbe Gebäudehöhe). Offene Flächen aufsuchen.

Nach einem Erdbeben

* Ruhe bewahren und dabei feststellen, ob jemand in der Umgebung verletzt wurde. Erste Hilfe leisten.
* Radio hören. Verhaltensanweisungen der zuständigen Behörden befolgen.
* Auf Nachbeben gefasst sein, daher sich selber und Verletzte schützen.
* Vorsicht vor herunterfallenden losen Teilen. Nicht an Aussenmauern aufhalten.
* Elektrizität, Strom, Wasser und Gas überprüfen und bei Beschädigung abstellen (Haupthahnen, -sicherung).
* Gebäude und Umgebung auf mögliche gefährliche Schäden oder Feuerherde überprüfen (einsturzgefährdete Bauwerke, offene Kamine, elektrische Kurzschlüsse, beschädigte Gasleitungen). Feuerherde löschen und der Polizei, Feuerwehr oder der bezeichneten Meldestelle mitteilen.
* Nicht sofort mit den Aufräumungsarbeiten beginnen.
* Nicht mit dem Auto herumfahren, um Schäden zu besichtigen. Lösch- und Rettungsaktionen dürfen nicht gestört werden.
* Nicht unnötig telefonieren, da das Netz den Hilfs- und Rettungsdiensten zur Verfügung stehen muss.

Bibliographie

* FRAMPTON S., CHAFFEY J., HARDWICK J. und MCNAUGHT A. 2000: Natural Hazards. 2nd edition. Hodder & Stoughton.
* GRÜNTHAL G. 1998 (Editor): European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Conseil de l'Europe, vol. 15, Bruxelles.
* SCHMID E., SCHRAFT R. 2000: Versicherungsdeckungen sind heute unzureichend – Was, wenn in der Schweiz die Erde bebt? Swiss Re, Zürich.

Dieser Text ist Bestandteil des Einsatzkonzeptes für den Fall eines Erdbebens in der Schweiz, welches von der Arbeitsgruppe «Einsatzkonzept Erdbeben» des Bundes (BABS, BWG, SED) erarbeitet wurde (vgl. Beitrag Lateltin, S. 29–37, Massnahme Nr. 7).

Kontakt:
Dr. Patrick Smit, smp@naz.ch

Tremblements de terre: origine et manifestation

A l'origine de l'analyse systématique des effets de ce phénomène naturel se trouve le tremblement de terre de Lisbonne du 1er novembre 1755. D'une magnitude de près de 8,7, il a été ressenti en Europe occidentale, centrale et septentrionale. Suite à cet événement, toutes les communes du Portugal ont été priées de consigner leurs observations au moyen de questionnaires. Ainsi est née la méthode d'enquête macrosismique des séismes. Aujourd'hui, les observatoires sismologiques enregistrent systématiquement les effets de tout tremblement de terre d'une certaine importance et les classent, p. ex. à l'aide de l'échelle macrosismique européenne EMS-98 (tableaux 1 et 2).

L'Anglais John Michell (1761) a découvert que les secousses sismiques se propageaient dans le sol sous forme de vibrations élastiques et, en 1823, le physicien et chimiste français Louis Gay-Lussac a comparé pour la première fois la propagation d'énergie autour d'un foyer sismique à celle des ondes sonores dans l'air. Au cours du 19e siècle enfin, les diverses ondes sismiques ont été identifiées et décrites en termes physiques (cf. illustr. 5, p. 12).
En 1856, Luigi Palmieri a été le premier à enregistrer les vibrations du sol au moyen d'un sismographe électromagnétique, en mesurant celles engendrées par l'activité volcanique du Vésuve. Les premiers sismographes fiables ont été construits vers 1880 par l'Américain James Alfred Ewing. A la fin du 19e siècle, l'ingénieur des mines anglais John Milnes a reconnu la nécessité d'un réseau mondial de sismographes pour enregistrer les ondes sismiques de manière systématique, ces dernières constituant la base indispensable de la localisation des tremblements de terre au moyen d'appareils. Même s'il était possible d'effectuer des enregistrements sismographiques dès la fin du 19e siècle, la force des tremblements de terre a été décrite, jusque dans les années 1930, exclusivement au moyen de l'échelle macrosismique. En 1935, Charles Richter a introduit la notion de magnitude qui, calculée d'après les amplitudes maximales d'un sismographe, indique la force d'un tremblement de terre. A la différence de l'intensité, la magnitude est la mesure de l'énergie mécanique libérée lors d'un séisme (cf. tableaux 1 et 2, p. 8 et 9).

Ce texte fait partie du plan d'intervention en cas de séisme en Suisse élaboré par le groupe de travail «Concept d'intervention en cas de tremblement de terre» de la Confédération (OFPP, OFEG, SSS), voir la contribution de M. Lateltin, pp. 29–37, mesure no 7).
Personne de référence:
Patrick Smit, smp@naz.ch

Les premières cartes des épicentres des séismes mondiaux ont été publiées au début du 20e siècle. Elles se basaient alors exclusivement sur des observations macrosismiques. Comme l'indiquent les cartes modernes de foyers sismiques, élaborées à partir de données instrumentales, les tremblements de terre se concentrent autour du globe sur des ceintures relativement étroites.

C'est à Alfred Wegener (1880–1930), géophysicien, météorologue et chercheur polaire allemand, que l'on doit la théorie de la dérive des continents. Il a été le premier géographe à étayer sa thèse en travaillant de manière interdisciplinaire et en réunissant des arguments tirés de toutes les disciplines géoscientifiques. Mais c'est seulement au début des années cinquante que l'hypothèse de Wegener a suscité un regain d'intérêt, grâce à une série d'observations scientifiques. Ces dernières ont formé la base de la théorie de la tectonique des plaques, qui a révolutionné les conceptions géologiques (illustr. 3 et 4, p. 11) à la fin des années soixante.

Pour la Suisse, les tremblements de terre représentent une menace de faible à moyenne en fonction des régions. L'histoire a montré que les séismes destructeurs y étaient rares, mais cependant envisageables. Le risque de dommages est en outre déterminé par la qualité du matériel de construction (notamment pour les bâtiments anciens) et par la densité de l'habitation et de l'industrialisation. Si l'on tient compte de ces facteurs dans l'évaluation des risques dus aux tremblements de terre, il apparaît que les dommages potentiels en Suisse sont considérables et que leurs conséquences sur l'économie ne doivent en aucun cas être négligées.

Cause e effetti dei terremoti

Il terremoto di magnitudo 8,7 che colpì Lisbona il 1° novembre 1755 e fu avvertito in tutta l'Europa centro-nord-occidentale, segnò l'inizio dell'analisi sistematica degli effetti dei sismi. Tutti i comuni del Portogallo furono infatti esortati a compilare un questionario sugli effetti del sisma. Venne così introdotto il metodo della descrizione macrosismica di un terremoto. Oggi i sismologi rilevano in modo sistematico gli effetti di ogni sisma importante e li classificano con l'ausilio di apposite scale come ad esempio la scala macrosismica europea, in breve EMS-98 (tab. 1/2).

Nel 1761 il geologo inglese John Michell notò che le scosse sismiche si propagano nel suolo in forma di onde elastiche e nel 1823 il fisico e chimico francese Louis Gay-Lussac paragonò per la prima volta la propagazione dell'energia dall'epicentro del sisma con la diffusione delle onde sonore nell'aria. Nel corso del XIX secolo furono quindi identificati e descritti scientificamente i diversi tipi di onde sismiche (v. fig. 5 pag. 12).

Nel 1856, Luigi Palmieri registrò per la prima volta le scosse sismiche provocate dall'attività vulcanica del Vesuvio con l'ausilio di un sismografo elettromagnetico. I primi sismografi funzionanti furono costruiti attorno al 1880 dal fisico americano James Alfred Ewing. Alla fine del XIX secolo, l'ingegnere inglese John Milnes riconobbe la necessità di creare una rete mondiale di sismografi per il rilevamento sistematico delle onde sismiche, strumento indispensabile per la localizzazione strumentale dei terremoti.

Nonostante l'introduzione del rilevamento sismografico, fino agli anni '30 del XX secolo si continuò a misurare l'intensità dei terremoti esclusivamente con l'ausilio della scala macrosismica. Nel 1935, Charles Richter introdusse la magnitudo, un'unità di misura che è l'amplitudo massima di un sismogrammo. In confronto al rilevamento dell'intensità, la magnitudo misura l'energia meccanica sprigionata dal terremoto (v. tab. 1 e 2, pag. 8/9).

All'inizio del XX secolo furono pubblicate le prime carte mondiali degli epicentri, basate unicamente su osservazioni macrosismiche. I fenomeni sismici si concentravano in una fascia relativamente sottile attorno al globo, come nelle moderne carte dei focolai sismici, basate su dati strumentali.

La teoria della deriva dei continenti venne proposta dal geofisico, meteorologo e ricercatore polare tedesco Alfred Wegener (1880–1930). Questi fu il primo scienziato a lavorare in modo interdisciplinare ed a dimostrare la sua teoria con argomenti di tutte le scienze naturali. Ma la sua teoria si affermò solo all'inizio degli anni '50, grazie ad una serie di nuove osservazioni scientifiche. Da essa venne tra l'altro dedotta la teoria della tettonica delle placche, che negli anni '60 rivoluzionò la rappresentazione geologica della Terra (fig. 3 e 4, pag. 11).

La minaccia sismica in Svizzera è considerata da bassa a media a seconda delle regioni. La storia dimostra che i terremoti devastanti sono rari, ma possono verificarsi anche nel nostro Paese. Le conseguenze dei sismi dipendono anche dalla qualità delle costruzioni (quelle più datate sono più a rischio) e dalla densità demografica nonché dal grado di industrializzazione. Se si tiene conto di questi fattori, i potenziali danni in Svizzera potrebbero essere considerevoli e non certo trascurabili dal punto di vista economico.

Il presente testo è tratto dal piano d'intervento per il caso di terremoti in Svizzera, elaborato dal gruppo di lavoro «piano d'intervento terremoti» della Confederazione (UFPP, UFAEG, SED). (v. testo di O. Lateltin, pag. 29–37).
Contatto:
dr. Patrick Smit, smp@naz.ch

Earthquakes – their origins and impact

This text is part of the earthquake disaster response plan for Switzerland, prepared by the federal working group «Earthquake disaster response plan» (FOCP, FOWG, SED) (cf. Lateltin article, p. 29–37).
Contact: Dr. Patrick Smit, smp@naz.ch

Systematic research on this natural phenomenon began with the earthquake in Lisbon on 1st November 1755 (magnitude approx. 8.7), which was felt across Western, Central and Northern Europe. Subsequently, every municipality in Portugal had to report its observations on paper – the beginning of seismic description. Today, seismic observatories systematically gather data on the impact of large earthquakes and grade them with the help of the European macroseismic scale, EMS-98 (Table 1/2).

The Englishman John Michell (1761) observed that seismic shocks are transmitted through the ground as elastic vibrations, and in 1823, the French physicist and chemist Louis Gay-Lussac made the first ever comparison of the dispersion of energy around an earthquake's source with that of sound waves in the air. During the 19th century, these different seismic waves were identified and described in physical terms (cf. Figure 5, p. 12).

In 1856, with the help of an electromagnetic seismograph, Luigi Palmieri was the first to record seismic ground motions caused by volcanic activity in Mount Vesuvius. The first workable seismographs were built in 1880 by the American James Alfred Ewing. Towards the end of the 19th century, the English mining engineer John Milnes recognised the need for global seismograph networks for the systematic monitoring of seismic waves, which are essential for locating earthquakes.
Although seismographic recordings were introduced towards the end of the 19th century, the magnitude of an earthquake was calculated exclusively using the macroseismic scale. In 1935, Charles Richter introduced the magnitude scale. The magnitude of an earthquake is based on the maximum amplitude of the seismic wave measured on a seismogram. Unlike intensity, magnitude is a measure of the mechanical energy released during an earthquake (cf. Table 1 and 2, p. 8/9).

At the turn of the 20th century, the first earthquake epicentre maps of the world were published based uniquely on macroseismic observations whereas the modern maps of earthquake epicentres are based on instrumental data (cf. Fig. 1, p. 18). Earthquakes are located in relatively narrow zones around the globe.

The theory of drifting continents dates back to the German geophysicist, meteorologist and polar explorer Alfred Wegener (1880–1930). He was the first geoscientist to carry out interdisciplinary research and use arguments from all the geosciences to prove his theory of drifting continents. However, his ideas were not accepted until the 1950s, when a range of scientific observations were made that supported Wegener's theory. These discoveries were to become the cornerstone of tectonic plate theory which, since the late 1960s, has revolutionised the geological view of our planet (Fig. 3 and 4, p. 11).

The seismic hazard posed by earthquakes in Switzerland is not uniform across the country, but ranges from low to average. Historical records show that earthquakes of large magnitude are rare but possible. Furthermore, the risk of damage also depends on the quality of building (in particular for older buildings), as well as on the population density and the degree of industrialisation. Taking all these factors into consideration, it is safe to assume that the damage potential of earthquakes in Switzerland is considerable, the economic impact of which should not be ignored.

Donat Fäh, Monika Gisler, Domenico Giardini
Schweizerischer Erdbebendienst (SED), ETH Zürich

Historische Erdbeben in der Schweiz

Prof. Dr. Domenico Giardini ist Direktor des Schweizerischen Erdbebendienstes.

Dr. Donat Fäh und Monika Gisler arbeiten in der Sektion «Hazard and Risk» an diversen Erdbeben-Projekten.

Die Schweizer Alpen bilden einen Teil der Kollisionszone zwischen zwei Kontinentalplatten, der afrikanischen Platte mit dem Mittelmeerraum im Süden und der europäischen Platte im Norden. Wie aus dem Resultat eines vor kurzem durchgeführten Projektes zur einheitlichen Darstellung der seismischen Gefährdung im Mittelmeerraum und Europa hervorgeht, liegt die Schweiz dadurch in einem Übergangsbereich zwischen einer Region hoher seismischer Aktivität (Italien, Balkan und Griechenland) und einer Region geringer Aktivität in Nordeuropa. Im Durchschnitt ist die Erdbebentätigkeit der Schweiz als mittelstark zu bewerten (Abb. 1).

Die historisch bekannten Schadensbeben in der Schweiz sind in der Epizenterkarte in Abb. 2 gezeigt. Die Schweiz war in den letzten 1000 Jahren mehrmals von Erdbeben betroffen, die zum Teil erhebliche Schäden verursachten. So wurde Basel im Jahre 1356 vom stärksten im vergangenen Jahrtausend in Mitteleuropa bekannten Beben heimgesucht. Auch im Wallis sowie in der Zentralschweiz sind in den letzten vier Jahrhunderten mehrere Erdbeben aufgetreten, die schwere Schäden zur Folge hatten. Relativ häufig sind Erdbeben ausserdem im Bündnerland, insbesondere im Engadin, sowie im Rheintal zwischen Chur und dem Bodensee. Vergleichsweise gering war die Erdbebenaktivität hingegen in der zentralen Nordschweiz und im Tessin. Wie Abbildungen 3 bis 6 zeigen, haben stärkere Erdbeben der Vergangenheit über weite Gebiete der Schweiz zu Schäden geführt. Anhand einiger Beispiele soll illustriert werden, welche Auswirkungen historische Erdbeben gehabt haben und welche Auswirkungen zukünftige Beben haben könnten.

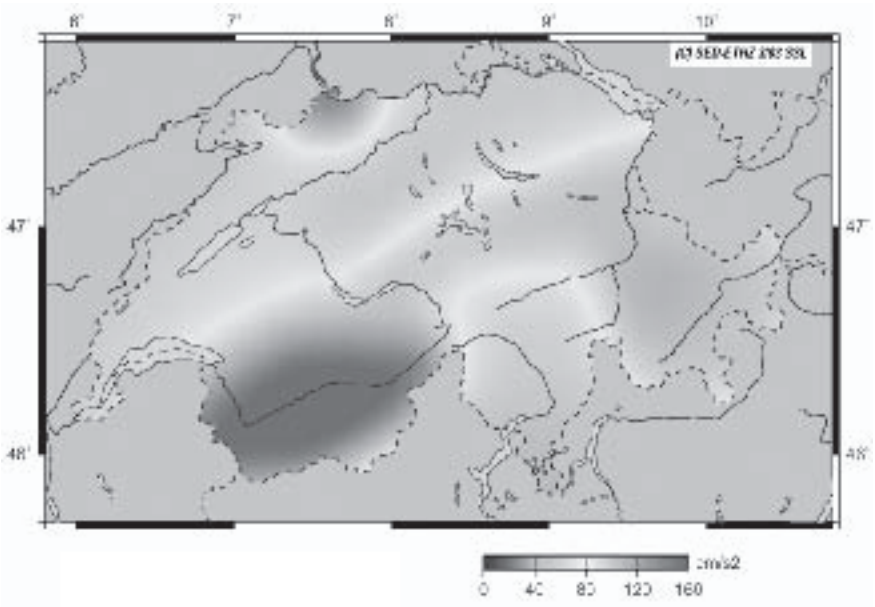


Abb. 1: Karte der im Mittel über rund 500 Jahre zu erwartenden maximalen horizontalen Bodenbeschleunigung auf Felsuntergrund.

Die Aufgaben des Schweizerischen Erdbebendienstes

Der Schweizerische Erdbebendienst an der ETH Zürich hat die Aufgabe, die Erdbebenaktivität in der Schweiz und dem nahen Ausland zu überwachen sowie moderne Methoden der Gefährdungsanalyse zu entwickeln und anzuwenden. Dies hat eine lange Tradition in der Schweiz; schon 1878 wurde die Nationale Erdbebenkommission aufgrund

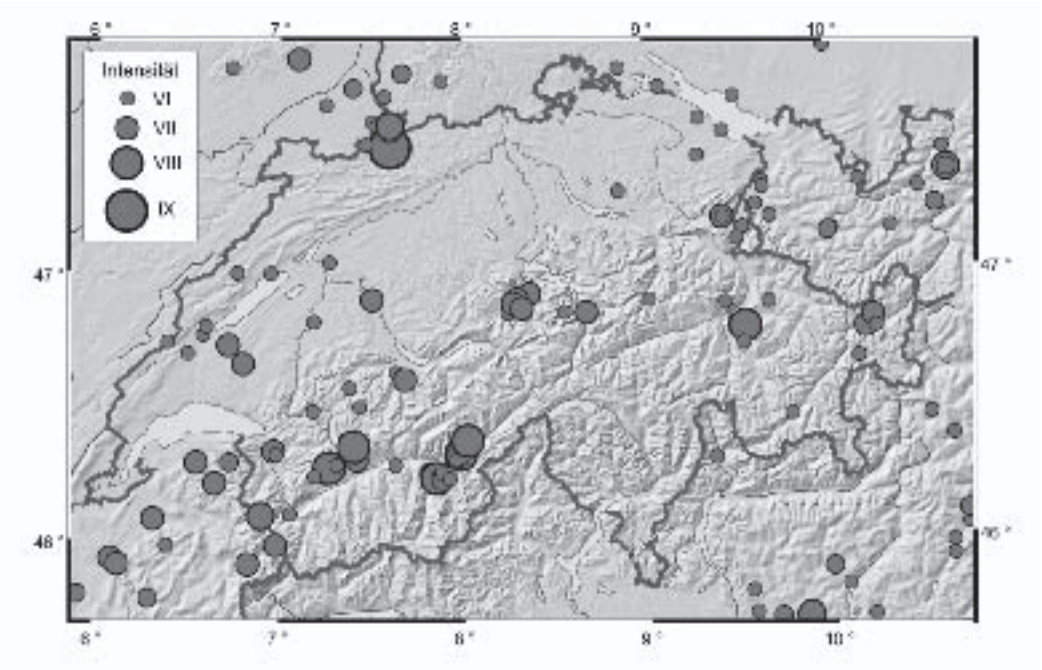


Abb. 2: Epizentren aller seit dem Jahr 1000 aufgrund makroseismischer Beobachtungen bekannten Erdbeben, die Gebäudeschäden verursacht haben (Intensitäten Io von ≥ VI) (ECOS, 2002).

Bedeutung der makroseismischen Intensitäten: VI=leichte Gebäudeschäden; VII=Gebäudeschäden; VIII=schwere Gebäudeschäden; IX=zerstörend.

der grossen Erdbeben im 19. Jahrhundert gegründet, ein Jahr bevor eine entsprechende Organisation in Japan entstand. Im Jahre 1913 wurde diese Kommission in den Schweizerischen Erdbebendienst umgewandelt und im Jahr 1956 auf gesetzlichem Weg der ETH Zürich angegliedert. Der Erdbebendienst deckt eine Reihe wesentlicher Bedürfnisse ab: Die Überwachung des Schweizer Territoriums und der grossen Staudämme mit Hilfe von Seismographen- und Starkbeben-Netzwerken (vgl. Abb. 2, 3; S. 7), rasche Alarmmeldungen an Behörden, die Bevölkerung und das Schweizerische Katastrophenhilfekorps, die Teilnahme an der Internationalen Überwachung des UNO-Atomtest-Stop-Vertrags, die Zusammenarbeit mit der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) und der Hauptabteilung für die Sicherung der Kernanlagen (HSK), die Überwachung von dichten urbanen Gebieten in der Schweiz. Ein wichtiger Teil ist die Forschung im Bereich der seismischen Gefährdung und der Weiterentwicklung neuer Methoden der Risikoanalyse. Eine Übersicht von Informationen über Erdbeben einschliesslich wissenschaftlicher Fragestellungen, Wissenschaftspolitik und Lehrmaterial findet sich auf der Internetseite des SED unter folgender Adresse: www.seismo.ethz.ch/

In der folgenden kurzen Übersicht soll auf Auswirkungen historischer Erdbeben in der Schweiz eingegangen werden. Ein wichtiger Teil der historischen Forschung am Erdbebendienst besteht in der Rekonstruktion von Erdbeben, unter Berücksichtigung archäologischer, historischer und naturwissenschaftlicher Ansätze. Während die archäologischen und historischen Untersuchungen der Rekonstruktion der Schadensbilder dienen, wird mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden eruiert, inwiefern solche Schadensbilder auf die Nähe des Erdbebenherdes, die lokalen Bodenverhältnisse oder die Gebäudesubstanz zurückzuführen sind. Ein Gefahrenpotential im Zusammenhang mit Erdbeben stellen Hangrutschungen und Bergstürze in Berggebieten dar. Sie sind zum Beispiel als Folgen der Walliser Beben von 1855 und 1946 eindrücklich dokumentiert.

Das Erdbeben von 1356 in Basel

Am 18. Oktober 1356 ereignete sich im Raum Basel das stärkste aus der historischen Überlieferung bekannte Erdbeben in Mitteleuropa. In der Stadt Basel erreichte die Intensität den Wert IX. Von einigen Kirchen und Klöstern (St. Alban, Augustiner, Barfüsser, St. Clara, Gnadental, Klingental, St. Leonhard, St. Maria-Magdalena an den Steinen, St. Peter u.a.) ist bekannt, dass sie stark beschädigt wurden und zum Teil abgerissen werden mussten. Am Basler Münster stürzte eine Mittelschiffwand ein, und Teile des Chors und des Lang- und Querhauses waren ebenfalls stark betroffen. Zwei Türme auf der Höhe des Chors zerfielen. Ein mit Klammern zusammen gehaltener Riss auf der Nordseite (vgl. Abb. 2, S. 53) zeugt noch heute vom Unglück. Zusätzlich zu den direkt durch das Erdbeben verursachten Schäden, wurden grosse Teile der Stadt Basel durch die anschliessenden Brände zerstört. Gebäudeschäden (Intensität VI) waren im Umkreis von mehreren 100 km zu verzeichnen, z.B. an den Burgen der Nordschweiz, des Elsass' und des süddeutschen Raums. Eine Rekonstruktion der Verteilung der Gebäudeschäden in der Stadt Basel zeigt eine Korrelation des Schadensausmasses mit der Beschaffenheit des lokalen Untergrundes.



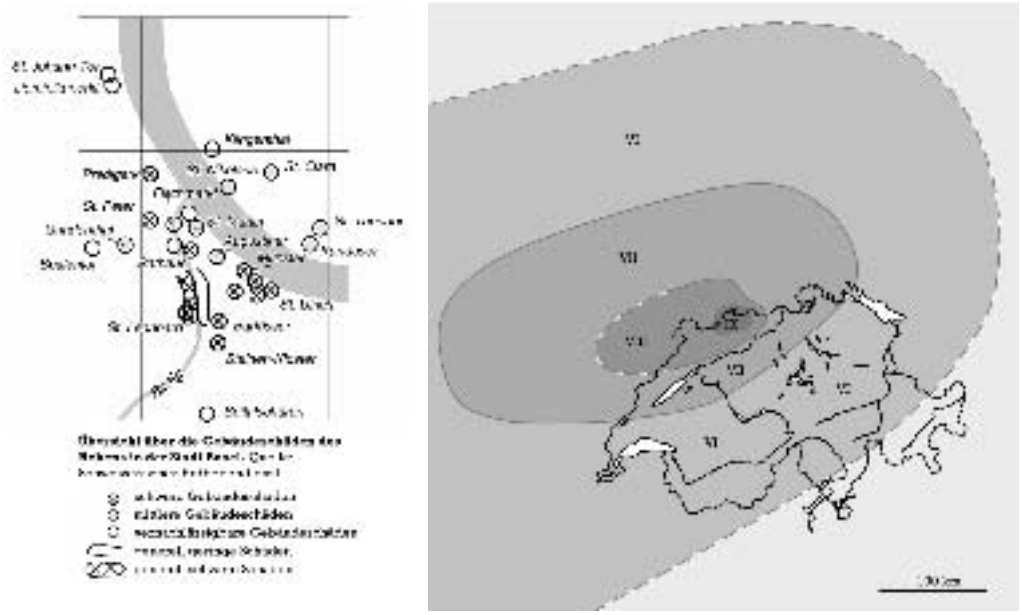


Abb. 3:
Das Erdbeben von Basel 1356: Historische Darstellung eines Erdbebens, wie es sich auch in Basel ereignet hat, sowie Karten der Verteilung der Schäden in Basel und der regionalen Intensitäts-verteilung.



Abb. 4:
Das Erdbeben von Visp/Stalden 1855: Zeitgenössische Bilder der Schäden am Beispiel von St. Niklaus und eines Gottesdienstes in einem nach dem Erdbeben errichteten Zeltlager sowie die regionale Intensitätsverteilung.

Das Erdbeben von 1855 bei Visp

Am 25. Juli 1855 ereignete sich im Wallis eines der stärksten bekannten Erdbeben der Schweiz. Das Epizentrum lag in der Region von Stalden und St.Niklaus im Vispertal. Die Epizentralintensität erreichte VIII und die Magnitude lag im Bereich zwischen 6 und 6.5. Zwischen Visp und St.Niklaus blieb kaum ein Gebäude unbeschädigt. Zum Teil stürzten ganze Wände und Gewölbe ein, der Kirchturm von Visp verlor seine Spitze. Das Hotel du Soleil in St. Niklaus erlitt starke strukturelle Schäden, so dass es abgerissen werden musste. Aber auch in der weiteren Umgebung waren wohl über 50% aller Gebäude betroffen. An Häusern litten vor allem Kamine, Dächer und Öfen. Aber auch strukturelle Schäden an Fassaden, Treppenhäusern, Terrassen und kleinen Gewölben traten auf. Die für das Wallis typischen Speicher auf Steinen wurden verschoben und brachen ein. In den Tagen, Wochen und Monaten nach dem Hauptstoss folgten unzählige Nachstösse, die zum Teil Intensitäten von VI bis VII erreichten, also erneut Schäden verursachten.

Das Erdbeben von 1946 bei Sierre

Am 25. Januar 1946 ereignete sich in der Region von Sierre (VS) das stärkste Schweizer Erdbeben des 20. Jahrhunderts. Die Intensität wird mit VIII bewertet und die Magnitude auf 6.1 geschätzt. Gemäss Angaben des Departements für öffentliche Arbeiten gab es Schäden an 3485 Gebäuden im Kanton Wallis. Sie wurden damals mit ca. 5,3 Millionen Schweizer Franken beziffert. Die schwersten Schäden traten in den Regionen um Sierre und Aigle sowie dem angrenzenden Berner Oberland auf. Allein in Sierre wurden 412 Kamine zerstört und in der Kirche von Chippis führte das Beben zum Einsturz der Decke. Öffentliche und private Gebäude wiesen Beschädigungen an Ornamenten, Kaminen und Kirchturmspitzen auf, Fassaden dagegen litten nur wenig. Die Schäden waren vor allem im Innern der Häuser bedeutend, für die Mehrzahl der Bauten jedoch ungefährlich. Es handelte sich meist um Rissbildungen in Decken und Zwischenmauern, die in oberen Stockwerken stärker in Erscheinung traten. Als Folge des Bebens waren vier Todesopfer und mehrere Verletzte zu beklagen. Über mehrere Monate folgten Hunderte von Nachstössen, von de-



Abb. 5:
Das Erdbeben von Ayent/Sierre (VS) 1946: Die Fotografien zeigen die eingestürzte Decke der Kirche von Chippis sowie den durch ein Nachbeben ausgelösten Bergsturz am Rawylhorn; der Kartenumriss illustriert die regionale Intensitätsverteilung.

nen der stärkste am 30. Mai 1946 Intensität VII erreichte und einen Bergsturz von 4 bis 5 Millionen Kubikmeter Fels am Rawylhorn auslöste.

Der Erdbebenschwarm von Sarnen im Jahre 1964 und die Erdbeben in der Zentralschweiz

Im Jahr 1964 ereignete sich in der Region von Sarnen ein Schwarm von Erdbeben, der in den zwei Hauptbeben vom 17. Februar und 14. März gipfelte und die Intensität VII erreichte. Diese zwei Beben verursachten Schäden an ca. 1000 Gebäuden. Im Kanton Obwalden betrugen die Kosten für die Reparaturen (nach heutiger Rechnung) ca. 16 Mio. Franken. Die Hauptschäden traten vor allem an historischen Gebäuden in den drei Orten Sarnen, Kerns und Alpnach auf, wie dies Abb. 6 dokumentiert. Insbesondere Gebäude mit hoher Verletzbarkeit wiesen starke Beschädigungen auf (Abb. 7 und 8). Einzelne Kapellen litten so stark, dass ein Wiederaufbau nicht in Betracht gezogen wurde. Das Andauern des Erdbebenschwarms führte zu einer grossen Verunsicherung in der Bevölkerung.

Dieses Erdbeben war jedoch bei weitem nicht das grösste Ereignis in der Zentralschweiz. Im Jahre 1601 erschütterte ein Erdbeben die Region Unterwalden und richtete mit einer maximalen Intensität von VIII grosse Schäden an. Die Stadt Luzern war von diesem Erdbeben stark betroffen, insbesondere die kleine Stadt. Zahlreiche Türme von Kloster und Stadtmauer litten beträchtlich. Am 10. September 1774 ereignete sich in der Region Altdorf ein weiteres Schadensbeben, das in weiten Teilen der Schweiz sowie in Süddeutschland verspürt wurde. Seine maximale Intensität erreichte VIII, die Magnitude wird auf 5.9 geschätzt. Der Hauptstoss verursachte starke Schäden an Gebäuden in der Region und forderte zwei Tote. In Altdorf waren die meisten steinernen Gebäude betroffen. Die Wände zahlreicher Häuser erhielten Risse und Spalten, zwei Häuser stürzten vollständig ein. Zwei Drittel der Kamine brachen ein und stürzten in die Strassen, weitere wurden teilweise zerstört. Von den öffentlichen Gebäuden erlitt die Pfarrkirche St. Martin an den Aussenwänden wie auch im Innern Risse im Gemäuer, und der Kirchturm wurde stark beschädigt. An der Heiligkreuzkapelle sowie an der Kirche eines Frauenklosters stürzten die Gewölbe ein und mussten abgetragen werden. Im Weiteren liegen Berichte von der Beschädigung des Zeug-, Metz-

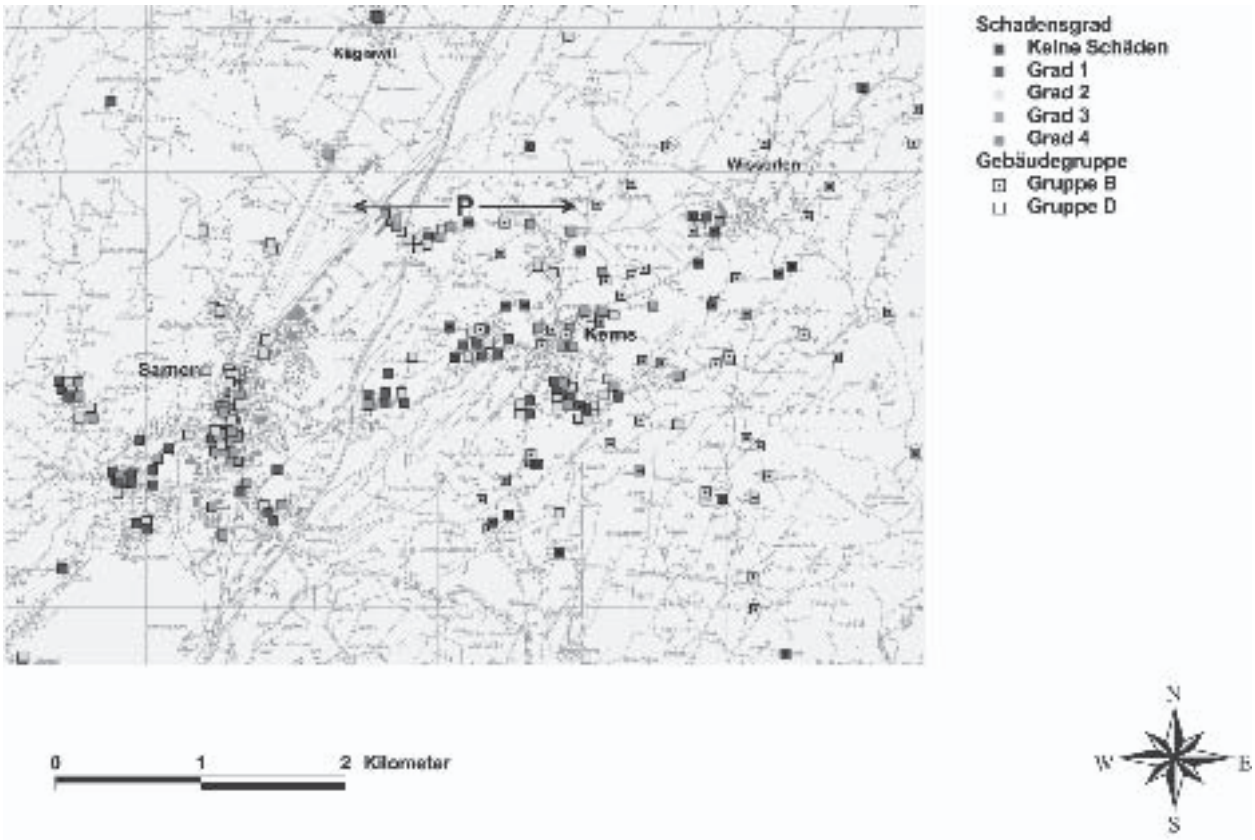


Abb. 6, oben: Der Erdbebenschwarm von Sarnen im Jahre 1964 verursachte ein Vielzahl von Schäden im Kanton Obwalden. Schadensgrade nach Europäischer Makroseismischer Skala (EMS98).

Abb: 7, rechts: Beschädigtes Gebäude nach dem Erdbeben von 1964 (Luzerner Tagblatt, 16.3.1964).





Abb. 8, oben: Umgestürzte Madonna-Statue (Luzerner Neueste Nachrichten, 18.2.1964).

ger-, Rats- und Schulhauses sowie des grossen Spitals vor. Einzelne Privathäuser hatten so starke Schäden erlitten, dass sie abgebrochen werden mussten. In anderen Häusern stürzten die Feuer-Öfen ein, so dass es zu Bränden kam, die zusätzliche Schäden verursachten. Einzig die Holzhäuser blieben fast unbehelligt. In den umliegenden Orten wurden Kirchen und Kapellen beschädigt. Noch in Luzern stürzten Kamine ein, und Gips fiel von Kirchenmauern und Wänden.

Schlussfolgerung

Die Zusammenarbeit zwischen Archäologie, Geschichtsforschung und Seismologie ist der Schritt zum Verständnis historischer Erdbeben. Die Auswirkungen jedes Ereignisses lassen Schlussfolgerungen auf mögliche zukünftige Erdbeben zu. All dieses Wissen dient somit als Basisinformation für die Erdbebenprävention und Katastrophenvorsorge und bildet die wesentliche Grundlage für eine zuverlässige seismische Ge-

fährdungsabschätzung. Erkenntnisse zum Erdbebenverhalten historischer Gebäude können zudem für Ertüchtigungsprojekte Hinweise liefern.

Bibliographie

* FÄH, D.; GIARDINI, D.; BAY, F.; BERNARDI, F.; BRAUNMILLER, J.; DEICHMANN, N.; FURRER, M.; GANTNER, L.; GISLER, M.; ISENEGGER, D.; JIMENEZ, M.J.; KÄSTLI, P.; KOGLIN, R.; MASCIADRI, V.; RUTZ, M.; SCHEIDEGGER, C.; SCHIBLER, R.; SCHORLEMMER, D.; SCHWARZ-ZANETTI, G.; STEIMEN, S.; SELLAMI, S.; WIEMER, S. & WÖSSNER, J. 2003: Earthquake Catalog Of Switzerland (ECOS) and the Related Macroseismic Database, Eclogae geol. Helv. Swiss Journal of Geosciences 96, 219–236 (zit. als ECOS 2003).
* SCHWARZ-ZANETTI, G.; DEICHMANN, N.; FÄH, D.; GIARDINI, D.; JIMENEZ, M.-J.; MASCIADRI, V.; SCHIBLER, R. & SCHNELLMANN, M. 2003: The Earthquake in Unterwalden on September 18, 1601: A Historico-Critical Macroseismic Evaluation. Eclogae geol. Helv. Swiss Journal of Geosciences 96, 441–450.
* SCHWEIZERISCHER ERDBEBENDIENST: www.seismo.ethz.ch
* WECHSLER, E. 1987: Das Erdbeben von Basel 1356. Teil 1: Historische und kunsthistorische Aspekte, Publikationsreihe des Schweizerischen Erdbebendienstes Nr. 102, Zürich.

Séismes historiques en Suisse

Les Alpes suisses constituent une partie de la zone de collision entre deux plaques continentales: la plaque africaine et le bassin méditerranéen au Sud et la plaque européenne au Nord. Un projet récent dont le but était de représenter de manière unifiée les dangers sismiques dans le bassin méditerranéen et en Europe a montré que la Suisse se trouve dans la zone de transition entre une région présentant une grande activité sismique (Italie, Balkans et Grèce) et une région à faible activité sismique (Europe du Nord). On peut donc dire que la Suisse se trouve dans une région d'activité sismique moyenne.

Au cours des 1000 dernières années, la Suisse a été plus d'une fois touchée par des séismes. Certains ont même causé des dégâts considérables. Les répliques sont parfois ressenties après des mois, ce qui peut provoquer un sentiment d'insécurité du côté de la population. En 1356, la ville de Bâle a vécu le plus fort séisme du millénaire en Europe centrale. Au cours des quatre derniers siècles, des séismes causant d'importants dégâts ont eu lieu en Valais et en Suisse centrale. Les Grisons, en particulier l'Engadine, et la vallée du Rhin entre Coire et le lac de Constance, sont aussi souvent touchés. L'activité sismique est par contre faible dans la partie centrale du nord de la Suisse et au Tessin.

Le Service sismologique suisse de l'EPF de Zurich a pour mission de surveiller l'activité sismique en Suisse et dans les zones frontalières. Il a également été chargé de développer et de mettre en pratique les nouvelles méthodes d'analyse des dangers. En Suisse, la recherche en matière de séisme est une tradition de longue date: en 1878 déjà, la Commission nationale pour les séismes avait été créée suite aux importants séismes du 19e siècle, une année avant qu'une organisation similaire voit le jour au Japon. En 1913, la Commission devient le Service sismologique suisse qui sera rattaché en 1956 à l'EPF de Zurich. Le Service sismologique assume différentes tâches essentielles: surveillance du territoire suisse et des barrages à l'aide de sismographes et de réseaux d'enregistrement des secousses de forte amplitude, transmission rapide de l'alarme aux autorités, à la population et au Corps suisse d'aide humanitaire, participation à la surveillance internationale du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires, collaboration avec la Société coopérative nationale pour l'entreposage des déchets radioactifs (CEDRA) et la Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) pour la sécurité des installations nucléaires et la surveillance des régions urbaines en Suisse. La recherche dans le domaine des dangers sismiques et le développement de nouvelles méthodes liées à l'analyse de risque font aussi partie des tâches du Service sismologique suisse. Le Service sismologique exécute aussi des recherches historiques qui consistent en la reconstitution de séismes en tenant compte des aspects archéologiques, historiques et sismologiques. Les recherches archéologiques et historiques permettent la recons-

titution des dommages causés par les séismes, tandis que les méthodes sismologiques permettent de comprendre si ces dommages sont liés à la proximité de l'hypocentre, aux conditions topographiques et géologiques ou au type de construction. Le présent article prend pour exemple les séismes de 1356, 1601, 1774, 1855, 1946 et 1964 pour illustrer les répercussions de tous ces tremblements de terre historiques. Les informations et les connaissances ainsi acquises sont utilisées pour la prévention des dégâts causés par les séismes et par les catastrophes et constituent une base essentielle pour évaluer de manière fiable les dangers sismiques.

Terremoti storici in Svizzera

Le Alpi svizzere si trovano sulla zona di collisione tra due placche continentali, la placca africana con la regione mediterranea a sud e la placca europea a nord. Secondo una recente ricerca volta a rappresentare in modo unitario la minaccia sismica nella zona del Mediterraneo e in Europa, la Svizzera si trova in una zona di transizione tra una regione ad elevata attività sismica (Italia, Balcani e Grecia) e una regione a bassa intensità sismica (Europa settentrionale). In generale, l'attività sismica in Svizzera è considerata medio-alta.

Negli ultimi 1000 anni, in Svizzera si sono verificati numerosi terremoti che hanno arrecato danni anche ingenti. L'elevato numero di repliche, che spesso si manifestano per vari mesi dopo il sisma, creava inoltre grande insicurezza tra la popolazione. Nel 1356, la città di Basilea è stata colpita dal terremoto più violento di cui si ha notizia nell'ultimo millennio in Europa. Negli ultimi quattrocento anni diversi terremoti hanno arrecato gravi danni anche in Vallese e nella Svizzera centrale. I sismi sono inoltre relativamente frequenti in Engadina e nella Valle del Reno tra Coira e il lago Bodanico. Paragonata al resto del Paese, l'attività sismica è stata invece piuttosto ridotta al centro-nord e in Ticino.

Il Servizio Sismologico Svizzero presso il Politecnico federale di Zurigo ha il compito di sorvegliare l'attività sismica nel nostro Paese e nelle zone limitrofe dei Paesi confinanti come pure di sviluppare e applicare metodi moderni di analisi del pericolo sismico. In Svizzera, la ricerca sismologica ha una lunga tradizione; già nel 1878, in seguito ai gravi terremoti del XIX secolo, fu istituita la Commissione Sismologica Nazionale, un anno prima che un'organizzazione analoga venisse creata in Giappone. Nel 1913, la commissione è stata convertita nel Servizio Sismologico Svizzero, affiliato nel 1956 al Politecnico federale di Zurigo. Il servizio sismologico svolge vari compiti: sorveglia il territorio nazionale e i grandi sbarramenti idrici con l'ausilio di reti di sismografi e reti per il rilevamento delle scosse di forta intensità, dà tempestivamente l'allarme alle autorità, alla popolazione e al corpo svizzero d'aiuto umanitario, partecipa alla sorveglianza internazionale nell'ambito della Convenzione per la messa al bando degli esperimenti nucleari, collabora con la Società cooperativa nazionale per l'immagazzinamento di scorie radioattive (Nagra) e la Divisione principale per la sicurezza degli impianti nucleari (HSK) nell'ambito della sicurezza dei principali impianti atomici e sorveglia le regioni urbane densamente popolate del nostro Paese. Un compito di particolare interesse è costituito dalla ricerca nel campo della minaccia sismica e dello sviluppo di nuovi metodi di analisi del rischio sismico.

Il Servizio Sismologico conduce anche ricerche storiche che consistono nella ricostruzione dei sismi tenendo conto degli aspetti archeologici, storici e sismologici. Le ricerche archeologiche e storiche servono a ricostruire il quadro dei danni, mentre i metodi sismologici permettono di capire se questi danni sono da ricondurre alla vicinanza all'epicentro, alle condizioni topografico-geologiche o al tipo di costruzioni. L'articolo illustra ad esempio gli effetti dei terremoti storici del 1356, 1601, 1774, 1855, 1946 e 1964. Le informazioni e le conoscenze così acquisite vengono utilizzate ai fini della prevenzione dei terremoti e delle catastrofi naturali e per una valutazione attendibile del rischio sismico.

A brief history of earthquakes in Switzerland

The Swiss Alps are located in the collision zone between two continental plates – the African plate with the Mediterranean Sea in the South and the European plate in the North. As the findings of a recent project on the standardised seismic risk assessment in the Mediterranean and Europe have shown, Switzerland is located in an intermediate zone between a region with high seismic activity (Italy, the Balkans and Greece) and one with little activity (Northern Europe). On average, earthquake activity in Switzerland is rated as moderate.

Over the last 1,000 years, several earthquakes have struck in Switzerland, some causing significant damage. A large number of aftershocks, which often were felt over several months, greatly unsettled the population. In 1356, the strongest earthquake in Central Europe of the last 1,000 years occurred in Basle. The canton of Valais and Central Switzerland have experienced several earthquakes of significant magnitude over the last four hundred years. Earthquakes occur relatively frequently in the canton of Graubünden, particularly the Engadine region, and in the Rhine Valley between Chur and Lake Constance. However, earthquake activity in Northern Switzerland and Ticino is comparatively low.

The Swiss Seismological Service (SED) at the ETH Zurich is in charge of monitoring earthquake activity in Switzerland and neighbouring countries, and of developing and applying modern methods of hazard analysis. Switzerland has a long tradition in this area; as far back as 1878 a national earthquake commission was set up following the large earthquakes of the 19th century (one year before a similar organisation was set up in Japan). In 1913, this commission became the Swiss Seismological Service, and in 1956 it was affiliated to the ETH Zurich. The current activities of the SED include the monitoring of the Swiss territory and large dams with the help of seismographs and strong motion networks; issuing prompt alerts to the authorities, the population and the Swiss disaster aid corps; participating in the international monitoring of the UN nuclear test ban treaty; co-operating with the National Co-operative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra) and the Swiss Nuclear Safety Inspectorate (HSK); and the monitoring of dense urban areas in Switzerland. An important part of its work is research into seismic hazards and the further development of new risk analysis methods.

The historical research carried out by the Swiss Seismological Service involves the reconstruction of earthquakes, based on archaeological, historical and seismological methods. The first two methods are helpful when reconstructing the scene of the damage, whereas seismological methods are used to estimate the extent to which these damage patterns were due to proximity to the quake's hypocentre, to local ground conditions or to specific building materials. Taking as examples the earthquakes of 1356, 1601, 1774, 1855, 1946 and 1964, this article aims to illustrate the impact earthquakes have had on Switzerland. This knowledge is the basis for earthquake mitigation, disaster protection and a reliable estimation of seismic risks.

Quelle ECOS – SED 2003

Erdbeben mit Intensität VI oder grösser in der Schweiz

Jahre 250 bis 2000

Jahr	Monat	Tag	Y Koord	X Koord	Lokalität	Magnitude tude (Mw)	Epizentrale Intensität (Io)	Skala
250	0	0	619694	261060	Kaiseraugst (Augusta Raurica)	6.9	9.0	EMS98
1295	9	4	760103	183856	Churwalden	6.5	8.0	EMS98
1356	10	18	612148	266599	Basel	6.2	7.5	EMS98
1356	10	18	612167	257371	Basel	6.9	9.0	EMS98
1416	7	21	611393	267710	Basel	4.2	6.0	EMS98
1428	12	13	612152	264709	Basel	5.0	7.0	EMS98
1498	9	3	599567	149854	Zweisimmen	4.2	6.0	EMS98
1504	3	0	810074	184665	Ardez	5.0	7.0	EMS98
1524	4	0	586999	124300	Ardon	6.4	8.0	EMS98
1569	8	6	611319	267265	Basel	4.7	6.0	EMS98
1572	6	1	611393	267710	Basel	5.0	7.0	EMS98
1584	3	11	563683	131399	Aigle	6.4	7.0	EMS98
1584	3	14	564675	129948	Aigle	4.7	6.0	EMS98
1593	11	15	548919	205658	Neuchâtel	4.2	6.0	MSK64
1601	9	18	670179	196956	Unterwalden	6.2	7.0	EMS98
1610	11	29	611393	267710	Basel	5.0	7.0	EMS98
1622	8	3	812969	189216	Ftan	5.0	7.0	EMS98
1650	9	21	606879	266591	Basel	5.6	6.0	EMS98
1685	3	8	614749	125416	Ober-Wallis	6.1	6.0	EMS98
1720	12	20	749973	265154	Arbon	4.6	6.0	EMS98
1721	7	3	612166	257704	Aesch	5.3	6.0	EMS98
1729	1	13	614655	164324	Frutigen	5.6	6.0	EMS98
1736	6	12	613672	258819	Aesch	5.5	6.0	EMS98
1754	9	19	580821	120982	Haut de Cry, Daillon	4.7	6.0	EMS98
1755	12	9	641695	129988	Brig, Naters	6.1	8.0	EMS98
1770	3	20	580370	147997	Chateau-d'Oex	5.7	6.0	EMS98
1771	8	11	740053	270471	Niedersommeri	5.4	6.0	EMS98
1774	9	10	693912	189499	Altdorf	5.9	7.0	EMS98
1775	1	23	684760	189362	Uri-Rotstock, Altdorf	4.7	6.0	EMS98
1777	2	7	664872	194673	Wisserlen, Kerns	5.1	7.0	EMS98
1777	3	25	661119	189074	Sachseln	4.2	6.0	EMS98
1777	3	27	661824	194640	Sarnen	4.2	6.0	EMS98
1785	11	18	807444	172337	Zernez	4.7	6.0	EMS98
1795	12	6	749891	229562	Wildhaus	5.3	7.0	EMS98
1796	4	20	749891	229562	Grabs	5.3	7.0	EMS98
1835	10	29	739668	254892	Abtwil	4.6	6.0	EMS98
1837	1	24	640696	129648	Birgisch	5.7	7.0	EMS98
1846	8	17	534646	180227	Mathod, Yverdon-les-Bains	5.5	6.0	EMS98
1855	7	25	631735	119923	Törbel	6.4	8.0	EMS98
1855	7	26	634050	119935	Stalden, Visp	5.6	7.0	EMS98
1855	7	26	629421	119911	Stalden, Visp	5.2	6.0	EMS98
1855	7	28	629410	122134	Stalden, Visp	5.2	7.0	EMS98
1855	8	24	634037	122158	Stalden, Visp	5.4	6.0	EMS98

Jahr	Monat	Tag	Y Koord	X Koord	Lokalität	Magnitude tude (Mw)	Epizentrale Intensität (Io)	Skala
1855	10	28	636891	122175	Stalden, Visp	4.8	6.0	EMS98
1855	11	6	637135	119953	Stalden	4.9	6.0	EMS98
1857	8	27	814654	184827	Tarasp-Funtana	4.6	6.0	EMS98
1867	12	10	587184	209899	Bargen, Aarberg	4.0	6.0	EMS98
1876	4	2	562837	205554	Neuchâtel	4.5	6.0	EMS98
1876	5	7	528213	172518	Orbe	4.3	6.0	EMS98
1877	5	2	706965	239754	Hinwil	4.4	6.0	EMS98
1880	7	4	627883	118792	Embd	5.2	6.0	EMS98
1880	9	19	580491	185126	Fribourg	4.2	6.0	EMS98
1880	9	21	580491	185126	Fribourg	4.5	6.0	EMS98
1881	1	27	604676	194323	Bern	5.0	7.0	EMS98
1881	11	18	750119	229568	Gams	5.0	6.0	EMS98
1885	4	13	595504	157638	Zweisimmen	5.0	6.0	EMS98
1898	2	22	535980	183547	Ste.Croix, Yverdon	4.6	6.0	EMS98
1898	5	6	618494	160999	Kandersteg	4.8	7.0	EMS98
1898	6	14	756412	220833	Sevelen, Buchs	4.4	6.0	EMS98
1905	4	29	558338	104420	Lac d'Emosson	5.7	7.5	MSK64
1905	12	25	755792	186342	Domat/Ems	4.8	6.0	EMS98
1905	12	26	751779	194023	Tamins	5.1	6.0	EMS98
1910	5	26	602365	258804	Metzerlen	4.8	6.0	EMS98
1915	8	25	570718	105459	Martigny	4.9	6.0	EMS98
1917	12	9	779842	148091	Silvaplana	5.0	6.0	EMS98
1924	4	15	640170	127754	Brig	5.5	6.0	EMS98
1925	1	8	519860	177071	Ballaigues	5.0	6.0	EMS98
1929	3	1	545069	175675	Bioley-Magnoux	5.3	7.0	EMS98
1933	8	12	551120	167840	Moudon	5.0	7.0	EMS98
1946	1	25	597025	133180	Ayent	6.1	8.0	EMS98
1946	1	26	599334	125398	Ayent	5.2	6.0	EMS98
1946	5	30	598332	127622	Ayent	6.0	7.0	EMS98
1954	5	19	590084	125406	Mayens de My, Daillon	5.4	6.0	EMS98
1960	3	23	644735	135568	Brig	5.3	8.0	EMS98
1964	2	17	663139	192764	Flüeli	5.0	7.0	EMS98
1964	3	14	666970	191027	Alpnach	5.7	7.0	EMS98
1971	9	29	719967	194968	Vorstegstock, Linthal	5.1	6.0	EMS98
1991	11	20	759611	177657	Vaz	4.6	6.0	EMS98

Olivier Lateltin

Le risque sismique et les mesures prises par la Confédération

Les tremblements de terre sont des événements rares en Suisse, mais ils peuvent causer, en raison des valeurs exposées et des constructions inadaptées aux sollicitations sismiques, des dégâts très importants. Conscient de la menace, le Conseil fédéral a doté le Département fédéral de l'environnement, de l'énergie, des transports et de la communication (DETEC) d'une Centrale de coordination pour la mitigation des séismes (CCMS) et lancé le 11 décembre 2000, dans son domaine de compétence, un programme de mesures en sept points pour la période 2001–2004.



Dr Olivier Lateltin, Centrale de coordination pour la mitigation des séismes (CCMS)

Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), Bienne.

Des études du risque ont montré que notre sécurité n'est pas prioritairement mise en péril par des événements naturels connus et répétitifs, mais plutôt davantage par des événements rares. L'étude «KATANOS» sur les catastrophes et situations d'urgence en Suisse, mandatée par l'Office fédéral de la protection civile, annoncait en 1995 que dans notre pays, les tremblements de terre représenteraient le plus grand risque naturel, ceci en raison du potentiel de dommages. Cette déclaration a été confirmée dans le rapport «KATARISK» en 2003 (Office fédéral de la protection de la population). Une répétition des tremblements de terre de Bâle 1356, Unterwald 1601, Viège 1855 ou de Sierre 1946 engendrerait au niveau national des dégâts de plusieurs milliards de francs sur les bâtiments et les infrastructures. La Suisse ne connaît que depuis 1989 des normes de constructions parasismiques adaptées, et la grande majorité des ouvrages (plus de 90% des bâtiments) ont été construits avant ces normes.

Le programme de mesures, lancé par le Conseil fédéral le 11 décembre 2000, contient les sept points suivants pour la période 2001–2004:

1. Application des normes SIA pour la sécurité parasismique des nouveaux ouvrages.
2. Contrôle de la sécurité parasismique d'ouvrages existants lors d'assainissements.
3. Inventaire de la sécurité parasismique des classes d'ouvrages II/III en zones 2–3.
4. Analyse de la sécurité parasismique des biens culturels.
5. Amélioration des bases légales pour la mitigation des séismes.
6. Etude des possibilités de financement des dégâts lors de gros séismes.
7. Etablissement d'un concept d'intervention lors de tremblements de terre.

Objectif prioritaire: la sensibilisation au risque sismique

La population n'a pas l'expérience personnelle de ce phénomène, à l'inverse d'autres dangers naturels plus fréquents (crues, avalanches, glissements de terrain). La sensibilisation au risque sismique est très restreinte; les politiciens et les médias n'ac-



cordent que peu d'importance aux tremblements de terre en Suisse en les sous-estimant. De plus, la Confédération n'a pas d'obligation constitutionnelle en matière de prévention parasismique. La sensibilisation au risque sismique a constitué la première tâche de la Centrale de coordination, opérationnelle depuis le 1er janvier 2001.
Le grand public a été sensibilisé à l'aide d'émissions de radio ou de télévision (p. ex. ABE/TSR du 22 avril 2003) ou lors des deux expositions «La terre tremble aussi chez nous» (Musée d'histoire naturelle de Bâle en 2002) et «Tremblements de terre» (Musée d'histoire naturelle de Fribourg, juin à septembre 2004). La publication du livre «Tremblements de terre en Suisse» (2002, d/f) de Markus Weidmann a largement contribué à la diffusion vulgarisée des connaissances actuelles dans ce domaine. D'autres publications destinées à un large public et à des spécialistes ont été produites sous la forme de flyers en quatre langues. «Le risque sismique en Suisse et les mesures de la Confédération» (2001, f/d/i/e) ou encore le numéro d'Aquaterra «Mitigation des séismes» (2003, f/d). Signalons aussi que les différents sites Internet (voir dos, couverture recto) sont très régulièrement consultés et peuvent être temporairement saturés lorsqu'un séisme se produit en Suisse ou dans les régions limitrophes.

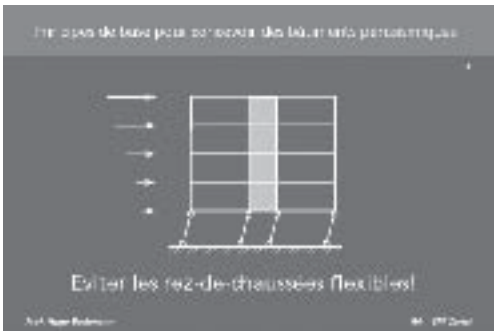


Fig. 1:
Extrait de la publication «Conception parasismique des bâtiments – principe de base à l´attention des ingénieurs, architectes, maîtres d´ouvrage et autorités» (OFEG 2002, f/d/e).

Les ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage et autorités ont d'abord fait l'objet d'une large enquête en Suisse entre septembre et novembre 2001. La Centrale de coordination (CCMS) a ainsi collecté l'avis de 300 spécialistes pour déterminer les lacunes en matière de prévention parasismique et pour proposer des produits adaptés aux besoins de la pratique. Lors de cette enquête, il est apparu, par exemple, que plus de la moitié des personnes interrogées ne connaît pas précisément la carte des zones de risque sismique de la SIA 160 (1989) en Suisse et que les architectes considèrent souvent que l'application des normes parasismiques peut constituer un frein à leur créativité. La publication «Conception parasismique des bâtiments – principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage et autorités» (OFEG 2002, f/d/e), du Professeur Hugo Bachmann, répond au besoin d'offrir aux architectes et ingénieurs un ouvrage de référence vulgarisé pour planifier de

nouvelles constructions et leurs éléments porteurs en respectant la sécurité parasismique (voir fig. 1). Cet ouvrage a été largement distribué en Suisse lors des cours d'introduction à la nouvelle norme SIA 261 (2003), lors de conférences ou lors de cours spécialisés au sein des Ecoles polytechniques, des Hautes écoles spécialisées ou des Universités. D'autres directives fédérales ont été établies à l'attention des spécialistes en matière de microzonage ou d'inventaire de la sécurité parasismique des ouvrages (voir chapitre «L'application des normes comme tâche quotidienne»).

Les milieux politiques et économiques ont été largement sensibilisés dans le cadre de la procédure de consultation de l'article constitutionnel pour une protection contre les dangers naturels (art. 74ª cst). Dès 1995, la prévention parasismique a plusieurs fois fait l'objet d'interventions parlementaires. La dernière en date a été déposée le 13 décembre 2000 par le Conseiller national Walter Hess (Ivpa 00.58 – Séismes Système national d'assurance pour les bâtiments). Constatant les lacunes dans ce domaine et répondant aux mesures 5 (amélioration des bases légales) et 6 (financement des dégâts lors de gros séismes) du programme de la Confédération 2001–2004, la Commission Environnement Aménagement du Territoire et Energie du Conseil national (CEATE-N) a mandaté une sous-commission la chargeant de rédiger, avec l'appui de l'OFEG, un projet d'article pour la sécurité parasismique en tant que contre-projet à l'Ivpa de Walter Hess.
La CEATE-N a déposé le projet sous la forme d'une initiative parlementaire et a chargé le DETEC de lancer une procédure de consultation le 13 décembre 2001 au projet d'article constitutionnel. La consultation, lancée le 13 mai 2002 a pris fin le 31 octobre 2002. 26 gouvernements cantonaux, les deux Tribunaux fédéraux, 13 partis politiques, 11 associations faîtières de l'économie et 24 autres organisations se sont prononcés sur différents thèmes. Une grande majorité s'est exprimée pour l'amélioration de la mitigation sismique en Suisse. Une majorité soutient le rôle stratégique de la Confédération et les tâches opérationnelles des cantons. Les avis sont très partagés sur la formulation d'un article global (dangers naturels) ou sectoriel (tremblements de terre). L'introduction d'une obligation d'assurance a été clairement balayée sous la pression du lobby des établissements cantonaux d'assurance des bâtiments qui craignaient pour leur statut de monopole en Suisse. Enfin, des éclaircissements ont été demandés sur les conséquences financières et les charges engendrées par la mitigation sismique pour les cantons et les privés.
Lors de la session du 18 novembre 2003, la CEATE-N a finalement refusé d'une voix (12 contre 11) ce projet d'article constitutionnel, craignant l'élargissement de nouvelles tâches pour la Confédération ainsi que de nouvelles charges financières pour les cantons et les privés.
La sensibilisation au risque sismique s'est fortement améliorée durant les années 2001–2004 et cet effort doit être poursuivi. Pour la période 2005–2008, le débat doit évoluer sur le thème «quelle sécurité parasismique pour quel prix?».

L'application des normes comme tâche quotidienne

Le DETEC a adopté, en date du 29 mai 2000, une directive pour ses offices qui postule que la Confédération ne finance et ne subventionne plus que les constructions respectant strictement les normes parasismiques.

Pour les nouvelles constructions de la Confédération (mesure 1 du programme fédéral), où le surcoût de la sécurité parasismique est négligeable (de 0.5 à 1% des coûts de gros oeuvre), la conception parasismique des bâtiments lors des phases de planification, de dimensionnement et de réalisation d'un projet nécessite une étroite collaboration entre les ingénieurs et les architectes. La Centrale de coordination (CCMS) s'est associée aux travaux des commissions de normalisation de la SIA pour publier la norme SIA 261 «Actions sur les structures porteuses» (2003) et mettre sur pied des cours d'introduction à cette

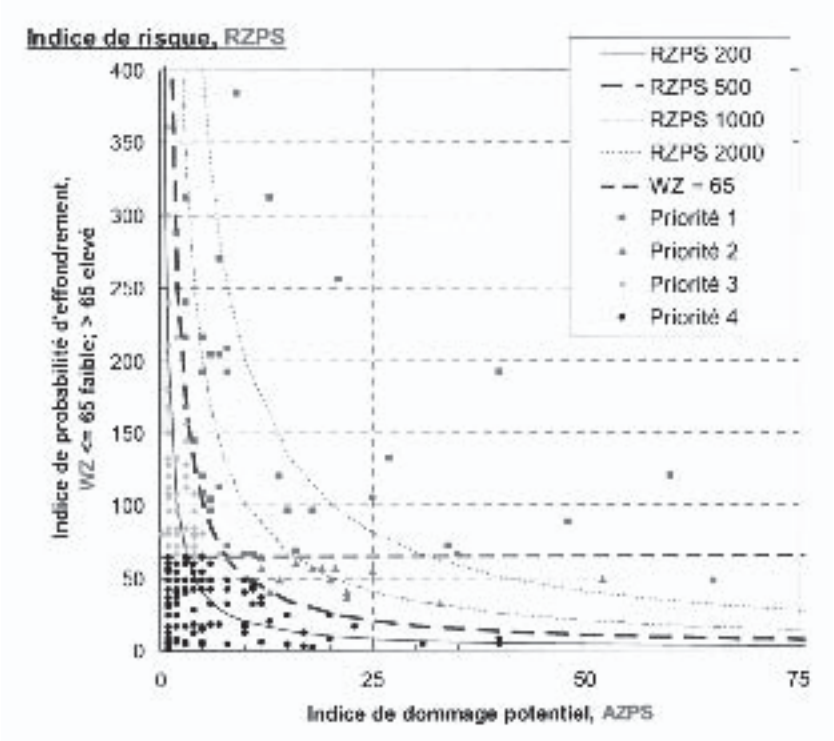


Fig. 2:
Représentation graphique des résultats de l'étape d'inventaire 1 et concept de priorités pour l'étape 2. Les résultats sont déterminés à l'aide d'une check-list rapide.

Fig. 3:
Tableau final de sélection des ouvrages pour l'étape 2 sur la base d'une discussion finale avec les responsables des parcs immobiliers. Les 94 bâtiments sélectionnés représentent 85% de l'indice de risque cumulé sur l'ensemble des 322 bâtiments.

Priorité	Nombre de bâtiments	Sélectionnés pour l'étape 2	Non sélectionnés pour l'étape 2
1	48	40	8
2	22	19	3
3	83	31	52
4	169	4	165
Total	322	94	228

nouvelle norme au sein des Ecoles polytechniques fédérales (en 2003) et des Hautes écoles spécialisées (en 2004). Cette norme SIA 261 montre un changement dans la répartition des zones sismiques en Suisse (p. ex. Valais, Bâle et Suisse centrale), une sollicitation sismique doublée par rapport à l'ancienne norme SIA 160 (1989) et l'établissement de 6 classes de sols de fondation en fonction de la géologie.

En complément à cette nouvelle norme, la Centrale de coordination (CCMS) a publié l'ouvrage du Prof. Bachmann «Conception parasismique des bâtiments» (2002), une directive pour l'établissement des études de microzonage en Suisse (2004, f/d) avec l'accès on-line sur Internet des cartes de sols de fondation selon SIA 261 à l'échelle 1:25'000 (www.bwg.admin.ch) et a organisé un cours de formation sur le microzonage pour 80 personnes, le 3 décembre 2003. En liaison avec les établissements cantonaux d'assurances des bâtiments (ECA), la Centrale de coordination (CCMS) a proposé une procédure de contrôle des nouveaux bâtiments (OFEG 2004) qui est actuellement dans une phase de test au sein de l'Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL) et d'armasuisse. Pour la période 2005–2008, le contrôle de l'application des nouvelles normes parasismiques sera renforcé au sein de l'administration fédérale et des instructions sur l'application par la CSFI des normes sur les structures porteuses et des dispositions parasismiques sont à l'étude par le Bureau de Coordination des services fédéraux de la construction et des immeubles (CSFI).

Pour les constructions existantes de la Confédération (mesures 2 et 3 du programme fédéral), où la mise en conformité parasismique coûte selon l'objet et la zone sismique de 5 à 10% (voire 20%) de la valeur vénale, il est nécessaire de procéder selon des priorités et de répartir l'effort de renforcement parasismique sur plusieurs décennies. En se basant sur les travaux entrepris par certains cantons, la Centrale de coordination (CCMS) a développé une procédure en trois étapes (OFEG, 2003 f/d). La première étape nécessite 2 à 4 heures par objet et permet de trier rapidement les constructions déficientes en fonction de la probabilité d'effondrement et du risque potentiel. La deuxième étape se propose d'analyser les objets sur la base d'une check-list et de calculs simplifiés. La troisième étape

constitue enfin le projet de renforcement parasismique avec estimation des coûts.
Il faut signaler que l'Office fédéral des routes (OFROU) a établi une procédure similaire de contrôle des ponts et des ouvrages d'art. L'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) a établi une procédure pour le contrôle parasismique des citernes dans le cadre de l'ordonnance pour les accidents majeurs (OPAM). La Section de la protection des biens culturels (PBC, OFPP) a adapté la procédure 1 de l'OFEG pour l'inventaire de la sécurité parasismique des biens culturels (mesure 4 du programme fédéral). Enfin, la Section barrages de l'OFEG a publié récemment des directives fédérales pour la sécurité parasismique des ouvrages d'accumulation (OFEG, 2003).
La nouvelle norme SIA 261 s'intéresse uniquement à la sécurité parasismique des nouveaux ouvrages. Sous l'impulsion et en coordination avec la CCMS, la Société des ingénieurs et architectes (SIA) est sur le point de publier un cahier technique 2018 «Contrôle de la sécurité parasismique des bâtiments existants» (SIA, 2004) qui définit le seuil de sécurité parasismique acceptable pour les ouvrages existants, en tenant compte de la période d'utilisation de l'ouvrage. Cette publication propose aussi un calcul de proportionnalité des coûts de renforcement en fonction des coûts de sauvetage (10 mio. par personne sauvée).
Durant la période 2001–2004, la CCMS a fait l'inventaire de 322 immeubles civils et militaires de la Confédération selon l'étape 1 (CO II et III dans les zones sismiques 2 et 3 de la SIA 160) et analysé 94 ouvrages selon l'étape 2. La figure 2 présente les résultats de l'étape 1 de manière synthétique, ainsi que le concept de priorité pour la sélection des bâtiments pour l'étape 2. La figure 3 présente le tableau final avec la sélection faite pour l'étape d'inventaire 2.
Prévu pour la fin juillet 2004, le résultat de l'étape 2 de l'inventaire parasismique était un classement des bâtiments selon leur niveau de sécurité parasismique par rapport aux exigences demandées pour un ouvrage neuf, ainsi qu'un estimatif grossier des coûts de renforcement si nécessaire. Les bâtiments seront classés selon trois ordres de priorité. La priorité 1 pour un niveau de sécurité inférieur à 30%, la priorité 2 pour un niveau de sécurité allant de 30% à 70% et la priorité 3 pour un niveau de sécurité supérieur à 70%. Les bâtiments en priorité 1 devront à priori être renforcés, les bâtiments en priorité 2 devront être renforcés seulement si le rapport coût efficacité des mesures est suffisant selon la nouvelle directive SIA 2018. Les bâtiments de priorité 3 ne seront pas renforcés.
Dans le cadre des transformations d'ouvrages existants de la Confédération, 15 ouvrages de l'OFCL et 1 ouvrage de l'Administration fédérale des douanes (AFD) ont aussi été analysés selon les étapes 1 et 2 de la CCMS. Il ressort aussi que sur 16 objets, 4 objets avaient une sécurité conforme, 2 objets étaient non conformes mais n'ont pas été renforcés, 5 objets sont à l'étude et 5 objets seront renforcés. L'exemple d'un bâtiment de la Station de recherche agronomique de Liebefeld est à citer comme exemple pour le rapport coût efficacité élevé des mesures de renforcement prises (voir fig. 4).
Pour la période 2005–2008 et sous la devise convaincre plutôt qu'ordonner, il faudra d'une part compléter l'inventaire de la sécurité des ouvrages existants dans les nouvelles zones 2 et 3 selon la SIA 261, d'autre part poursuivre le contrôle des ouvrages en transformation de la Confédération et, enfin, renforcer selon un





Fig. 4 : Renforcement des liaisons plancher-mur lors de l'assainissement global d'un bâtiment de la station de recherche agronomique de Liebefeld en 2003. Le coût du renforcement parasismique de Fr. 200'000.–, soit 1,8% du budget d'assainissement de 11 mio. de francs a dans ce cas un rapport coût efficacité très élevé.

programme prioritaire les ouvrages présentant de graves lacunes de sécurité parasismique selon les phases 1 et 2 de l'inventaire de CCMS durant la période 2001–2004. De plus, une compilation des méthodes de renforcement parasismique avec leurs coûts indicatifs sera mise à disposition des praticiens par la Centrale de coordination CCMS.

Une activité stratégique: la coordination

La mitigation des séismes a été, jusqu'en l'an 2000, le parent pauvre de la gestion des risques naturels en Suisse. Le Service sismologique suisse (SED/ETHZ), ainsi que la Société suisse de génie parasismique et de la dynamique des structures (SGEB/SIA), se partageaient avec quelques rares spécialistes cette tâche de prévention des séismes.
Aujourd'hui en 2004, on compte plus d'une vingtaine de groupes de travail actifs dans le domaine et la Centrale de coordination (CCMS) se propose de coordonner toutes ces activités. Sur le plan de la Confédé-

ration, les sept mesures du programme 2001–2004 ont engendré une dizaine de groupes de travail qui ont produit des rapports sectoriels et des propositions pour les travaux futurs de la Confédération. Un groupe de travail interdépartemental de l'Administration fédérale proposera d'ici la fin 2004 au Conseil fédéral un nouveau programme de mesures pour la période 2005–2008, en tenant compte de l'état des finances du budget fédéral.

Parallèlement à ces travaux de synthèse et de planification opérationnelle des activités des offices fédéraux pour ces prochaines années, la «Plate-forme nationale dangers naturels» (PLANAT) est chargée d'établir un rapport sur les mesures prises en Suisse en matière de gestion des risques naturels et un plan d'action stratégique dès 2005.
Actuellement, la Constitution ne concède aucune compétence à la Confédération pour une implication active dans le domaine de la construction et cette tâche incombe aux cantons et aux communes. Soucieuse d'appuyer les cantons, la Centrale de coordination (CCMS) maintient des contacts très étroits avec ceux-ci et participe activement à l'élaboration des données de base (p. ex. carte des sols de fondation SIA 261 au 1:25'000). Elle met à disposition son expérience et ses compétences et participe à des projets communs, comme par exemple l'évaluation du risque sismique dans le canton de Nidwald à l'aide du logiciel HAZUS.

Le domaine de la recherche et de la formation nécessite du personnel qualifié et de gros moyens financiers. La CCMS appuie dans la mesure de ses moyens des projets ciblés, comme par exemple la détermination des spectres de réponse élastique pour les eurocodes, l'élaboration de courbes de fragilité pour le bâti en Suisse ou le développement de senseurs pour les bâtiments.

Enfin, une solide collaboration a été établie avec l'Association des établissements cantonaux d'assurances incendie (AEAI) pour soutenir des projets communs, financer des cours de formation et proposer des guides méthodologiques pour les praticiens.

Pour la période 2005–2008, des efforts supplémentaires de coordination devront être consentis pour optimaliser les ressources humaines et financières allouées à la mitigation des séismes en Suisse. Les instruments existent et il faut les appliquer dès à présent.



Das Erdbebenrisiko in der Schweiz und die Massnahmen des Bundes
Le risque sismique en Suisse et les mesures prises par la Confédération
Il rischio sismico in Svizzera e le misure della Confederazione
The earthquake risk in Switzerland and the federal mitigation measures

Download Flyer: www.bwg.admin.ch

Das Erdbebenrisiko in der Schweiz und die Massnahmen des Bundes

Erdbeben in der Schweiz sind selten, aber sie können schwere Schäden hervorrufen, weil viele bestehenden Bauten nicht oder nur ungenügend auf Erdbebensicherheit ausgerichtet sind. Im Wissen um diese Gefahr hat der Bundesrat das Departement für Umwelt, Verkehr und Landschaft (UVEK) beauftragt, eine Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge (KSEV) zu schaffen und für den Zeitraum von 2001 bis 2004 ein siebenteiliges Massnahmen-Programm zum Schutz vor solchen Katastrophen zu lancieren (s. Kasten).

Im Gegensatz zu anderen, häufiger vorkommenden Naturgefahren wie Überschwemmungen oder Lawinen, hat die Schweizer Bevölkerung nur wenig Erfahrungen mit Erdbeben. Die bewusste Wahrnehmung für die Gefährdung durch Erdbeben ist hier kaum vorhanden; Politik und Medien messen einer solchen Gefahr nur wenig Bedeutung zu und unterschätzen sie. Zu den ersten Aufgaben der Koordinationsstelle gehörte es deshalb, die Öffentlichkeit, Ingenieure und Architekten sowie politische und wirtschaftliche Kreise überhaupt erst für solche Fragen zu sensibilisieren.

Der Erdbebenschutz stützt sich vor allem auf bauliche Massnahmen. Grosse Sicherheitsmängel an bestehenden Bauten wurden festgestellt. Die Koordinationsstelle hat mit Hilfe eines Inventarisierungsprogramms bestehende Bauten des Bundes überprüft, Kontrollmassnahmen für Neubauten eingeleitet und verstärktes Gewicht auf die Anwendung der Erdbebennormen bei Neu- und Umbauten von bundeseigenen Gebäuden gelegt.

Die sieben Teilberichte

1 Bei Neubauten konsequent die Norm einhalten
2 Sanierungsprojekte genau überprüfen
3 Bestehende Bauten inventarisieren
4 Gefährdung von Kulturgütern ermitteln
5 Rechtsgrundlagen verbessern
6 Deckung von Erdbebenschäden abklären
7 Ein umfassendes Einsatzkonzept erarbeiten

Bis 2000 gehörte die Erdbebenvorsorge zum Aufgabenbereich eines engeren Kreises von Spezialisten. Im Rahmen des Bundesprogramms für die Zeit von 2001 bis 2004 sind nun verschiedene Arbeitsgruppen gebildet worden, die sich ebenfalls dieser Fragen annehmen. Die Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge (KSEV) koordiniert die Massnahmen zum Erdbebenschutz auf Bundesebene; sie berät und unterstützt auch die Kantone, die Forschungsinstitute sowie private Vereinigungen, die sich mit diesem Thema befassen.

Il rischio sismico e le misure adottate dalla Confederazione

I terremoti sono eventi rari in Svizzera, ma potrebbero causare gravi danni poiché molte costruzioni non sono state realizzate in modo da resistere alle sollecitazioni di un sisma. Consapevole del pericolo, il Consiglio federale ha istituito presso il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC) una Centrale per la coordinazione della mitigazione dei sismi (CCMS) e ha lanciato un programma articolato su sette misure di protezione sismica per il periodo 2001–2004.

La popolazione svizzera non ha mai vissuto in prima persona un forte terremoto, contrariamente ad altri pericoli naturali quali valanghe e inondazioni. La sensibilizzazione al rischio sismico è scarsa; i media e le autorità accordano poca importanza ai terremoti e li sottovalutano. La sensibilizzazione dell'opinione pubblica, degli ingegneri e degli architetti nonché delle cerchie politiche ed economiche è stato quindi uno dei primi compiti della Centrale per la coordinazione della mitigazione dei sismi.
La protezione sismica si basa essenzialmente su misure edilizie. Nelle costruzioni esistenti sono state rilevate grosse lacune. Con l'inventariazione delle costruzioni fe-

derali esistenti e l'introduzione di controlli delle costruzioni nuove, la Centrale per la coordinazione della mitigazione dei sismi si propone di applicare con maggiore rigore le norme antisismiche nelle nuove costruzioni e in occasione di rimodernamenti di edifici di proprietà della Confederazione.

Fino al 2000 la prevenzione nel campo dei terremoti competeva ad una cerchia ristretta di specialisti. Nell'ambito del programma federale per il periodo 2001–2004 sono stati creati diversi gruppi di ricerca. La Centrale per la coordinazione della mitigazione dei sismi (CCMS) coordina le misure di protezione sismica a livello federale, funge da consulente e sostiene i Cantoni, gli istituti di ricerca e le istituzioni private attive in questo settore.

Sette punti per la sicurezza sismica

1 Sicurezza sismica delle nuove costruzioni
2 Esaminare accuratamente i progetti di risanamento
3 Redigere l'inventario delle costruzioni esistenti
4 Analizzare la sicurezza dei beni culturali
5 Aggiornare le basi legali
6 Analizzare la copertura assicurativa dei danni sismici
7 Elaborare un concetto globale

Earthquake risk and measures taken by the Confederation

Earthquakes are rare in Switzerland, but when they strike they can cause serious damage, as many existing buildings are insufficiently protected against earthquakes. Mindful of this threat, the Federal Council asked the Department for the Environment, Energy, Transport and Communications (DETEC) to set up a Co-ordination Centre for Earthquake Mitigation (CCMS) and to launch (11th December 2000) a seven-point earthquake mitigation programme for the 2001–2004 period.

Unlike other frequent natural hazards, such as flooding and avalanches, the Swiss population has almost no experience of earthquakes. Scant attention is given to earthquakes; Swiss policy and the media afford it little importance and underestimate the risk. One of the first tasks of the CCMS was to raise awareness among the general public, engineers, architects, politicians and the business community.

The key to earthquake mitigation is construction measures. Sizeable gaps in the safety of existing buildings have been identified. Consequently, the Co-ordination Centre for Earthquake Mitigation (CCMS), basing their work on an inventory programme and supervisory measures for new buildings, ensured that greater weight is now given to the application of earthquake-proof construction norms for new and renovated federal buildings.

Until 2000, only a very small circle of specialists was involved in earthquake mitigation. As part of the 2001–2004 federal programme, several working parties were set up. The CCMS also co-ordinates earthquake mitigation measures at federal level; it advises and provides back-up to the cantons, research institutes and private associations involved in this field.

The seven points

1 Systematic application of the building codes for new constructions
2 Careful seismic control of renovation projects
3 Inventory of existing buildings
4 Determination of the threat to cultural property
5 Improvement of the legal basis
6 Clarification of the insurance of earthquake damages
7 Prepare a detailed disaster response plan

Hans Laupper

Teilbericht «Erdbeben und Kulturgüter»



Dr. Hans Laupper

Landesarchivar und Landesbibliothekar des Kantons Glarus, Mitglied des Schweiz. Komitees für Kulturgüterschutz, Präsident der Arbeitsgruppe «Erdbebengefährdung von Kulturgütern».

Der Auftrag des Bundesrates an das Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) verlangte als einen von sieben Teilberichten auch die «Untersuchung der bedeutenden Kulturgüter auf ihre Erdbebengefährdung». Mit Unterstützung des Schweizerischen Komitees für Kulturgüterschutz und des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS), Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS), wurde eine Arbeitsgruppe mit Spezialisten aus den Fachgebieten Bautechnik, Denkmalpflege, Versicherungen, Restaurierung, Archive, Bibliotheken und Museen gebildet, die den Auftrag erhielt, sich mit der Problematik auseinanderzusetzen. Ihre Erkenntnisse wurden in einem Bericht festgehalten.

Ein mittelschweres Erdbeben hat in der Nacht vom 23. Juni 2004 um 1.10 Uhr Teile der Deutschschweiz und des deutschen Bundeslandes Baden-Württemberg erschüttert. Schäden wurden dabei keine gemeldet. Nach Angaben des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) lag das Epizentrum im Kanton Baselland. Im deutschen Landkreis Waldshut an der Grenze zur Schweiz wurde ein Erdbeben der Stärke 4,1 auf der Richterskala registriert, berichtete das Lagezentrum in Stuttgart. In der Schweiz wurde eine Stärke von 3,8 festgestellt.
Das Beben sei deutlich zu spüren gewesen, sagte ein Sprecher der Notrufzentrale der Basler Kantonspolizei am Dienstagmorgen gegenüber der Nachrichtenagentur sda. Insgesamt seien 39 Notrufe von besorgten Bürgerinnen und Bürgern eingegangen. Weil sich das Beben in einer relativ großen Tiefe von 22 Kilometern ereignet hatte, sei es bis nach Bern und Zürich spürbar gewesen. Fast drei Stunden später wurde im Kreis Böblingen in Deutschland ein zweites Beben mit 3,0 auf der Richterskala gemessen.

Wieder einmal ist man mit dem Schrecken davon gekommen. Zum Glück blieben Meldungen über Schäden an Menschen und Sachwerten aus. Diese Feststellung darf uns aber nicht dazu verleiten, die Schlussfolgerung zu ziehen, es könne bei uns keine Erdbeben mit Schadenfolge geben. Im Gegenteil – eine breit angelegte wissenschaftliche Studie weist 600 Erdbeben in den letzten 1000 Jahren in unserem Lande nach. 80 davon erreichten die Intensität VI und grösser. Solche Beben können bis zu starken Gebäudeschäden führen, wie dies die Erdbeben von Basel 1356 (6,9), in der Zentralschweiz 1601 (6,2) und in Törbel/VS 1855 (6,4) belegen.

Die Schweiz ist in den vergangenen fünfzig Jahren von Erbeben mit zerstörerischer Wirkung weitgehend verschont geblieben. Die Geschichte zeigt aber, dass solche Ereignisse auch bei uns jederzeit möglich sind. Bloss sind wir auf solche Katastrophen nur ungenügend vorbereitet. Im Gegensatz zu Vorkehrungen gegen andere Naturgefahren wie Überschwemmungen, Bergstürze, Mur- und Lawinenniedergänge usw. fehlen bei uns auf Bundesebene weitgehend die gesetzlichen Grundlagen. Daraus resultiert für die Erdbebenvorsorge ein grosser Nachhol- und dringlicher Handlungsbedarf. Um die Erdbebensicherheit der Bauwerke gesamtschweizerisch zu erhöhen und die Deckung von Schäden nach Erdbeben einheitlich zu regeln, müsste die Verfassung revidiert bzw. ergänzt werden, etwa mit einer sektoriellen Zuständigkeitsnorm («Der Bund kann Vorschriften über den Schutz

vor Erdbeben erlassen»). Der Bundesrat hat in Anbetracht dieser Gesetzeslücke im Januar 2001 die Koordinationsstelle «Erdbebenvorsorge des Bundes (KSEV)» beim Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) eingesetzt, mit dem Ziel den Erdbebenschutz in unserem Lande zu verbessern (vgl. S. 29–37 in diesem KGS Forum). In diesem Rahmen wurde das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) mit der Abklärung beauftragt, inwiefern Kulturgüter von internationaler und nationaler Bedeutung auf schweizerischem Territorium vor schädlichen Einwirkungen durch Erdbeben besser geschützt werden könnten.

Zu diesem Zweck wurde unter der Koordination des Fachbereichs Kulturgüterschutz (KGS) im BABS eine Arbeitsgruppe gebildet, die sich am 29. August 2001 in Bern konstituierte. Als Grundlage standen ihr das «Schweizerische Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung (KGS-Inventar, Ausgabe 1995)» mit seinen rund 1'600 Objekten von nationaler und ca. 8'000 Objekten von regionaler Bedeutung, der Bericht der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege «Erdbebensicherheit bei Baudenkmälern» (2001), die Publikation der Schweizer Gesellschaft für Erdbeben, Ingenieurwesen und Baudynamik «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung von Bauwerken in der Schweiz» (1998), die «SIA-Dokumentation DO 150» sowie die geltenden SIA-Normenwerke zur Verfügung. Mangels eigener Erfahrungen wurden auch ausländische Publikationen zu Rate gezogen.

Bis vor wenigen Jahrzehnten hat sich in der Schweiz kaum jemand um die Erdbebensicherheit von Kulturgütern gekümmert. Dennoch sind in den vergangenen zwanzig Jahren immer wieder Versuche unternommen worden, um auf politischer Ebene Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung von Kulturgütern durchzusetzen. Alle diese Vorstösse blieben jedoch erfolglos und so besteht bis heute ein Manko auf diesem Gebiet. Es ist somit höchste Zeit, in baulicher Hinsicht (Erdbebenertüchtigung, Weiterentwicklung der Tragwerksnormen usw.) wie im Dokumentationsbereich (Inventare, Sicherstellungsdokumentationen usw.) entsprechende Vorkehrungen und Massnahmen zu treffen, um unser nationales Kulturgut vor den Auswirkungen durch Erdbeben wirksamer zu schützen. Nur so lassen sich inskünftig Schäden an mobilem und immobilem Kulturgut entscheidend verringern.

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Vorsitz

* Dr. Hans Laupper, Landesarchivar und Landesbibliothekar des Kantons Glarus, Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz

Mitglieder

* Prof. Eugen Bruehwiler,
  Ecole poytechnique fédérale Lausanne EPFL (bis 2002)
* Rino Büchel,
  Chef Kulturgüterschütz (KGS), Bundesamt für Bevölkerungsschutz
* Cécilie Gagnebin-Bang, Restauratorin,
  Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz (bis 2003)
* Dr. Olivier Lateltin, Leiter Sektion Geologische Risiken,
  Bundesamt für Wasser und Geologie
* Dr. Pierino Lestuzzi,
  Ecole poytechnique fédérale Lausanne EPFL (ab 2002)
* Hans Schüpbach,
  KGS, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (Protokoll)
* Stefan Thurnherr, Managing Director, Vermögenszentrum VZ, Zürich
* Dr. Thomas Wenk,
  Wenk Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik GmbH, Zürich
* Ivo Zemp, Bundesamt für Kultur,
  Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Der Schutz von Kulturgütern im Erdbebenfall ist aber nur dann möglich, wenn alle am Erhaltungsziel interessierten Kräfte mitarbeiten (d.h. Behörden, Institutionen, Denkmalpflege, Kulturgüterschutz, Architekten, Bauingenieure und Private). Allfällige Zielkonflikte müssen vorgängig ausdiskutiert werden, etwa bei der Frage, wie Erdbebenertüchtigung mit der historischen Bausubstanz in Übereinstimmung gebracht werden kann. Gerade dieser Punkt zeigt, wie notwendig es ist, gangbare Lösungen sowohl im Interesse der Sicherheit als auch der Erhaltung der Originalsubstanz eines Kulturgutes zu finden. Es braucht dazu eine ganzheitliche Sicht, nicht nur in Bezug auf Erdbeben, sondern auch auf andere Gefährdungen wie zum Beispiel durch Wasser und Feuer, d.h.

«eine risikobasierte Sicherheitsbeurteilung für Kulturgüter», wobei in jedem Fall der integrale Erhalt eines originalen Kultugutes im Vordergrund stehen muss.
Ziel der Arbeitsgruppe war es, Grundlagen und Vorschläge zur Erdbebenertüchtigung – d.h. vorbeugende Schutzmassnahmen für wichtige mobile und immobile Kulturgüter unseres Landes im Falle eines Erdbebens – auszuarbeiten. Im Vordergrund der Abklärungen standen folgende Themen:

* Vereinheitlichung der Einstufung von Kulturgütern in den Bundesinventaren,
* Schaffung eines Aufnahmeblattes zur raschen Beurteilung der gefährdeten Bereiche von KGS-Gebäuden und -Objekten (vgl. Abb. 2),
* Eintrag der wichtigsten Kulturgüter in die «Schweizerische Erdbebenkarte» nach Bauwerksklassen und Gefahrenstufen,
* Schaffung einer Fachstelle sowie einer nationalen Datenbank an einer der beiden Schweizerischen Technischen Hochschulen (ETH, Zürich / EPF, Lausanne),
* Prüfverfahren zum rechnerischen Nachweis der Tragsicherheit von Kulturgütern,
* Schaffung eines interdisziplinären Expertengremiums,
* Kontakte zu ausländischen Fachstellen,
* Entwicklung von Standards für Sicherstellungsdokumentationen,
* Anforderungen an Schutzraumbauten und Einrichtungen,
* Richtlinien für einen Katastrophenplan und
* Schliessen von Gesetzeslücken.

Während rund zwei Jahren hat sich die Arbeitsgruppe mit diesen Themen intensiv beschäftigt und ist dabei zu folgenden Erkenntnissen und Feststellungen gelangt:

* Kulturgut – ob alt oder neu – stellt gewissermassen die «kulturelle Essenz» eines Landes dar; es ist ein Legat, das der Menschheit als Quelle der Forschung und als Erklärung ihrer eigenen Existenz dient.
* Es sind in unserem Lande vor allem Naturkatastrophen oder Elementarschäden, im Ausnahmefall auch Diebstahl und/ oder Vandalismus, die für das Kulturgut eine ernsthafte Bedrohung darstellen.
* Ein Erdbeben mit der Magnitude 5 bis 6 könnte im Umkreis von 25 km, ein solches mit der Magnitude 6 bis 7 im Umkreis von rund 60 km Auswirkungen haben.
* Das Gefährdungspotenzial eines historischen Bauwerkes ist im Erdbebenfall von vier grundsätzlichen Bedingungen abhängig: Standort, Baugrund, Bauweise und dynamische Sicherung.
* Ältere Bauwerke sind nach keinen (oder vielfach nur nach veralteten) Erdbebenbaunormen erstellt.
* Nicht nur die immobilen, sondern auch die mobilen Kulturgüter sollten in umfassende Erdbebenschutzmassnahmen miteinbezogen werden.
* Es gibt kaum Vorkehrungen gegen Erdbeben in Archiven, Bibliotheken, Museen oder in anderen Bauten mit bedeutendem Kulturgut.
* Ein Einsatzplan der Rettungsorganisationen ist unabdingbar für alle Objekte, welche bedeutende Kulturgüter enthalten.
* Das Erdbebenrisiko kann nur dadurch verringert werden, wenn die Verletzbarkeit der Objekte reduziert wird.
* Ein Erdbebenschutz für Kulturgüter ist nicht von heute auf morgen erreichbar, sondern bedarf eines längerfristigen Prozesses.



Abb. 1: Zerstörung von wertvollen Kulturgütern durch Erdbeben (hier 1974 im Friaul, Italien) – ein Szenario, das durchaus auch in der Schweiz möglich ist (Foto:KGS, Bern).

Überprüfung von Sicherstellungsdokumentationen

Um Entscheidungsgrundlagen zu erhalten wurden folgende Objekte einer näheren Prüfung unterzogen: u.a. die Pfarrkirche St. Peter und Paul, Sarnen (OW), die alte Kirche Maria Himmelfahrt Saas/Balen (VS), die Kathedrale Saint Nicolas, Freiburg (FR), die Abteikirche Payerne (VD), das Bundeshaus (BE), das Château Prangins (VD), das Haus Kirschgarten, Basel (BS), sowie das Haus Grosshostett, St. Niklausen (OW). Alle diese Bauten liegen in typischen Erdbebenzonen. Für die meisten dieser Objekte stehen laut den Untersuchungsergebnissen nur ungenügende Sicherstellungsdokumentationen zur Verfügung. Ein Anliegen der Arbeitsgruppe ist es deshalb, dass alle Objekte von nationaler Bedeutung über eine standardisierte Sicherstellungsdokumentation verfügen sollten.

Praktikable Lösungen angestrebt

Alle Vorschläge zur Erdbebenertüchtigung von Kulturgütern sind nutzlos, wenn sie nicht umgesetzt werden. Es galt deshalb, vor allem praktische und machbare Lösungen im Bericht aufzuzeigen, die sowohl wirtschaftlich verkraftet werden können als auch politisch durchsetzbar sind. Davon profitieren nicht nur die schützenswerten Bauten im Falle eines Erdbebens, sondern auch Archive, Bibliotheken und Museen mit ihren einmaligen Kulturschätzen.
Man weiss von jüngsten Beispielen aus Japan und Amerika, das bei konsequenter Anwendung von gezielten Erdbebenertüchtigungs-Massnahmen die Erdbebengefährdung um ein Vielfaches reduziert wer-



Erfassung der Erdbebengefährdung von historischen Sakralbauten
Inventarisierung der Stufe 1

Bauwerk: Pfarrkirche St. Peter und Paul — Ort: Sarnen
Standort: Sarnen OW
Standort Akten: Ausgrabungsakten
Bedeutung des Kulturgutes:

Klassierung nach Schadenmass:

ADP = 0,1 · 300 · 2 /24 · 6 /7 = 1
ADS = 17
AZPS = (ADS + ADP) = 18

Erdbebenzone, Planungsjahr	WEP				Baugrund	WB
Erdbebenzone:	1	2	3a	3b	Gut	1
Planungsjahr: vor 1970	3	(6)	15	30	Durchschnittlich	2
1970 bis 1989	2	4	8	15	Schlecht	(3)
nach 1989	1	1	1	1		

WEPB = WEP · WB = 24

Tragwerk:

Anordnung Grundriss	WG	Türme, Flügel	WT
Günstig	(0)	Keine	0
Ungünstig	2	Gedrungene	(2)
Fehlende Aussteifung	5	Schlanke	5

Gewölbekonstruktion	WE	Konzept im Grundriss	WK
Keine	0	Kompakt	(0)
Mit Zugstangen	(2)	Verwinkelt oder länglich	1
Ohne Zugstangen	3		
Besonders schlanke	4		

Bauweise	WU	Fundation	WF
Mauerwerk aus:		Flächenhaft	0
- Natursteine (grosse Blöcke)	2 + a	Einzelgründung	(1)
- Back- und Kunststein	3 + a		
- Bruch- und Bollensteine	(4 + a) 4+3=7		
Holz inkl. Fachwerke	5		

WBAU = (1 + WG + WT + WE + WK + WU + WF) = 13

Besondere Bemerkungen:
WZ = WEPB · WBAU = 312
RZPS = AZPS · WZ = 5616

Historische Erdbeben im Jahre: 1964 Intensität: VII Schadengrad: 2

Datum: 17.11.03 Name: Wenk

Abb. 2: Bewertungsblatt zur Beurteilung der Erdbebensicherheit von Kulturgütern am Beispiel der Kirche Sarnen (OW). Rasterblatt des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG), adaptiert für Kulturgüter durch T. Wenk, 2003.

Erklärung der Abkürzungen:
ADP = Wert für direkte Personenschäden.
ADS = Wert für direkten Sachschaden.
AZPS = Kennzahl für das Ausmass von Personen- und Sachschäden.

Die Abkürzungn mit W sind selbst erklärend.
W steht dabei immer für die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung, die anderen Buchstaben sind Abkürzungen für die davor erwähnten Überschriften:
WEP = Wahrscheinlichkeit der Gefährdung für E (Erdbebenzone) und P (Planungsjahr).
WEPB multipliziert WEP und WB.
WZ = Einsturzwahrscheinlichkeit

RZPS = Risikokennzahl zur Abschätzung der Gefährdung.

Vgl. dazu auch Fig. 2 auf S. 32.

den kann. Auch in der Schweiz könnte bei strikter Umsetzung der von der Arbeitsgruppe vorgeschlagenen Massnahmen das Erdbebenrisiko für unsere wertvollsten Kulturgüter wesentlich verringert werden. Um letztlich einen umfassenden Erdbebenschutz in unserem Lande erreichen zu können, müssen auch alle anderen natur- und technikbedingten Gefahren in die Schutzüberlegungen miteinbezogen werden. Ganz besonders ist in diesem Zusammenhang den Belangen der Vorsorge, der Schadensbewältigung, des Wiederaufbaus oder der Restaurierung – und damit der Aus- und Weiterbildung der betroffenen Fachleute und der Einsatzdienste – die notwendige Beachtung zu schenken.

Aufbau einer Fachstelle als Kompetenzzentrum

Um all diese Aufgaben im Bereich Erdbeben und Kulturgüter koordinieren und durchführen zu können, ist die Errichtung eines Kompetenz-Zentrums für die Erdbebenvorsorge unausweichlich. Dieses könnte im Rahmen eines obligatorischen Baueingabeverfahrens für die vom Bund subventionierten immobilen Kulturgüter – inklusive bundeseigenen Bauten – von internationaler und nationaler Bedeutung in Zusammenarbeit mit der Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge (KSEV) fachtechnische Begleitungen anbieten, entsprechende Ertüchtigungsmassnahmen anordnen, Grundlagen zur Erdbebenvorsorge für Kulturgüter erarbeiten oder Standards in Bezug auf Erdbebensicherheit für mobile und immobile Kulturgüter festlegen. Ausserdem sollten die bestehenden Schutzräume für Kulturgüter auf ihre Erdbebensicherheit und Zugänglichkeit hin überprüft werden. Insbesondere sind Schwachstellen wie Gefährdungen durch Wasser, Feuer, Gas, elektrische Anlagen, Heizungen usw. ausfindig zu machen und zu eliminieren. Schliesslich sollte zur Verminderung von Folgeschäden an Kulturgut durch Erdbeben auch eine KGS-Spezialistengruppe – analog zum Fachpersonal im Rahmen der humanitären Hilfe – aufgebaut werden. Bei grösseren Naturkatastrophen, in erster Linie nach Erdbeben, könnte sie objektorientiert im jeweiligen Schadengebiet im In- und Ausland eingesetzt werden.

In letzter Konsequenz muss auch die Frage nach einer finanziellen Bewältigung eines Erdbebenschadens an Kulturgütern gestellt und geklärt werden (vgl. Beitrag zur Versicherung von Erdbebenschäden, S. 68–76 in diesem KGS Forum).

Anträge der Arbeitsgruppe

Die von der Arbeitsgruppe «Erdbeben und Kulturgüter» vorgeschlagenen Massnahmen könnten zu einem grossen Teil mit bereits bestehenden Mitteln bundesintern finanziert werden:

* einheitliche Einstufung von Kulturgütern in den Bundesinventaren,
* Standards für Sicherstellungsdokumentationen,
* Überprüfen der Kulturgüter von nationaler und internationaler Bedeutung auf ihre Erdbebengefährdung hin,
* Aufbau einer Forschungsstelle,
* Aufbau einer nationalen Datenbank für Kulturgüter,
* Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe,
* Legiferierung der notwendigen Rechtsgrundlagen.

Neue Mittel müssten lediglich für das Erreichen einer einheitlichen Einstufung von Objekten in den Bundesinventaren, für den Aufbau der Forschungsstelle sowie für die Bildung einer KGS-Spezialistengruppe generiert werden.

Es wäre deshalb zu wünschen, dass die von der Arbeitsgruppe aufgezeigten Massnahmen zur Verminderung der Erdbebenrisiken möglichst rasch umgesetzt würden. Dadurch könnte nicht nur ein wichtiger Beitrag zum Schutz unseres bedeutenden Kulturgutes geleistet, sondern auch eine Verbesserung eines flächendeckenden Erdbebenschutzes in der Schweiz erreicht werden. Denn eines ist klar: Vorsorge ist besser, als tatenlos auf das nächste Erdbeben zu warten!

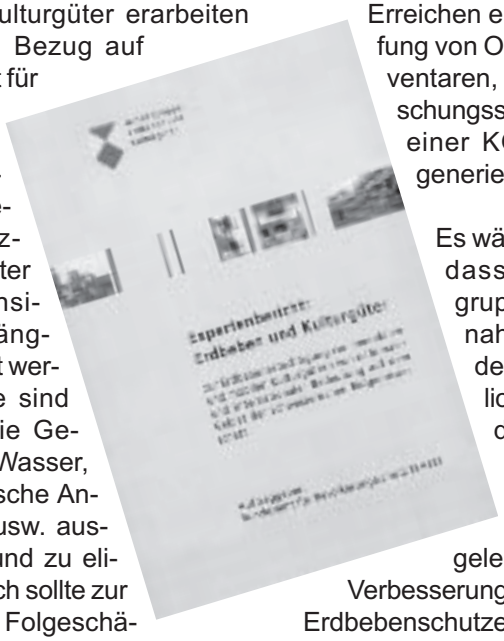


Abb. 3:
Der Bericht der Arbeitsgruppe befindet sich zur Zeit bei verschiedenen Fachstellen in Vernehmlassung.

Rapport «Séismes et biens culturels»

Dans le cadre d'un mandat du Conseil fédéral à la Centrale de coordination pour la mitigation des séismes (voir article d'Olivier Lateltin, pp. 29–37), la Section PBC de l'Office fédéral de la protection de la population et le Comité suisse pour la protection des biens culturels ont été chargés d'élaborer des propositions pour la protection des biens culturels de notre pays en cas de séisme. Un groupe de travail interdisciplinaire s'est attelé à cette tâche complexe (voir p. 39).

Les biens culturels sont en général des objets uniques de grande valeur identitaire. Leur destruction est une perte irréparable pour tout pays. Dans les constructions «normales», la priorité est donnée à la protection des personnes, alors que la construction elle-même peut subir des dommages importants. En matière de biens culturels, il s'agit avant tout de protéger aussi bien que possible les objets. En effet, ces objets constituent une partie de notre identité et nécessitent donc une protection particulière. La Convention de La Haye de 1954 pour la protection des biens culturels en cas de conflit armé et le Deuxième Protocole de 1999 tiennent compte de cette exigence. Comme la Suisse, les Etats signataires ayant ratifié ces accords internationaux s'engagent à prendre des mesures pour la protection des biens culturels meubles et immeubles afin de pouvoir les protéger, p. ex. en cas de catastrophe naturelle.

Afin d'obtenir les données nécessaires pour les éventuels travaux à entreprendre dans notre pays, les objets suivants ont été soumis à des contrôles approfondis: l'église St-Pierre et Paul à Sarnen (OW), l'église Maria Himmelfahrt à Saas/Balen (VS), la cathédrale St-Nicolas à Fribourg (FR), l'Abbatiale de Payerne (VD), le Palais fédéral (BE), le château de Prangins (VD), la demeure «zum Kirschgarten» à Bâle (BS) et la ferme Grosshostett à St. Niklausen (OW). Tous ces édifices se situent dans des zones de séisme. Or, il s'est avéré après enquête que les documentations de sécurité disponibles sont lacunaires pour la plupart de ces objets. Le groupe de travail souhaite donc remédier au plus vite aux éventuelles lacunes afin que tous les objets d'importance nationale disposent d'une documentation de sécurité standardisée.

Le groupe de travail a établi les recommandations suivantes:

* Uniformisation de l'évaluation et du classement des biens culturels meubles et immeubles dans différents inventaires (des groupes de travail se chargent déjà de ce travail dans le cadre de la révision de l'Inventaire suisse des biens culturels).
* Utilisation de standards définis pour les futures documentations de sécurité et les plans d'intervention.
* Contrôle de la sécurité sismique des biens culturels meubles et immeubles d'importance nationale et internationale. On commencera par les objets situés dans des zones à risque élevé.
* Création, auprès de l'EPFL/EPFZ ou de leur institut pour la conservation des monuments historiques (p. ex. Expert-Center à Zurich), d'un organe pour la recherche en matière de séisme, de mesures parasismiques et d'analyse des risques menaçant les biens culturels.
* Création, auprès de la Section protection des biens culturels de l'OFPP, d'un groupe de spécialistes PBC pour l'intervention en cas de séismes et de catastrophes naturelles.
* Elaboration des bases légales nécessaires pour la mise en œuvre de ces mesures.

La prévention en matière de dangers naturels tels que les séismes exige des solutions souples qui doivent tenir compte non seulement de la particularité et de la nature du bien culturel, mais aussi des éventuelles répercussions financières. En matière d'assurances, on cherche par exemple des solutions permettant de couvrir les dommages prévisibles en cas de catastrophe naturelle qui soient acceptables pour tous. Au niveau politique, des solutions tenant compte des biens culturels en cas de catastrophe sont également attendues. Le rapport présente les possibilités et les objectifs en la matière.

Rapporto «Terremoti e beni culturali»

Nell'ambito del mandato affidato dal Consiglio federale alla Centrale per la coordinazione della mitigazione dei sismi (v. articolo di O. Lateltin, pag. 29–37), il settore Protezione dei beni culturali (PBC) dell'Ufficio federale della protezione della popolazione e il Comitato svizzero per la protezione dei beni culturali sono stati incaricati di elaborare delle proposte per la protezione di beni culturali significativi nel nostro Paese. Per svolgere questo compito complesso è stato istituito un gruppo di lavoro interdisciplinare (v. pag. 39).

In genere, i beni culturali sono pezzi unici e hanno un valore inestimabile per l'identità di una popolazione. La loro distruzione costituisce una perdita irreparabile per qualsiasi Paese. Nel caso di costruzioni «normali», la precedenza viene data alla protezione delle persone, mentre la costruzione stessa può subire danni anche ingenti. Nel caso di beni culturali si tratta invece di garantire soprattutto una protezione globale degli oggetti: in quanto parte della nostra identità devono godere di una protezione particolare. Di questo bisogno viene tenuto conto nella «Convenzione dell'Aia per la protezione dei beni culturali in caso di conflitto armato del 1945» e nel suo Secondo Protocollo del 1999. I due accordi internazionali, ratificati anche dalla Svizzera, esortano gli Stati firmatari a adottare misure di protezione per tutti i tipi di beni culturali, mobili e immobili, allo scopo di proteggerli tra l'altro dalle catastrofi naturali.

Un esame approfondito di diverse costruzioni ubicate in tipiche zone sismiche ha permesso di ottenere i dati per decidere in merito ai lavori necessari nel nostro Paese. A questo esame sono stati sottoposti: la chiesa dei Santi Pietro e Paolo a Sarnen (OW), la vecchia chiesa pastorale dedicata all'ascensione di Maria a Saas/Balen (VS), la cattedrale di Saint Nicolas a Friburgo (FR), la chiesa abbaziale di Payerne (VD), il Palazzo federale (BE), il castello di Prangins (VD), il museo degli usi e costumi «Haus zum Kirschgarten» di Basilea (BS) e la fattoria Grosshostett a St. Niklausen (OW). Dalle ricerche condotte risulta che per la maggior parte di questi oggetti non sono disponibili documentazioni di sicurezza sufficienti. Il gruppo di lavoro intende quindi colmare il più presto possibile le lacune esistenti, affinché tutti gli oggetti d'importanza nazionale dispongano di una documentazione di sicurezza conforme agli standard.

Nel suo rapporto, il gruppo di lavoro ritiene necessaria l'adozione dei seguenti provvedimenti:

* Unificare il metro di valutazione dei beni culturali mobili e immobili iscritti in diversi inventari (nell'ambito della revisione dell'inventario svizzero PBC sono già stati impiegati dei gruppi di lavoro).
* Allestire documentazioni di sicurezza e piani d'intervento secondo standard universalmente validi.
* Controllare la sicurezza sismica dei beni culturali mobili e immobili d'importanza internazionale e nazionale. I lavori vanno iniziati presso gli oggetti che si trovano nelle zone più a rischio.
* Istituire, presso i politecnici federali (EPFL / ETHZ) o presso il loro istituto per la conservazione dei monumenti storici, un organo per la ricerca sismica, la preparazione delle misure parasismiche e lo studio dei pericoli che minacciano i beni culturali.
* Creare, presso la sezione protezione dei beni culturali dell'UFPP, un gruppo di specialisti PBC per l'intervento in caso di terremoti e altre catastrofi naturali.
* Elaborare le basi legali necessarie per la realizzazione di queste misure.

Nella prevenzione di pericoli naturali come i terremoti sono necessarie soluzioni flessibili, che tengano conto sia dell'unicità e della tipologia dei beni culturali sia delle eventuali conseguenze a livello finanziario. In ambito assicurativo si cercano ad esempio delle soluzioni che permettano di coprire i danni prevedibili in caso di catastrofi naturali, in modo da non gravare eccessivamente su nessuna delle parti in causa. Ma anche a livello politico sono richieste soluzioni che tengano conto delle necessità di protezione dei beni culturali in caso di catastrofe. Il rapporto stilato dal gruppo di lavoro cerca di illustrare possibilità e obiettivi in questo senso.

Sub-report «Earthquakes and Cultural Property»

As part of the Federal Council's mandate to the Co-ordination Centre for Earthquake Mitigation (cf. Article O. Lateltin, p. 29–37), the PCP section of the Federal Office for Civil Protection and the Swiss Committee for the Protection of Cultural Property were asked to draw up proposals for the protection of important items of Swiss cultural property against earthquakes. An interdisciplinary working party (p. 39) was set up to study this rather complex issue.

As a general rule, cultural property encompasses unique objects with a high identification value. Regardless of the country, their destruction is an irretrievable loss. In the case of «normal property», the priority is protecting people even if the building itself may suffer serious damage. However, for cultural property, the priority is the comprehensive protection of the given object, as it is part of national identity and thus deserves special protection. This notion is also contained in the «Hague Convention on the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict» of 1945 and the «Second Protocol» of 1999, both of which Switzerland has ratified. These international conventions require the signatory states to have measures in place to protect their diverse movable and immovable cultural property, not only in the event of armed conflict but also from natural disasters.

As part of the evaluation process, the following objects of cultural property were examined in detail by the working party: St Peter and Paul parish church, Sarnen (OW); the baroque round church, Saas-Balen (VS); Saint Nicholas cathedral, Fribourg (FR); the Abbatiale (romanesque church), Payerne (VD); the Federal Palace, Bern (BE); Château Prangins (VD); the Kirschgarten, Basel /BS); Grosshostett farm house, St Niklausen (OW).

All these buildings are located in earthquake zones, and, as it turned out, the majority lack the necessary safeguard documentation. One priority of the working party is therefore to fill such lacunae as quickly as possible, with the ultimate aim of ensuring that uniform safeguard documentation is available for all cultural property.

The working party made the following recommendations:

* Standardisation of the valuation and grading of immovable and movable cultural property in the various inventories (a working party is already working on this as part of the revision of the Swiss PCP inventory).
* Application of clear standards for future safeguard documentation and disaster response plans.
* Analysis of the risk posed by earthquakes to movable and immovable cultural property of international and national importance, starting with property in high-risk areas.
* Creation of a centre either at the EPFL/ETHZ or at their Export Centre for monument preservation, seismic research, earthquake mitigation, and analysis of the risks to cultural property.
* Development of a PCP expert group «earthquakes and other natural disasters», within the DDPS (FOCP, Protection of Cultural Property Section).
* Creation of the necessary legal bases for the effective implementation of these measures.

Flexible solutions must be found to protect against natural hazards like earthquakes. They should take into account both the uniqueness and physical condition of the cultural property concerned as well as possible financial repercussions. In terms of insurance, ways are sought to cover expected large-scale damage by means that are acceptable to all. Political solutions are also sought that take into account the protection of cultural property in the event of a disaster. The aim of this sub-report seeks to identify possible actions and objectives.

Rino Büchel

Konkrete Massnahmen im engeren Kulturgüterschutz-Bereich



Rino Büchel

Chef Kulturgüterschutz (KGS) im Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS).

Über die Erkenntnisse und Empfehlungen des unter der Verantwortung des Fachbereichs Kulturgüterschutz (KGS) beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) erarbeiteten Teilberichts «Erdbeben und Kulturgüter» gibt der Artikel von H. Laupper in diesem KGS Forum Auskunft (S. 38–45). Aus der Sicht der Kulturgüterschutz-Verantwortlichen gilt es ausserdem zu prüfen, welche konkreten Schutzmassnahmen sich für den KGS-Alltag aufdrängen – ungeachtet der Resultate, die sich aus dem oben erwähnten Erdbebenbericht ergeben könnten.

Im Vordergrund stehen die vorsorglichen Massnahmen zum Schutz von Kulturgütern in der Schweiz. Dabei wird das Gewicht insbesondere auf folgende Schwerpunkte gelegt, die künftig vermehrt zu beachten sind:

Sicherstellungsdokumentationen und Mikroverfilmung

Seit zwanzig Jahren fördert der Bund mit Beiträgen die Erstellung von Sicherstellungsdokumentationen für bedeutende Kulturgüter. Dabei geht es darum, die vorhandenen Materialien, welche ein Objekt sowohl schriftlich als auch bildlich dokumentieren, zu sichten und zu verzeichnen. Es kann dabei nicht das Ziel sein, sämtliche existierenden Dokumente zu erfassen, sondern nur jene, die dem Zweck einer Restaurierung und Rekonstruktion der Baudenkmäler im Falle eines Schadens durch bewaffnete Konflikte oder durch Katastrophen dienen. Die für diesen Zweck fehlenden Unterlagen wie z.B. Baupläne, Fassadenaufnahmen, fotogrammetrisches Vermessen von bedeutenden Brunnenfiguren usw. müssen allerdings erstellt werden. Schon länger zeichnete sich ab, dass hierfür keine verlässliche Standards bestehen. Vollständigkeit, Umfang und Qualität einer Sicherstellungsdokumentation sind in den meisten Fällen völlig unterschiedlich – dies hat eine von den KGS-Verantwortlichen im Bundesamt für Bevölkerungsschutz in Auftrag gegebene Untersuchung bestätigt. Als erste Massnahme wird deshalb der Fachbereich KGS – in Zusammenarbeit mit Fachleuten aus den Bereichen Denkmalpflege und Kulturgüterschutz – noch in diesem Jahr in Form von «Guidelines» ein Musterbeispiel für eine Sicherstellungsdokumentation herausgeben, welche künftig den verbindlichen Standard vorgeben soll.



Abb. 1: Mikroverfilmung ist zur Zeit für die Langfristarchivierung nach wie vor die kostengünstigste Lösung und wird vom Bund aufgrund des KGS-Gesetzes subventioniert (Foto: KGS).

Für die Langzeitarchivierung stellt die Mikroverfilmung nach wie vor die kostengünstigste und verlässlichste Methode dar. Die Mikroverfilmung von Archivalien und Sicherstellungsdokumentationen wird ebenfalls durch den Bund gefördert. Um eine optimale Si-

cherung der Filme gewährleisten zu können, kauft der Bund von jedem Film eine Kopie und lagert diese in einer bundeseigenen Kaverne ein. Diese Dokumente dienen der Sicherung von Kulturgut und könnten – beispielsweise auch nach einem Erdbeben, in dessen Verlauf bedeutende Objekte zerstört wurden, – für eine allfällige Rekonstruktion des zerstörten Objekts beigezogen werden.

Die beiden Vorkehrungen – Sicherstellungsdokumentationen und Mikroverfilmung – gehören zu den wichtigsten Schutzmassnahmen für unbewegliche und bewegliche Kulturgüter. Auf der rechtlichen Grundlage des «Kulturgüterschutz-Gesetzes» (1966) sowie der dazugehörigen Verordnung (1984) gewährt der Bund deshalb für diese Arbeiten nach wie vor Subventionen – die mit dem «Bundesgesetz über den Bevölkerungschutz und den Zivilschutz (BZG)» 2004 neu in Kraft getretene Zuständigkeitsfinanzierung, die seitens des Bundes keine Subventionen mehr vorsieht, hat für diesen Spezialbereich keine Gültigkeit.

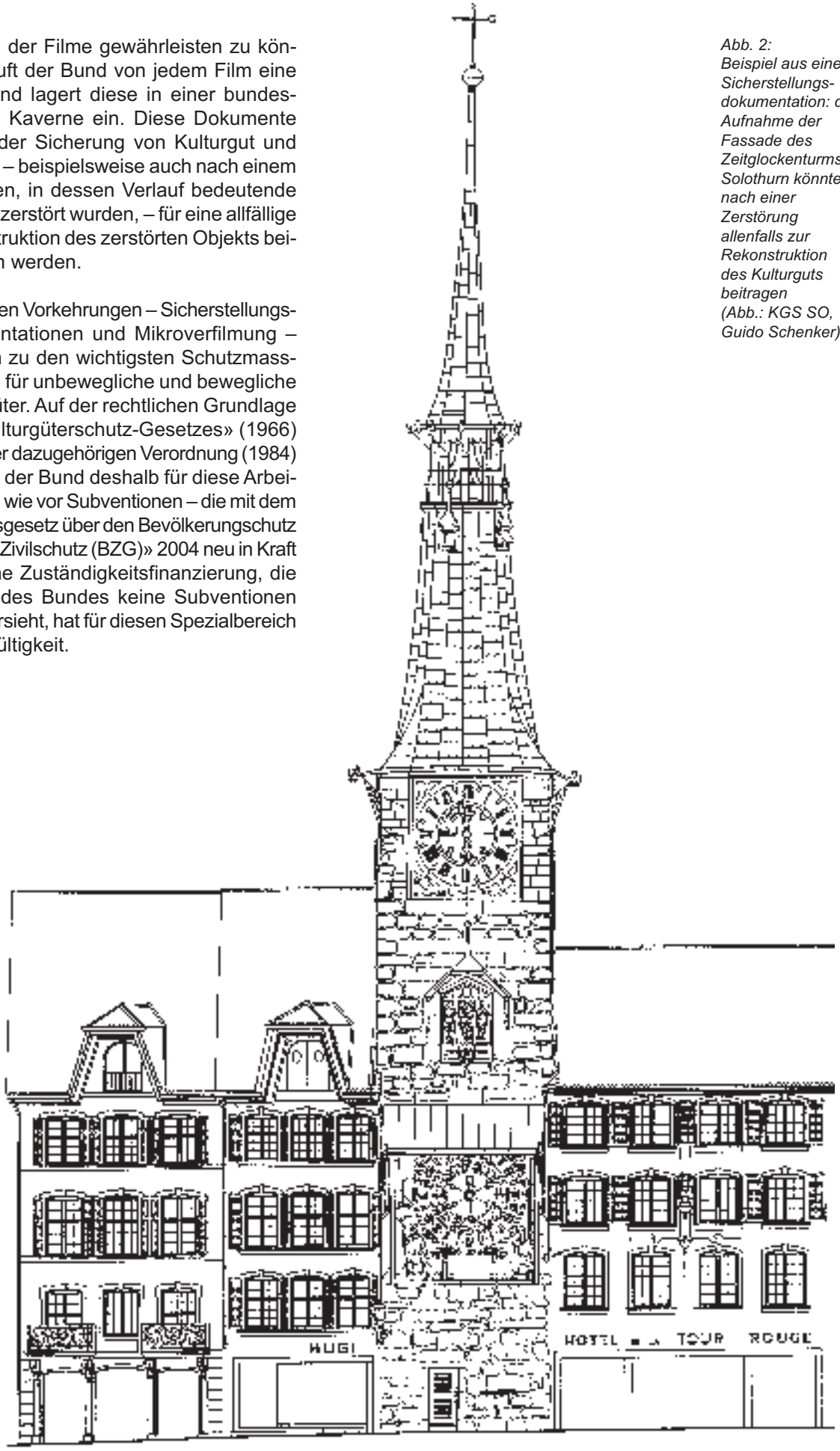


Abb. 2:
Beispiel aus einer Sicherstellungsdokumentation: die Aufnahme der Fassade des Zeitglockenturms in Solothurn könnte nach einer Zerstörung allenfalls zur Rekonstruktion des Kulturguts beitragen (Abb.: KGS SO, Guido Schenker).

Schutzraumbau

Aufgrund des BZG (2004) gibt es hingegen keine Subventionen mehr für Kulturgüterschutzräume. Dafür werden – im Rahmen der zur Verfügung stehenden Mittel – die anerkannten Mehrkosten voll übernommen. Dies führt allerdings dazu, dass Kulturgüterschutzräume künftig nur noch für grössere Institutionen (Staatsarchive, Kantonsbibliotheken, Klöster usw.) gebaut werden können. In anderen Fällen sind Umnutzungen von Zivilschutzbauten für die Belange des Kulturgüterschutzes ins Auge zu fassen. Dabei müssen vorgängig einige Abklärungen getroffen werden: insbesondere sind wasserführende Leitungen in solchen Räumen gefährlich – diese könnten, gerade auch im Erdbebenfall, bersten und zu irreversiblen Schäden am eingelagerten Kulturgut führen.

In der Schweiz werden die Kulturgüterschutzräume in der Regel bereits heute als Depotstandorte für die Lagerung von bedeutenden Sammlungen, Archivalien und Bibliotheksbeständen genutzt. Neben der Raumhülle ist die Einrichtung und folglich die zweckmässige Lagerung des beweglichen Kulturguts von grosser Wichtigkeit.

Forschung

Mit der Unterstützung einer Dissertation zum Thema Erdbeben und Kulturgüter (vgl. S. 64) zeigt das Bundesamt für Bevölkerungsschutz einen vorbildlichen Weg auf, wie Erkenntnisse aus der Forschung mit möglichen Massnahmen für den Schutz von Kulturgütern in Verbindung gebracht werden können. Daneben zeigen auch die Beiträge des Schweizerischen Erdbebendienstes (S. 18–26) und der EPFL (S. 59–67) auf, dass künftig Synergien zwischen Forschung und Kulturgüterschutz-Massnahmen noch stärker genutzt werden sollten.

Internationale Zusammenarbeit

Mit der Ratifikation des Zweiten Protokolls zum Haager Abkommen (2004) hat sich die Schweiz verpflichtet, im Kulturgüterschutz-Bereich künftig vermehrt die internationale Zusammenarbeit zu fördern. Neben dem Informationsaustausch und der Erarbeitung von länderübergreifenden Standards steht hier der Einsatz von KGS-Spezialisten bei Naturkatastrophen zur Diskussion. Natürlich geht es bei jedem Schadenereignis in einer ersten Phase immer um die Rettung von Menschenleben – um aber nach Naturkatastrophen (Überschwemmungen, Erdbeben, Brände, Erdrutsche usw.) Kulturgüter möglichst rasch sichern und bewahren zu können, wäre ein früher Beizug von Fachleuten aus diesem Bereich von grosser Bedeutung. Aus Schweizer Sicht sind hier departementsübergreifend Gespräche mit verschiedenen Fachstellen zu führen, z.B. mit der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA).





Abb. 3 und 4: Die Lagerung in einem gut ausgerüsteten Schutzraum kann viel zur Sicherung des Kulturguts beitragen (Fotos: BABS, ZEM).

Mesures concrètes en matière de protection des biens culturels

L'article de H. Laupper que vous trouverez dans le présent numéro de Forum PBC (pp. 38–45) donne des informations concernant les résultats et les recommandations du rapport «Séismes et biens culturels» élaboré sous la direction de la Section protection des biens culturels (PBC) de l'Office fédéral de la protection de la population. Du point de vue des responsables PBC, il s'agit de trouver quelles sont les mesures de protection concrètes qui s'imposent au quotidien pour les biens culturels indépendamment des résultats obtenus dans le cadre du rapport susmentionné. Une importance particulière a été accordée aux points suivants:

Documentations de sécurité et microfilmage
On sait depuis longtemps qu'il n'existe pas de standards fiables pour les documentations de sécurité. Une enquête a confirmé que, dans la plupart des cas, ces documentations importantes diffèrent du point de vue de leur intégralité, de leur volume et de leur qualité. La première mesure que la Section PBC a décidé d'entreprendre est de ce fait la publication, en collaboration avec des spécialistes des monuments historiques et de la protection des biens culturels, d'un modèle de documentation sous forme de directives qui devraient servir de standards obligatoires à l'avenir.

Le microfilmage reste la méthode la plus avantageuse et la plus sûre en matière d'archivage à long terme. Les microfilms assurent la protection des biens culturels car ils peuvent servir à leur reconstruction, par exemple après un séisme.

L'élaboration de documentations de sécurité et le microfilmage comptent parmi les mesures de sécurité les plus importantes pour les biens culturels meubles et immeubles. Conformément à la loi fédérale sur la protection des biens culturels (1966), la Confédération continue à accorder des subventions pour ces travaux.

Construction d'abris
En vertu de la loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile (2004), la Confédération n'accorde plus de subventions pour les abris pour biens culturels. En revanche, elle assume l'ensemble des frais supplémentaires reconnus, dans la limite des moyens disponibles. Ceci signifie qu'à l'avenir, seules les grandes institutions (archives d'Etat, bibliothèques cantonales, cloîtres) pourront construire des abris pour biens culturels. Dans les autres cas, il faut envisager de transformer des abris de la protection civile en abris pour biens culturels. Il faudra alors éclaircir certains problèmes, en particulier celui des conduites d'eau qui peuvent s'avérer dangereuses dans ce type d'abris. En effet, en cas de séisme, ces conduites pourraient exploser et causer ainsi des dégâts irréversibles aux biens culturels entreposés.

Recherche
Soutenant une dissertation avec le thème des séismes et des biens culturels (p. 64), l'Office fédéral de la protection de la population montre de quelle manière il est possible d'utiliser les connaissances scientifiques existantes au profit de nouveaux moyens de protection des biens culturels. De plus, les articles du Service sismologique suisse (pp. 18–26) et de l'EPFL (pp. 59–67) soulignent la nécessité de développer les synergies entre la recherche et les mesures de protection des biens culturels.

Collaboration internationale
Suite à la ratification du Deuxième Protocole à la Convention de La Haye, la Suisse s'est engagée à encourager la collaboration internationale dans le domaine de la protection des biens culturels. Outre l'échange d'informations et l'élaboration de standards internationaux, il est aussi question de l'engagement de spécialistes PBC en cas de catastrophe naturelle. En pareille situation, il s'agit bien sûr toujours en premier lieu de sauver des vies humaines. Cependant, pour éviter que des biens culturels précieux soient perdus à jamais, il est important que des spécialistes en la matière interviennent rapidement. En Suisse, des discussions devraient être amorcées entre les départements et les différents organes spécialisés, p. ex. avec la Direction du développement et de la coordination (DDC).

Misure concrete nel campo della protezione dei beni culturali

L'articolo di H. Laupper a pag. 38–45 del presente Forum PBC informa in modo esaustivo sugli insegnamenti tratti e sulle raccomandazioni fornite nel rapporto «Terremoti e beni culturali», redatto sotto la supervisione della sezione Protezione dei beni culturali (PBC) dell'Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP). Secondo i responsabili PBC si tratta inoltre di rilevare le misure di protezione concrete che s'impongono nella quotidianità, indipendentemente dalle conclusioni cui giunge il rapporto sopraccitato. Si tratta in particolare di misure nei settori seguenti:

Documentazioni di sicurezza e microfilm
È da diverso tempo ormai che si delinea la mancanza di standard attendibili in questo campo. Come dimostra un recente studio, le documentazioni esistenti variano notevolmente in quanto a completezza, ampiezza e qualità. Come primo provvedimento, il settore PBC ha quindi deciso di pubblicare, in collaborazione con gli specialisti della conservazione dei monumenti storici e della protezione dei beni culturali, una guida che rappresenterà il modello da seguire.

Il microfilmaggio costituisce tuttora il metodo più economico e affidabile per l'archiviazione a lungo termine. Questa tecnica permette di registrare tutte le informazioni importanti concernenti un determinato oggetto, e quindi anche di ricostruirlo fedelmente in caso di distruzione, ad esempio in seguito ad un terremoto.

L'allestimento di documentazioni di sicurezza e di microfilm sono le principali misure di protezione nell'ambito dei beni culturali mobili e immobili. In base alla Legge federale per la protezione dei beni culturali del 1966, la Confederazione versa tuttora dei sussidi federali per la loro adozione.

Costruzione di rifugi
Secondo la Legge federale sulla protezione della popolazione e sulla protezione civile del 2004, non vengono invece più versati sussidi per la costruzione di rifugi per beni culturali. In compenso la Confederazione si assume, nel limite dei mezzi disponibili, la totalità dei costi supplementari riconosciuti. Ne consegue però che in futuro potranno essere realizzati rifugi per beni culturali solo per istituzioni di una certa importanza (archivi di stato, biblioteche cantonali, monasteri, ecc.). È inoltre possibile cambiare l'utilizzazione dei rifugi della protezione civile per adibirli alla protezione dei beni culturali. Tramite accertamenti preliminari è però necessario verificare la loro idoneità: particolarmente pericolose in questi locali sono condotte dell'acqua che, soprattutto in caso di terremoti, potrebbero rompersi causando danni irreversibili ai beni culturali custoditi.

Ricerca
Nella dissertazione sul tema terremoti e beni culturali (v. pag. 64), l'Ufficio federale della protezione della popolazione spiega come sfruttare i risultati della ricerca per adottare nuove misure di protezione per i beni culturali. Anche i contributi del Servizio sismologico svizzero (pag. 18–26) e dell'EPFL (pag. 59–67) sottolineano la necessità di sfruttare meglio le sinergie tra ricerca e misure per la protezione dei beni culturali.

Collaborazione internazionale
Con la ratifica del Secondo Protocollo relativo alla Convenzione dell'Aia, la Svizzera si è impegnata a promuovere la collaborazione a livello internazionale nel campo della protezione dei beni culturali. Oltre allo scambio informativo e all'elaborazione di standard universalmente validi, si tratta di valutare l'impiego tempestivo di specialisti della PBC in caso di catastrofi naturali. In caso di catastrofe il salvataggio delle vite umane ha ovviamente priorità assoluta. Per impedire che beni culturali preziosi vadano persi per sempre, è però importante far intervenire il più presto possibile anche degli specialisti di questo settore. Per raggiungere questo obiettivo, in Svizzera sono necessarie intese tra gli organi specializzati dei vari dipartimenti, tra cui ad esempio la Direzione della sviluppo e della cooperazione (DSC).

Measures to take for the protection of cultural property

The article by Hans Laupper in this issue of PCP Forum (pp. 38–45) examines the findings and recommendations of the «Earthquakes and Cultural Property» sub-report written under the guidance of the Protection of Cultural Property service (part of the Federal Office for Civil Protection). Another important aspect for those responsible for PCP is to examine measures they must adopt in their day-to-day work, regardless of the findings of that report. The following measures are given particular weight:

Safeguard documentation and microfilms

It has long been apparent that no authoritative standards exist in this area. The completeness, scope and quality of these important documents tend to differ greatly, as has been confirmed by a commissioned report. Consequently, the PCP service has decided to develop sample guidelines with the help of monument preservation and PCP experts. It is hoped that in the future they will become the accepted standard.

They continue to be the most inexpensive and reliable method for the long-term archiving of documents. Microfilms help to safeguard cultural property and may also be useful if reconstruction is necessary after an earthquake has destroyed cultural property of great importance.

These are two of the most important measures to protect immovable and movable cultural property. In accordance with the Federal Law on the Protection of Cultural Property (1966), the Confederation continues to subsidise this work.

Construction of shelters

In accordance with the Federal Law on Civil Protection and Protection and Support of 2004, the construction of cultural property shelters is no longer subsidised. Instead, and depending on the resources available, the Confederation shall reimburse all recognised additional costs in full. This means that in the future cultural property shelters will only be built for larger institutions (national archives, cantonal libraries, monasteries etc.). In some cases, Protection and Support shelters are being used to store cultural property. In those cases, a number of issues must be clarified beforehand. For example, if the shelter has water pipes, this could prove particularly hazardous, as during an earthquake they may burst, destroying any cultural property stored within.

Research

By supporting a thesis on earthquakes and cultural property (cf. p. 64), the Federal Office for Civil Protection blazes a trail in relation to integrating research findings into measures to protect cultural property. Furthermore, the contributions of the Swiss Seismological Service (pp. 18–26) and the EPFL (pp. 59–67) reveal that greater use should be made of the synergies between research and measures to protect cultural property.

International co-operation

With the ratification of the Second Protocol of the Hague Convention, Switzerland is obliged to promote greater international co-operation in relation to cultural property protection. In addition to sharing information and developing international standards, this could concern the deployment of PCP specialists during natural disasters. Of course, the first priority is to rescue people. However, in order to salvage cultural property as quickly as possible and store it safely in the event of a natural disaster (e.g. flooding, earthquake, fire or landslide), PCP experts should be called to the scene immediately. From a Swiss perspective, there is a need for inter-departmental discussions on this issue among the various authorities concerned, e.g. with the Swiss Agency for development and cooperation (SDC).

Thomas Wenk

Erdbeben und Kulturgüter: Erkenntnisse aus Ingenieursicht



Dr. Thomas Wenk

Wenk Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik GmbH, Zürich.

Bei schweren Erdbeben kommen immer wieder auch unersetzbare Kulturgüter zu Schaden. Im Unterschied zu anderen Naturgefahren gibt es beim Erdbeben keine Vorwarnzeit, in der man kurzfristige Schutzmassnahmen treffen könnte, und das Schadensgebiet kann sich über eine sehr grosse Region ausdehnen.
Dennoch sind gewisse Vorkehrungen möglich, um die bedeutenden Bauten gegen Schäden zu sichern. Bei Kulturgütern muss dabei allerdings nach Möglichkeit Rücksicht auf die historische Bausubstanz genommen werden – kein leichtes Unterfangen!

Um sich einen Eindruck von der Gefährdung von Kulturgütern bei Erdbeben zu verschaffen, lohnt sich ein Blick auf die in der Schweiz bekannten Schadensereignisse. So können Rückschlüsse auf das Verhalten von Baumaterialien gezogen werden.

Typische Schadenmuster

In jüngerer Zeit ist in der Schweiz beim Walliser Erdbeben von 1946 die Decke der Kirche von Chippis eingestürzt (Abb. 5, S. 22). Beim Erdbeben von Sarnen 1964 öffneten sich Risse in den Deckengewölben des Hauptschiffs der barocken Pfarrkirche St. Peter und Paul (Abb. 1). Als Beispiel aus früherer Zeit zeigt Abb. 2 am Basler Münster Schäden vom Erdbeben im Jahre 1356, die heute noch zu erkennen sind. Ein breiter Riss an der stehengebliebenen Seitenfassade oberhalb der Galluspforte wurde nach dem Erdbeben mit Stahlklammern gesichert (vgl. Abb. 2, S. 53). Die Türme und das Deckengewölbe des Basler Münsters stürzten damals ein.

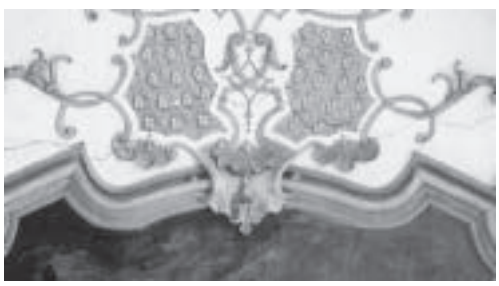


Abb. 1: Beim Erdbeben von 1964 entstanden in der Pfarrkirche St. Peter und Paul in Sarnen (OW) Risse in den Deckengewölben des Hauptschiffs (Foto: T. Wenk).

Von den Erdbeben im Ausland, die sich in den vergangenen Jahren ereigneten, ist das Erdbeben von 1997 in den italienischen Regionen Umbrien und Marken (Umbria e Marche) für den Kulturgüterschutz in der Schweiz von besonderem Interesse. Das Erdbeben hatte mit einer Magnitude von 5,8 etwa jene Stärke, die auch in der Schweiz im Mittel alle hundert Jahre einmal zu erwarten ist. Über 700 historische Kirchen und Baudenkmäler wurden 1997 in Umbrien und in den Marken beschädigt, darunter auch die Franziskus-Basilika in Assisi, in der ein Deckengewölbe mit Fresken von Giotto einstürzte (Abb. 3). In der Stadt Nocera Umbra wurde der Turm schwer beschädigt (Abb. 4) und in Foligno der Rathausturm (Abb. 5). Bei einem der zahlreichen Nachbeben stürzte die bereits beschädigte Turmspitze des Rathausturms später ganz herunter. Und im letzten Jahr wurden beim schweren Erdbeben in Nord-Algerien am 21. Mai 2003 zahlreiche Moscheen beschädigt. Besonders schlimm traf es die Stadt Zemmouri, wo die Moschee einstürzte. Abb. 6 zeigt das schief stehende Minarett, das bei einem späteren Nachbeben umkippte.

Abb. 2, rechts:
Nach dem Erdbeben von 1356 wurde der Riss in der Seitenfassade des Basler Münsters, oberhalb der Galluspforte, mit 7 Stahlklammern repariert (Foto: T. Wenk).



Abb. 3, unten links:
In der St. Franziskus-Basilika von Assisi stürzte beim Erdbeben von 1997 ein Deckengewölbe mit Fresken von Giotto ein (Quelle: G. Croci).



Abb. 4, unten rechts:
Umbrien, Italien. Stark beschädigter Turm von Nocera Umbra nach dem Erdbeben von 1997 (Foto: T. Wenk).



Erdbebenverletzbarkeit

Die meisten historischen Kulturgüter – und darunter insbesondere die Sakralbauten – weisen eine grosse Erdbebenverletzbarkeit auf, d.h. bei stärkeren Erdbeben ist im Vergleich zu den übrigen Bauten mit überdurchschnittlichen Schäden zu rechnen. Eine Reihe von Faktoren trägt zu dieser Situation bei. So geht die architektonische Gestaltung von Sakralbauten häufig bis an die Grenzen des Möglichen in der Bautechnik. Weitgespannte schlanke Gewölbe sind empfindlich auf Relativ-Verschiebungen der Auflager, hohe freistehende Wände ohne Zwischenabstützung durch Decken können auf die Seite umkippen und bei Türmen stürzt häufig der obere Teil ein, um nur ein paar Beispiele zu nennen (vgl. auch Titelbild).

Besonders verletzbar sind schlanke Aufsätze (Fialen) in grossen Höhen, die schon bei mittelstarken Erdbeben herabstürzen können, wenn sie nicht ausreichend verankert sind. Abgesehen von den erwähnten Formgebungen der Bauteile weist auch das früher am meisten verwendete Baumaterial, nämlich das Mauerwerk, ein ungünstiges Erdbebenverhalten auf. Mauerwerk aus Natur- oder Backsteinen zeichnet sich durch eine grosse Masse und eine geringe Zugfestigkeit aus. Unter der Wirkung der raschen Bodenbewegung bei einem Erdbeben ergeben sich grosse Trägheitskräfte, die zu einer frühzeitigen Überbeanspruchung auf Zug führen können. Ferner kann infolge von Alterungsprozessen über Jahrhunderte die Materialfestigkeit langsam zurückgehen und parallel dazu auch die Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben. Abb. 7 zeigt die für Erdbebenbeanspruchung typischen Diagonalrisse im massiven Mauerwerk eines Turms der Stadtmauer von Istanbul, die vor Jahrhunderten bei einem der zahlreichen schweren Erdbeben in der Türkei entstanden sind. Vom lokalen Baugrund her betrachtet sind Bauwerksstandorte auf Fels generell besser als auf Lockergestein. Standorte auf Bergspitzen oder Hügelrücken, wie sie für Burgen und Kirchen oft gewählt werden, sind stärker gefährdet, da dort die Erdbebenerschütterungen infolge topographischer Ef-



Abb. 5, links, oben: Die beim Erdbeben von 1997 in Umbrien (Italien) beschädigte Spitze des Rathausturms von Foligno stürzte bei einem späteren Nachbeben herunter (Foto: T. Wenk).



Abb. 6, links, unten: Bei einem Erdbeben in Nord-Algerien wurde am 21. Mai 2003 eine Moschee in Zemmouri zerstört. Das schief stehende Minarett kippte später bei einem Nachbeben um (Foto: T. Wenk).



Abb. 7, oben: Turm der Stadtmauer von Istanbul mit für Erdbeben-Beanspruchung typischen Diagonalrissen im Mauerwerk (Foto: T. Wenk).

fekte gegen die Spitze hin verstärkt werden. Früher wurden die vertikal tragenden Bauteile eines Bauwerks jeweils auf Einzelfundamente gegründet. Dies kann bei einem Erdbeben zu gefährlichen Relativ-Verschiebungen unter den einzelnen Fundamenten führen. Für eine bessere Erdbebensicherheit sollten die Fundamente durch steife Querriegel untereinander verbunden oder ein einheitliches Fundament realisiert werden.
In historisch wertvollen Bauten befinden sich meist auch mobile Kulturgüter, die durch herunter fallende Gebäudeteile beschädigt werden können. Eine weitere Gefahr für mobile Kulturgüter besteht darin, dass sie ohne ausreichende erdbebensichere Befestigung infolge der Erdbebenerschütterungen zusammenprallen, umstürzen oder auf den Boden fallen können (vgl. Abb. 8, S. 23), auch wenn die Gebäudehülle intakt bleibt.

Erdbebennormen

Der grosse Nutzen des modernen Erdbebeningenieurwesens wurde in den letzten Jahren bei schweren Erdbeben in Ländern mit fortschrittlichen Erdbebennormen auf eindrückliche Weise belegt, z.B. in Süd-Kalifornien 1994 oder in Kobe 1995. Während ältere Bauwerke reihenweise einstürzten, überlebten die nach den neuesten Erdbebenbestimmungen ausgelegten Bauten darunter auch moderne Museen mit unbedeutenden Schäden. In der Schweiz wurden erstmals 1970 Erdbebenbestimmungen in die Baunormen aufgenommen. Mit den beiden späteren Normenrevision in den Jahren 1989 und 2003 wurden die entsprechenden Vorschriften markant verschärft. Die heute gültige Norm SIA 261 aus dem Jahre 2003 berücksichtigt bei Neubauten auch gewisse Belange der Erdbebensicherung der Kulturgüter. Mit Hilfe der darin vorgesehenen drei Bauwerksklassen kann das Schutzniveau für Erdbeben auf die Bedeutung des Kulturgutes abgestimmt werden. Neben den Bestimmungen für die erdbebensichere Auslegung der tragenden Bauteile finden sich auch Bemessungsregeln für die Befestigung von nicht-tragenden Bauteilen, soweit sie im Falle eines Erdbebens Personen gefährden können. Bei mobilen Kulturgütern sollte die Befestigung auch dann nach den Regeln für nicht-tragende Bauteile bemessen werden, auch wenn keine Gefahr für Personen droht, d.h. wenn nur das Kulturgut selbst beschädigt werden könnte.

Die historischen Bauten in der Schweiz wurden lange vor 1970 ohne Beachtung von Erdbebenbestimmungen erstellt. Es ist deshalb a priori davon auszugehen, dass sie eine ungenügende Erdbebensicherheit aufweisen. Bei Bauten, die in der Vergangenheit bereits ein Erdbeben von der Stärke des Bemessungserdbebens in der heutigen Norm ohne grössere Schäden überlebt haben, kann eine ausreichende Erdbebensicherheit angenommen werden, soweit die tragenden Bauteile nicht in der Zwischenzeit infolge Alterungsprozessen geschwächt worden ist.

Erdbebenertüchtigung

Zur Erdbebenertüchtigung stehen zwei grundsätzlich verschiedene Strategien zur Verfügung. Bei der ersten Strategie wird das Bauwerk mit zusätzlichen Bauteilen versteift und die Widerstandsfähigkeit erhöht, so dass die starken dynamischen Kräfte, die während eines Erdbebens auf ein Bauwerk wirken, aufgenommen werden können. Konkret bedeutet dies, dass z.B. neue Stahlbetonwände eingezogen, bestehende Mauerwerkswände mit nachträglich aufgeklebten Stahl- oder Kohlefaserlamellen verstärkt oder Deckengewölbe mit Zugstangen gesichert werden. Die zweite Strategie der Erdbebenertüchtigung, die sogenannte seismische Isolation, besteht darin, das Bauwerk möglichst weich und verformungsfähig zu machen, damit die gefährlichen dynamischen Kräfte gar nicht erst entstehen. Dazu wird das bestehende Gebäude durch einen horizontalen Schnitt vom Fundament getrennt und auf neuen, horizontal nachgiebigen Gummilagern abgestellt. Während eines Erdbebens übernehmen die Gummilager die raschen Bodenbewegungen und das Gebäude bleibt, abgekoppelt von der Erdbebenanregung, praktisch in Ruhe. Der grosse Vorteil der seismischen Isolation als Ertüchtigungsstrategie für ein kulturell wertvolles Gebäude besteht dann, dass der bauliche Eingriff auf die Untergeschosse beschränkt bleibt. Das eigentliche Gebäude bleibt unverändert, da die Erdbebenbeanspruchungen oberhalb der Gummilager meist so klein sind, dass dort keine Ertüchtigung mehr erforderlich wird.

Die Ertüchtigungsmethode muss immer so gewählt werden, dass die Integrität des Kulturguts möglichst nicht beeinträchtigt wird. Die bauliche Veränderung ist auf ein Minimum zu begrenzen. Nachträglich eingebaute Elemente sind so gut wie möglich in den bereits vorhandenen Mauern, Decken oder Untergeschossen zu verstecken. Wenn eine Ertüchtigung ohne Beeinträchtigung des Kulturgutes nicht möglich ist oder zu aufwändig wird, kann als Ausweg der Ist-Zustand trotz ungenügender Erdbebensicherheit akzeptiert werden, soweit das Einsturzrisiko für Personen nicht unverhältnismässig wird. Allenfalls kann durch organisatorische Massnahmen verhindert werden, dass sich zu viele Personen gleichzeitig in den Gefahrenbereich begeben.
Bei den mobilen Kulturgütern kann die Erdbebensicherheit durch eine solide Befestigung in horizontaler Richtung verbessert werden. Da mobile Kulturgüter in der Regel nicht bewegt werden, sondern fest an einem Ort bleiben, z.B. als Ausstellungsobjekte in einem Museum, kann dies relativ problemlos und ohne Beeinträchtigung der schützenswerten Integrität realisiert werden. Falls ein Gebäude durch seismische Isolation ertüchtigt wird, erübrigt sich meist eine Ertüchtigung der Befestigungen mobiler Kulturgüter, da gleichzeitig mit dem Gebäude auch die mobilen Kulturgüter im Innern vor den gefährlichen horizontalen Hin- und Her-Bewegungen während eines Erdbebens geschützt werden.

Priorisierung

Da bisher praktisch keine Kulturgüter in der Schweiz erdbebenertüchtigt wurden, ist der Nachholbedarf heute enorm. Um die nur beschränkt zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel möglichst effizient einzusetzen, stellt sich die Frage der Priorisierung, d.h. wo kann für einen vorgegebenen Betrag die grösste Reduktion des Erdbebenrisikos erzielt werden. Vor wenigen Jahren ist vom Bundesamt für Wasser und Geologie bereits ein einfaches Verfahren zur Priorisierung von normalen Gebäuden entwickelt und bei den Gebäuden der öffentlichen Hand erfolgreich angewandt worden. Dieses Verfahren wurde nun auf die Besonderheiten von historischen Sakralbauten erweitert. Damit lässt sich bei den meisten Kulturgütern mit geringem Aufwand die Erdbebengefährdung, die Erdbebenverletzbarkeit, die exponierten Werte sowie das gesamte Erdbebenrisiko mit einfachen Kennzahlen rasch bestimmen. Als erster konkreter Schritt zur Verbesserung der Erdbebensicherheit sollten sämtliche Kulturgüter nach diesem Verfahren beurteilt werden.
Aufgrund der Rangordnung der erwähnten Kennzahlen können anschliessend die Prioritäten für die Erdbebenertüchtigung effizient gesetzt werden. Die Erdbebenertüchtigung aller Kulturgüter ist ein langfristiger Prozess, der erst in vielen Jahren abgeschlossen sein wird.

Séismes et biens culturels: le point de vue des ingénieurs

Les séismes de grande magnitude ont souvent de lourdes conséquences pour les biens culturels. Il arrive que l'ensemble des biens culturels d'une région soient endommagés, voire détruits, de manière imprévisible. La prévention passe en premier lieu par des mesures de construction adaptées, qui diffèrent quelque peu des méthodes utilisées pour les bâtiments usuels.

En 1946, le toit de l'église de Chippis, en Valais, s'est effondré suite à un tremblement de terre. Le séisme de Sarnen, en 1964, provoqua des fissures dans la voûte de l'église St-Pierre et Paul. En Italie, le séisme d'une magnitude de 5,8 qui secoua l'Ombrie et les Marches en 1997 endommagea plus de 700 églises et monuments historiques, dont l'église St-François d'Assise. Un tel séisme pourrait survenir en Suisse environ tous les 100 ans.

L'architecture des biens culturels relève souvent de la prouesse architectonique. En particulier en ce qui concerne les édifices religieux historiques dont l'architecture est très fragile, p. ex. les vastes voûtes, les murs et les tours. On utilisait alors des matériaux de construction tels que la pierre naturelle ou la brique, qui se distinguent par leur masse importante et leur manque de stabilité. Ces deux caractéristiques posent problème en cas de séisme. Au cours des siècles, les matériaux de construction subissent le processus de vieillissement. Ils sont de moins en moins stables et leur résistance sismique est toujours plus faible. De plus, les châteaux et les églises étaient souvent construits sur des promontoires. Pour des raisons topographiques, ces endroits sont davantage menacés en cas de séisme car les secousses y sont plus fortes. En résumé, on peut dire que ces caractéristiques (architecture, topographie,

matériaux non adaptés) rendent les biens culturels immeubles plus vulnérables. Quant aux biens culturels meubles, ils sont plus ou moins menacés en fonction de leur mode de fixation (résistance aux forces horizontales) et de la sécurité parasismique de l'édifice dans lequel ils se trouvent.

En Suisse, les règlements pour la construction d'édifices parasismiques n'existent que depuis 1970. Les aspects concernant les biens culturels y ont été introduits lors des révisions de 1989 et de 2003. Cependant, les édifices historiques antérieurs à ces règlements ont été construits sans que l'on tienne compte du risque sismique. Force est donc de constater que la plupart des biens culturels historiques suisses ne sont pas suffisamment résistants en cas de séisme. Les méthodes modernes du génie parasismique permettent de résoudre ce problème dans une certaine mesure. Cependant, il n'est pas possible d'appliquer aux biens culturels les méthodes utilisées pour les constructions normales, comme l'ajout de parois en béton armé, car elles pourraient remettre en question l'intégrité de l'objet. L'isolation sismique est une bonne solution pour protéger les biens culturels. Il s'agit de mettre la construction sur des coussinets élastiques. Ces travaux sont pratiquement invisibles et se limitent au sous-sol. L'isolation sismique permet de protéger non seulement la construction mais aussi les biens culturels qu'elle contient lors de fortes secousses.

Terremoti e beni culturali dal punto di vista ingegneristico

I terremoti, soprattutto se violenti, hanno spesso gravi conseguenze anche per i beni culturali. Senza alcun preavviso possono danneggiare o addirittura distruggere il patrimonio culturale di vaste zone. Per prevenire questa eventualità sono necessarie in primo luogo misure edilizie adeguate. Nel caso dei beni culturali, queste tengono conto di alcune particolarità rispetto alle costruzioni comuni.

In tempi recenti, in Svizzera il terremoto che ha colpito il Vallese nel 1946 ha fatto crollare la volta della chiesa di Chippis, mentre il terremoto di Sarnen del 1964 ha provocato delle fessure nelle volte principali della chiesa dei Santi Pietro e Paolo. In Italia, il terremoto che ha colpito Umbria e Marche nel 1997 ha danneggiato oltre 700 siti storici, tra cui la Basilica di San Francesco ad Assisi. Un tale sisma, di magnitudo 5,8, si verifica in Svizzera circa una volta ogni cento anni.

La struttura architettonica dei beni culturali si spinge spesso fino ai confini estremi della tecnica edilizia. Ciò vale in particolare per gli edifici sacri, particolarmente esposti al rischio sismico a causa di peculiarità architettoniche quali ampie volte, guglie e torri. Inoltre, queste costruzioni sono spesso edificate con materiali massicci ma poco resistenti alla trazione, come pareti in sassi o mattoni. Queste caratteristiche hanno un effetto negativo sul comportamento sismico. A causa del processo di invecchiamento, nel corso dei secoli diminuisce la solidità dei materiali e quindi la resistenza contro i sismi. I luoghi come le sommità di monti o colline, spesso scelti per edificare castelli o chiese, sono particolarmente minacciati poiché le scosse sismiche vengono amplificate da effetti topografici. In breve, la combinazione di inadeguate caratteristiche architettoniche, materiali e topografiche rende i beni culturali immobili più vulnerabili. Il grado di minaccia per i beni culturali mobili dipende invece soprattutto dal modo in cui sono fissati (resistenza alle forze orizzontali) e dalla sicurezza sismica dell'involucro dell'edificio in cui sono custoditi.

In Svizzera vigono norme per la costruzione conforme alla sicurezza sismica solo dal 1970. Con le revisioni del 1989 e 2003, sono stati integrati anche aspetti concernenti i

beni culturali. Gli edifici storici, di molto antecedenti a queste normative, sono stati quasi sempre realizzati senza tenere conto del rischio sismico. La maggior parte dei beni culturali del nostro Paese presentano quindi una sicurezza sismica insufficiente. Le moderne tecniche ingegneristiche permettono ora di sopperire almeno in parte a questo problema. Nel caso dei beni culturali non è però possibile adottare semplicemente i metodi impiegati per le costruzioni convenzionali, come ad esempio l'aggiunta di pareti in cemento armato, dato che potrebbero compromettere l'integrità dell'oggetto. Particolarmente adatta per il miglioramento della sicurezza sismica dei beni culturali è l'isolazione sismica, che consiste nel porre la costruzione su cuscinetti di gomma flessibili. L'intervento edilizio, limitato ai piani inferiori, è praticamente invisibile. Inoltre, l'isolazione sismica permette di rendere più sicura non solo la costruzione, ma anche i beni culturali mobili al suo interno.

Earthquakes and cultural property from an engineer's perspective

Large earthquakes always have an impact on items of cultural property. Without any advance warning time, items of cultural property can be damaged or destroyed across a wide area. The key measure to prevent this happening is to seismically upgrade historic buildings using constructive measures. To do so, certain specific features that are usually not present in «normal» buildings ought to be considered.

In Switzerland, the roof of the church in Chippis collapsed during the Valais earthquake of 1946. During the Sarnen earthquake of 1964, cracks appeared in the central vaults of the parish church of St Peter and Paul. In Italy, an earthquake in 1997, measuring 5.8 on the Richter Scale, damaged over 700 historic churches and monuments in Umbria and the Marches, including the St Francis of Assisi basilica. In Switzerland, an earthquake of this magnitude is on average expected every hundred years.

The architectural design of cultural property often poses a challenge to construction techniques. Due to their specific features (wide spanning vaults, high freestanding walls or towers), many historical religious buildings are particularly vulnerable during earthquakes. The building material typically used was masonry – either natural stone or brick – which is bulky yet has little tensile strength. These two properties unfavourably affect a building's seismic behaviour. As the centuries erode the stability of materials, the resistance of buildings to earthquakes also diminishes. Furthermore, structures located on mountain peaks or on hillsides, often the location-of-choice for castles and churches in the past, are at even greater risk, as the topography amplifies seismic shocks. In short, immovable cultural property is at particularly high risk from earthquakes due to a combination of heightened vulnerability, greater hazard and exposed tangible and non-tangible assets. The hazards faced by movable cultural property depend first and foremost on the quality of the mounting for horizontal forces and on the extent to which the shell of the building is earthquake-resistant.

Building regulations for the seismic design are relatively new to Switzerland. Introduced in 1970 and later revised in 1989 and 2003, these regulations take into account some aspects of seismic design of cultural property. All historic buildings were designed long before consideration was given to earthquake hazards. It is fair to say that, by modern standards, much of Switzerland's cultural property is not earthquake-proof. To improve this situation, modern earthquake engineering looks to ways of seismically strengthening buildings. However, common modern construction methods, such as additional reinforced concrete walls, should not be automatically used as they may impair the integrity of the cultural property. One method that is particularly suitable for cultural property is seismic isolation, whereby the existing structure is mounted horizontally on flexible rubber bearings. With this method, the physical changes are practically invisible and limited to the basement level. This method protects both the structure of the immovable cultural property and the movable property inside from the dangerous and rapid movements created by an earthquake.

Pierino Lestuzzi

Recherche parasismique expérimentale en Suisse



Dr Pierino Lestuzzi

Chargé de cours et responsable de recherche à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

Lors d'un violent séisme les structures sont sollicitées de manière bien différente de celles que l'ingénieur a l'habitude de considérer. Elles sont brusquement tirées, poussées, levées et abaissées à plusieurs reprises, de manière alternée, loin dans leur domaine plastique. Leur comportement sismique est plus complexe et moins bien connu que dans le cas des efforts habituels tels que le poids propre ou le vent, par exemple. C'est la raison pour laquelle des études expérimentales sont nécessaires pour obtenir une meilleure compréhension des phénomènes qui touchent les différents éléments des structures (murs, cadres, etc.) et les différents matériaux de construction (béton armé, maçonnerie, etc.).

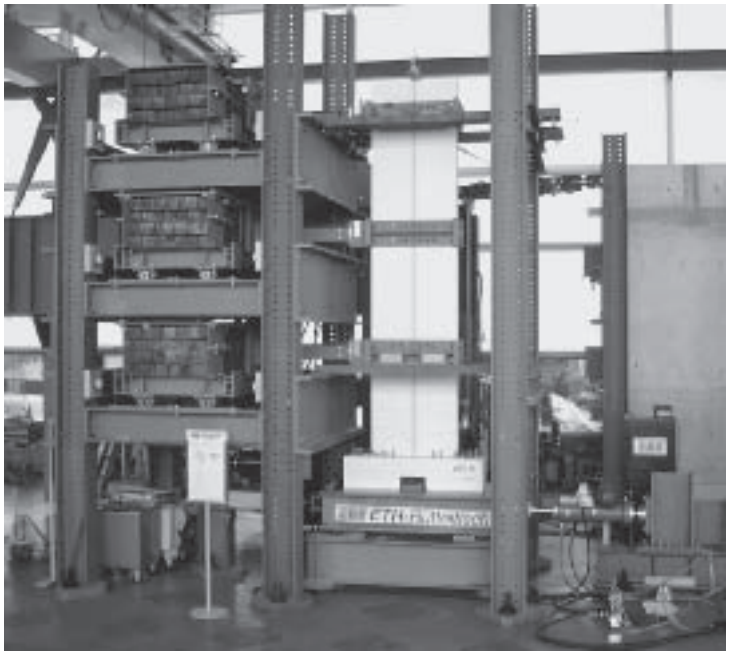
Les modélisations numériques, outil habituel des ingénieurs, ne sont pas à même de cerner d'une manière suffisamment détaillée et réaliste le comportement sismique des éléments de structure. Par conséquent, l'approche expérimentale est un complément indispensable pour développer, valider et étalonner les modèles numériques. Les essais habituellement effectués dans le cadre de projets de recherche concernant le comportement sismique des structures peuvent être classés dans les trois catégories suivantes:

* essais dynamiques,
* essais statiques-cycliques,
* essais pseudo-dynamiques.

Les essais dynamiques reproduisent le plus fidèlement les effets d'un séisme sur la structure étudiée. Cependant, ce type d'essais est complexe et onéreux et, en plus, il nécessite des équipements particuliers que beaucoup de laboratoires de recherche ne peuvent s'offrir. Moyennant quelques concessions concernant le réalisme des effets des séismes, les deux autres types d'essais, réalisables avec l'équipement usuel des laboratoires de recherche en structure, permettent également d'ausculter le comportement sismique des éléments de structure. Les différents types d'essais sont décrits et illustrés ici à la lumière de deux campagnes expérimentales effectuées, dans les Ecoles polytechniques fédérales de Zurich (EPFZ) et de Lausanne (EPFL). La première campagne concernait des refends (murs, parois) en béton armé[1, 2, 3] et la deuxième des refends en maçonnerie renforcés par des matériaux composites[4, 5].

La stabilisation latérale des bâtiments par des refends en béton armé est une bonne solution sismique. Elle est largement répandue en Suisse et en Europe septentrionale. Les essais concernant les refends en béton armé ont permis de vérifier et d'adapter les règles de dimensionnement existantes aux spécificités de la construction européenne, particulièrement en ce qui concerne les caractéristiques de l'acier d'armature.

La maçonnerie est certainement le matériau de construction le plus répandu dans le monde. Principalement en terre cuite, les éléments en maçonnerie peuvent également être constitués de briques en pierre naturelle, de briques en ciment, voire de briques en terre crue. Les récents séismes ont montré la grande vulnérabilité des structures en maçonnerie et mis en évidence la nécessité de solutions de renforcement. Les essais concernant les refends en maçonnerie ont exploré une technique moderne promet-



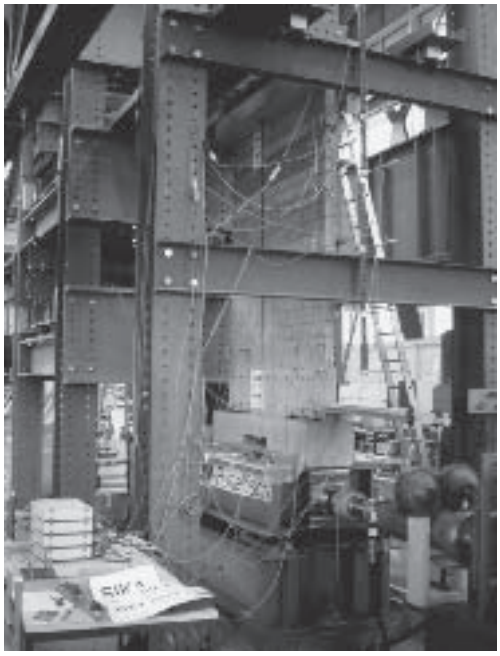


Fig. 1: Simulateur de séismes de l'EPFZ avec un refend en béton armé à l'échelle 1:3 [1] (à gauche) et un refend en maçonnerie à l'échelle 1:2 [4] (à droite) fixés sur la table vibrante. L'installation de base (table vibrante, vérin et commande électronique) a été complétée par une structure adjacente sur laquelle roulent trois masses de 12 tonnes chacune afin de parfaire le réalisme des essais[6].

teuse qui consiste à coller des matériaux composites (fibres de verre, carbone, aramide, etc.) sur une face du refend. Les essais dynamiques de cette campagne qui constituaient une recherche pionnière dans ce domaine ont démontré l'efficacité de la méthode.

Dans le cas des monuments historiques, cette technique constitue une alternative intéressante aux méthodes traditionnelles, lourdes et invasives, d'assainissement parasismique.

Essais dynamiques

Les essais dynamiques ont le gros avantage de permettre d'approcher au plus près les conditions réelles auxquelles sont soumises les structures lors d'un séisme. Cependant il faut pouvoir disposer des installations nécessaires, en particulier d'une table vibrante et d'une commande électronique performante. En raison de leurs coûts, ces installations sont limitées dans leurs dimensions ce qui implique généralement la nécessité d'effectuer les essais à une échelle réduite. A propos de l'échelle, il faut relever qu'elle ne peut pas être réduite à volonté sans compromettre le réalisme du comportement mécanique des matériaux utilisés. Par exemple dans le cas du béton armé, une échelle de 1:3 constitue une limite inférieure au-delà de laquelle les comportements mécaniques du béton lui-même (microbéton) ou de celui d'adhérence entre l'armature et le béton, par exemple, s'éloignent de celui d'éléments réels. Dans ce sens, une échelle de 1:2 est préférable.

A côté de leur complexité de réalisation, les essais dynamiques possèdent les désavantages de leur réalisme. Le comportement des éléments testés n'est pas contrôlé et, bien évidemment, il n'est pas possible de stopper l'essai pour examiner de plus près un stade important du comportement de l'élément.

Les parties dynamiques des campagnes relatées ici ont été effectués à l'aide du simulateur de séismes de l'EPFZ[6]. En comparaison internationale, il s'agit d'une installation plutôt simple qui autorise des mouvements horizontaux selon un axe seulement. La figure 1 montre le simulateur de séismes avec un refend d'essai en béton armé à l'échelle 1:3 (à gauche) et un refend en maçonnerie à l'échelle 1:2 (à droite) fixés sur la table vibrante. L'installation de base qui comprend la table vibrante, le vérin et la commande électronique a été complétée par une structure adjacente sur laquelle roulent trois masses de 12 tonnes chacune (à gauche de la photo de gauche). Ces masses sont indispensables pour le réalisme de l'essai. Pour mieux comprendre leur utilité, la figure 2 présente à gauche le bâtiment de trois étages simulé lors des essais avec les refends en béton armé. Il s'agit d'un bâtiment typique stabilisé par des refends en béton armé.

Dans chaque direction, deux refends assurent la stabilité latérale. Les colonnes, elles, sont bi-articulées et transmettent uniquement les charges verticales. Cette séparation des fonctions entraîne pour les refends des proportions de charges (aires d'influence) différentes dans le sens horizontal et vertical. En effet, si les refends sont seuls face aux forces d'inertie horizontales, dans l'autre sens, ils sont épaulés par les colonnes qui prennent une partie des charges verticales. Les masses roulantes représentent donc une moitié de dalle concentrée correspondant à l'aire d'influence horizontale du refend testé. La charge verticale, dont l'aire d'influence est plus petite, a été appliquée indépendamment par une précontrainte externe. Des masses fixées directement sur le refend d'essai ne reproduiraient pas une proportion réaliste des charges verticales et horizontales.

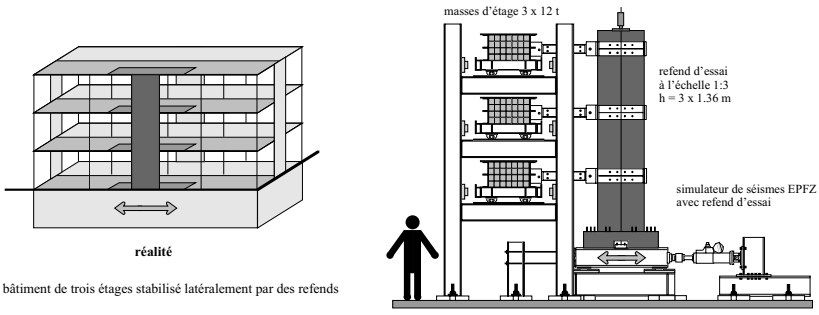


Fig. 2: Bâtiment de trois étages (à gauche) simulé lors des essais dynamiques de refends en béton armé sur le simulateur de séismes EPFZ et installation d'essai correspondante à l'échelle 1:3 (à droite)[1].

Essais statiques-cycliques

Le principe des essais statiques-cycliques est de simuler de manière très grossière les sollicitations sismiques sous la forme de mouvements très lents (d'où la qualification de «statique») de va-et-vient d'amplitudes fixées et progressives pour se concentrer sur le comportement non-linéaire de l'élément de structure étudié. Cette option radicale amène plusieurs avantages:

* Les essais peuvent être effectués avec les équipements usuels des laboratoires de structures.
* L'essai peut être interrompu à tout moment pour examiner de plus près un stade important du comportement de l'élément pour ensuite poursuivre le chargement.
* Les essais sont en quelque sorte standardisés et facilitent donc la comparaison du comportement sismique des éléments testés.
* Contrairement aux essais dynamiques, aucune masse n'est mise en jeu. Le chargement est réalisé par des vérins sous la forme de forces ou de déplacements imposés.
* La base du corps d'essai ne doit pas être mise en mouvement pour le chargement. Le corps d'essai est simplement fixé, en général rigidement, au sol du laboratoire.

Bien évidemment, ces avantages sont liés aux inconvénients correspondants. Sans parler du réalisme déficient de la sollicitation sismique, il faut relever la nette différence entre les vitesses de chargement. Alors qu'un séisme réel dure au plus quelques dizaines de secondes, un essai statique-cyclique s'étend sur plusieurs heures, voire souvent sur plusieurs jours. Cette différence peut influencer les résultats des essais si les matériaux utilisés sont sensibles aux effets dynamiques ou aux effets différés. Dans cette gamme de vitesse et de durée, le béton armé est peu sensible aux vitesses de chargement, ce qui n'est pas le cas de la maçonnerie. En effet, des différences de résistance de 30% entre essais dynamiques et statiques sont monnaie courante pour des éléments en maçonnerie.

La figure 3 montre le banc d'essai utilisé à l'EPFL pour des essais statiques-cycliques sur des refends en maçonnerie renforcés par des matériaux composites[5]. Les refends sont fixés rigidement au sol du laboratoire. La sollicitation est imprimée dans la partie supérieure des refends par l'intermédiaire de vérins qui poussent alternativement la tête du corps d'essai. L'objectif de l'essai est de mener les éléments étudiés graduellement dans le domaine non-linéaire jusqu'à la rupture.

La grande différence par rapport à un essai traditionnel réside dans le caractère cyclique de la sollicitation. L'aspect cyclique de la sollicitation entraîne des modifications de la réponse de l'élément en fonction des dommages accumulés au cours des cycles.

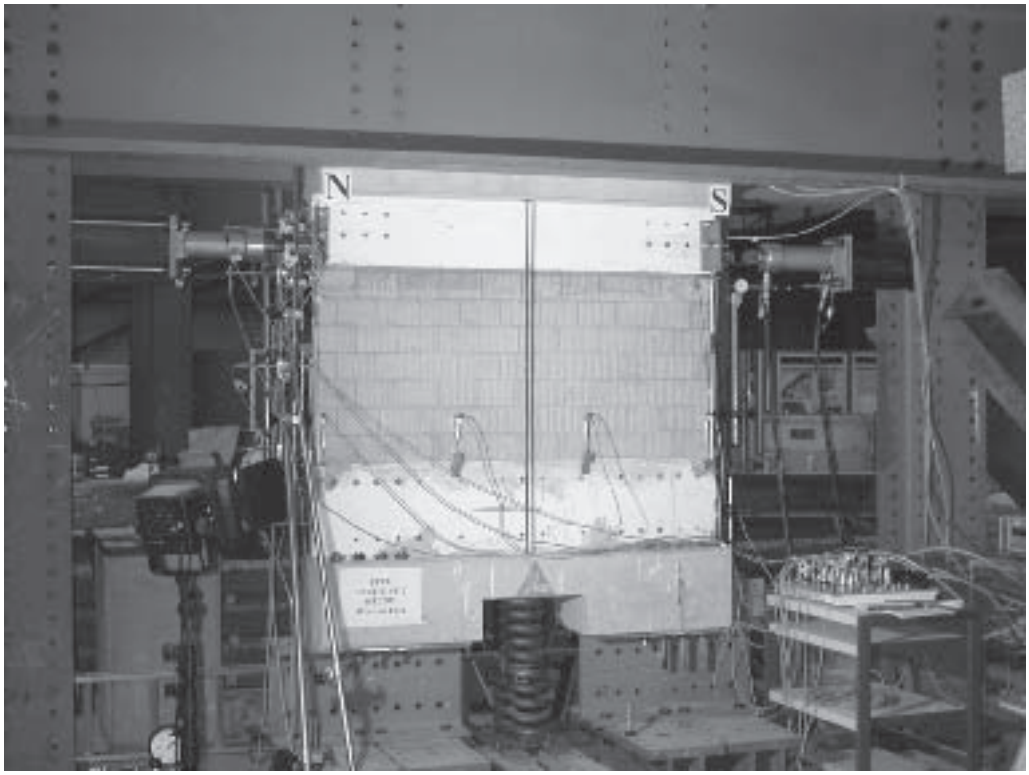
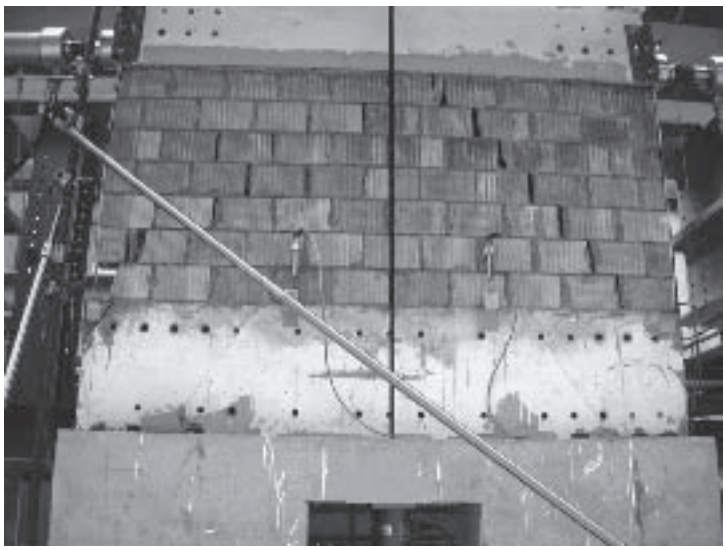


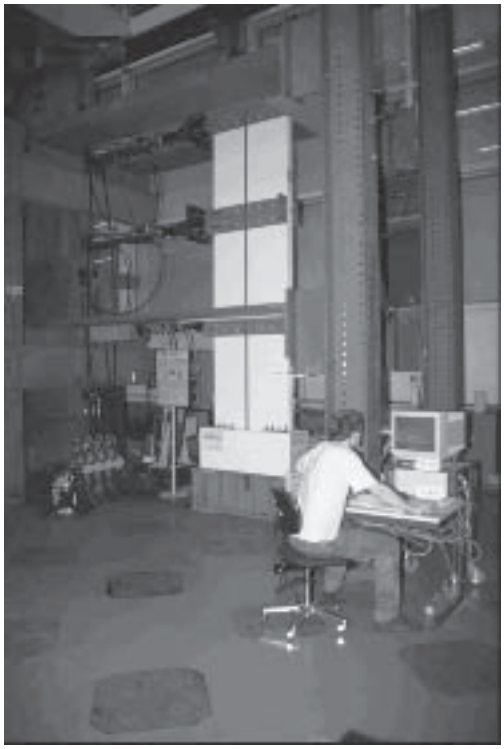
Fig. 3:
Banc d'essai utilisé à l'EPFL pour les tests statiques-cycliques des refends en maçonnerie renforcés par des matériaux composites (ci-contre)[5]. Fissures caractéristiques en escalier avec une large ouverture obtenues lors d'un essai de référence avec un refend non renforcé (ci-dessous).



Essais pseudo-dynamiques

La méthode d'essai pseudo-dynamique est une méthode récemment développée pour allier les avantages des essais statiques-cycliques au réalisme des essais dynamiques. Il s'agit en fait d'une méthode hybride qui incorpore un paramètre expérimental aux méthodes numériques habituellement utilisées pour calculer la réponse sismique. Le principe de la méthode pseudo-dynamique est illustré schématiquement dans la partie droite de la figure 4 à la page 63.

Pour satisfaire l'équation de base de Newton, les méthodes numériques réalisent l'équilibre des forces à chaque pas de temps en ajustant les déformations de la structure, souvent de manière itérative. Parmi les forces mises en jeu, les forces de résistance (R) ont un statut particulier car elles vont considérablement évoluer dans le domaine non-linéaire. Les autres forces, les forces d'inertie ($M\ddot{x}$) et les forces d'amortissement ($C\dot{x}$), sont elles bien connues et ne réservent aucune surprise car elles sont clairement définies par la physique ou par hypothèse. Le principe de la méthode pseudo-dynamique repose sur cette différente complexité des forces. Alors que les forces bien définies sont aisément simulées numériquement, les forces de résistance plus complexes, mais aussi plus intéressantes, sont directement mesurées sur un élément de structure soumis à chaque pas de temps aux forces déduites de l'équation du mouvement. En fait, l'utilisation de forces de résistance mesurées à la place de celles dérivées d'un modèle numérique constitue essentiellement la seule différence par rapport à une évaluation purement numérique de la réponse sismique.



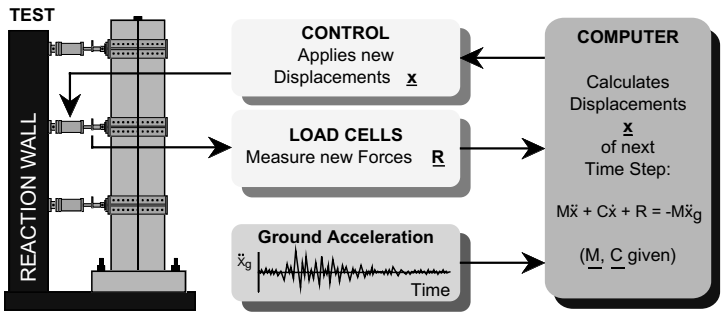


Fig. 4:
Banc d'essai utilisé à l'EPFZ pour les essais pseudo-dynamiques de refends en béton armé (à gauche). Principes de la méthode pseudo-dynamique (à droite)[3].

Concrètement, dans chaque degré de liberté, des vérins déforment à chaque pas de temps l'élément testé conformément à l'équation du mouvement. Les déformations s'effectuent très lentement, comme dans les essais statiques-cycliques mais, même au ralenti, la dynamique est respectée par la prise en compte de l'équation du mouvement.

Un mur de réaction est indispensable au banc d'essai de manière à ce que les vérins disposent d'un point d'appui pour être en mesure d'imprimer les déformations relatives à l'élément testé. En plus des avantages de la méthode statique-cyclique, la méthode pseudo-dynamique possède les avantages supplémentaires suivants:

* Le chargement et donc la réponse de la structure testée sont réalistes puisqu'une «véritable» sollicitation sismique est «appliquée».
* La dimension des structures testées n'est en fait plus limitée que par la capacité de traitement de l'équipement informatique car seuls les éléments présentant un comportement non-linéaire doivent être testés expérimentalement, le reste de la structure restant dans l'état élastique étant simulé numériquement.

A l'instar d'un essai statique-cyclique, un essai pseudo-dynamique, malgré le «réalisme» du chargement, s'étend sur plusieurs heures soulevant le problème de l'influence de la vitesse de chargement sur les résultats des essais si les matériaux utilisés sont sensibles aux effets dynamiques ou aux effets différés. A ce sujet, il faut relever que le développement constant des capacités du matériel électronique permettra d'approcher toujours plus de l'idéal d'essais pseudo-dynamiques en temps réel.

La liberté dans la dimension des structures testées autorise l'étude expérimentale de structures qui sont matériellement hors de portée des essais dynamiques comme un pont de plusieurs piles, par exemple. Des essais dynamiques de ponts incluant une suite de plusieurs tables vibrantes supportant les piles ont bien été effectués, mais ces tentatives n'ont pas livré de résultats concluants. En revanche, dans une approche pseudo-dynamique, les piles sont regroupées pour être testées expérimentalement côte à côte, le tablier étant simulé numériquement. Plus fort encore, les piles n'ont même pas besoin d'être dans le même laboratoire ni même sur un même continent. Les liaisons informatiques assurent alors le bon déroulement de l'essai.

Dans la campagne expérimentale de l'EPFZ concernant les refends en béton armé (fig. 4 à gauche) et afin de valider la méthode pseudo-dynamique dans le domaine non-linéaire, une comparaison des réponses sismiques de deux refends jumeaux soumis à la même sollicitation sismique a été effectuée. La coïncidence des deux réponses a clairement montré que la méthode pseudo-dynamique reproduit parfaitement les résultats dynamiques, levant ainsi, pour le béton armé, le doute concernant l'influence de la vitesse de chargement.

Perspectives

A l'heure actuelle, le besoin de recherche expérimentale se fait particulièrement sentir à un niveau de complexité supérieur, c'est-à-dire pour cerner le comportement sismique, non plus d'un élément isolé mais de structures formées de combinaison d'éléments. A relever, par exemple, dans le cas des bâtiments en maçonnerie où les ouvertures (portes, fenêtres) dans les façades les découpent en fait en une suite de refends reliés par des éléments horizontaux.

Dans cette optique, le Professeur Dazio, récemment nommé à l'EPFZ, a entrepris de doter le laboratoire de structures de murs de réaction imposants qui vont permettre d'effectuer des essais sur des structures complexes.

Bibliographie

1 LESTUZZI P., WENK T., BACHMANN H. 1999: Dynamische Versuche an Stahlbetontragwänden auf dem ETH-Erdbebensimulator. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich. Bericht no. 240, ISBN 3-7643-6162-X. Birkhäuser Verlag, Basel.

2 DAZIO A., WENK T., BACHMANN H. 1999: Versuche an Stahlbetontragwänden unter zyklisch-statischer Einwirkung. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich. Bericht no. 239, ISBN 3-7643-6149-2. Birkhäuser Verlag, Basel.

3 THIELE K., WENK T., BACHMANN H. 2000: Versuche an Stahlbetontragwänden unter pseudo-dynamischer Einwirkung. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich. Bericht no. 257, ISBN 3-7643-6526-9. Birkhäuser Verlag, Basel.

4 ELGWADY M. A., LESTUZZI P., BADOUX M. 2003: Dynamic tests on unreinforced masonry walls before and after upgrading with composites. Informatique et Mécanique Appliquées à la Construction, IS-IMAC, EPFL. Rapport no. 1. Lausanne.

5 PAPA D., HEGNER J., ELGWADY M. A., LESTUZZI P., BADOUX M. 2004: Static-cyclic tests on unreinforced masonry walls before and after upgrading. Informatique et Mécanique Appliquées à la Construction, IS-IMAC, EPFL. Rapport no. 3. Lausanne.

6 BACHMANN H., WENK T., BAUMANN M., LESTUZZI P. 1999: Der neue ETH-Erdbebensimulator. Schweizer Ingenieur und Architekt SI+A, Heft 4/99, Zürich.

Fig. 5:
L'église de Valère à Sion en restauration. Les consolidations –comme les poutres que l'on voit sur la photo – peuvent avoir un effet positif en cas de séisme (Photo: Patrik Birrer, conservateur de monuments historiques, Principauté du Liechtenstein).

Recherche concernant le thème des tremblements de terre et des biens culturels

Récemment, un projet de recherche concernant le délicat problème du comportement sismique des monuments historiques a été initié à l'EPFL. Une thèse, entièrement financée par l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP), sera consacrée à l'analyse globale du risque sismique de cette catégorie particulière de bâtiments en tenant compte de leur valeur culturelle. Dans le cadre de ce travail de recherche, il est prévu d'analyser plus en détail un édifice particulier, comme l'église de Valère à Sion, par exemple.



Experimentelle Forschung für den Erdbebenschutz in der Schweiz

Erdbeben wirken auf Baustrukturen oft anders ein als voraussehbar ist. Sie werden brüsk hin und her gerissen, verschoben, gehoben oder gesenkt – dies in mehreren Wiederholungen in unterschiedlichen Zeitabständen, ganz anders als unter normalen Verhältnissen. Ihr Verhalten bei einem Erdbeben ist viel komplexer und weniger bekannt als jenes bei anderen Einwirkungen wie beispielsweise Eigenlast oder Wind. Deshalb sind experimentelle Studien notwendig, um ein besseres Verständnis für dieses Phänomen zu erhalten, das ganz unterschiedliche Strukturelemente (Tragwände, Rahmen usw.) und Baustoffe (Stahlbeton, Mauerwerk usw.) betrifft.

Die üblicherweise im Rahmen von Erdbebenforschung für Baustrukturen gemachten Versuche lassen sich in drei Kategorien einteilen:
Die dynamischen Versuche spiegeln am verlässlichsten die Auswirkungen eines Erdbebens auf die untersuchten Strukturen wider. Allerdings ist diese Art von Versuchen komplex und aufwändig und überdies benötigt man dafür eine spezielle Ausrüstung, über die viele Forschungslabors nicht verfügen. Mit einigen Konzessionen bezüglich der Auswirkungen, mit denen bei einem Erdbeben gerechnet werden muss, erlauben auch zwei andere, mit üblichen Ausrüstungen durchführbare Versuchsarten, das Verhalten von Strukturen bei Erdbeben zu untersuchen. Das Prinzip der «statisch-zyklischen» Versuche besteht darin, die Einwirkungen eines Erdbebens in Form von sehr langsamen Bewegungen (deshalb der Begriff «statisch») und durch kontinuierliche Hin- und Her-Bewegungen in einer groben Form zu simulieren, um so das nicht-lineare Verhalten der untersuchten Struktur zu beobachten. Der grosse Unterschied im Vergleich zu einem traditionellen Versuch besteht im zyklischen Charakter der Bewegung, die durch zunehmende Schädigung im Verlauf der Zyklen eine Veränderung der Strukturantwort verursacht.

Die pseudo-dynamische Versuchsmethode wurde erst kürzlich entwickelt, um die Vorteile der statisch-zyklischen mit dem tatsächlichen Verhalten der dynamischen Versuche zu verbinden. Es handelt sich dabei um eine hybride Methode, die den üblicherweise benutzten numerischen Methoden einen experimentellen Parameter hinzufügt, um die Auswirkungen eines Erdbebens zu berechnen. Das Prinzip der pseudo-dynamischen Methode beruht auf der unterschiedlichen Komplexität der einwirkenden Kräfte. Während die bekannten Kräfte (Trägheit und Dämpfung) leicht numerisch simuliert werden können, werden die komplexeren, aber auch interessanteren Widerstandskräfte direkt am getesteten Strukturelement gemessen. Die verschiedenen Versuchstypen werden hier aufgrund zweier Forschungsprojekte beschrieben und illustriert, die an der ETH Zürich und an der EPF Lausanne gemacht wurden. Die erste Untersuchung betraf Tragwände aus Stahlbeton[1, 2, 3] und die zweite mit Verbundwerkstoffen verstärkte Tragwände aus Mauerwerk [4, 5].

Die Versuche an Stahlbeton-Tragwänden erlaubten es, die bestehenden Regeln betreffend Ausdehnung an den Eigenheiten der europäischen Bauweise nachzuprüfen bzw. anzupassen, speziell was die Eigenschaften von Stahlarmierungen anbelangt.

Die Erdbeben in jüngster Zeit haben die grosse Verletzlichkeit von Strukturen aus Mauerwerk gezeigt und die Notwendigkeit von verstärkenden Massnahmen bewiesen. Mit den Versuchen an Mauerwerk-Tragwänden wurde eine vielversprechende moderne Technik untersucht, die darin besteht, nachträglich Verbundwerkstoffe (Glas-, Kohle oder Stahlfasern usw.) auf bestehendes Mauerwerk aufzukleben, um es so zu verstärken. Die dynamischen Versuche dieser Forschungsprojekte, die eine Pionierarbeit auf diesem Gebiet darstellen, haben die Wirksamkeit der Methode gezeigt.
Es sind nun komplexere Untersuchungen auf einem höheren Niveau nötig, in denen nicht nur das Erdbeben-Verhalten einzelner Elemente, sondern jenes von Strukturen aus mehreren, kombinierten Elementen erforscht wird.

Bemerkung :
[1, 2, 3, 4, 5] siehe Bibliografie auf. S. 64

Ricerca parasismica in Svizzera

Quando si verifica un sisma di forte intensità, le strutture architettoniche subiscono sollecitazioni spesso trascurate nei calcoli statici. Esse vengono bruscamente e ripetutamente tirate, spinte, sollevate e abbassate al di fuori della soglia di plasticità. Il loro comportamento sismico è più complesso e meno noto delle forze ordinarie cui sono sottoposte le strutture, come ad esempio il peso proprio o il vento. Sono quindi necessari studi empirici che permettano di meglio comprendere i fenomeni che interessano i diversi elementi delle strutture (pareti, telai, ecc.) e i diversi materiali edili utilizzati (cemento armato, mattoni, ecc.).

Le prove abitualmente svolte nell'ambito dei progetti di ricerca sul comportamento sismico delle strutture possono essere classificate in tre categorie.
Le prove dinamiche riproducono nel modo più fedele possibile gli effetti di un sisma sulla struttura presa in esame. Questa prova, molto complessa ed onerosa, richiede un equipaggiamento speciale che molti laboratori di ricerca non possessono. Facendo qualche concessione per quanto concerne il realismo degli effetti sismici, esistono altre due prove, attuabili con l'equipaggiamento ordinario dei laboratori di ricerca strutturale, che permettono di analizzare il comportamento sismico dei vari elementi strutturali. I test statico-ciclici simulano approssimativamente le sollecitazioni sismiche sotto forma di movimenti oscillatori molto lenti (da qui la definizione di «statici») e con un'ampiezza fissa e progressiva per concentrarsi sul comportamento non lineare dell'elemento preso in esame. La grande differenza rispetto ad una prova tradizionale sta nel carattere ciclico della sollecitazione che modifica la risposta dell'elemento in funzione dei danni accumulati nei vari cicli.

Il metodo pseudo-dinamico è un metodo recente che permette di conciliare i vantaggi delle prove statico-cicliche con il realismo delle prove dinamiche. Si tratta in effetti di un metodo combinato che aggiunge un parametro sperimentale ai metodi numerici abitualmente impiegati per calcolare la risposta sismica. Il principio del metodo pseudo-dinamico si fonda sulla diversa complessità delle forze in gioco. Mentre le forze ben definite (forza d'inerzia e forza ammortizzante) si possono stimare facilmente in modo numerico, le forze di resistenza più complesse, che sono anche quelle più interessanti, vengono misurate direttamente sull'elemento studiato.

I differenti tipi di prove sono qui descritti sulla scorta di due ricerche sperimentali svolte presso i politecnici federali di Zurigo (ETHZ) e Losanna (EPFL). La prima ricerca era focalizzata su pareti in cemento armato[1, 2, 3] e la seconda su pareti in mattoni rinforzate da materiali compositi[4, 5].

Le prove sulle pareti in cemento armato hanno permesso di verificare e di adattare le norme di dimensionamento vigenti alla specificità delle costruzioni europee, in particolare per quanto concerne le caratteristiche dell'acciaio utilizzato per armare il cemento.

I recenti sismi hanno dimostrato l'elevata vulnerabilità delle strutture in mattoni e hanno evidenziato la necessità di trovare nuove soluzioni per rinforzare questo tipo di costruzioni. È stata sperimentata anche una nuova tecnica che consiste nel rivestire un lato della parete in mattoni con materiali compositi (fibra di vetro, carbonio, aramide, ecc.). Le prove dinamiche hanno dimostrato l'efficacia di questa tecnica pionieristica. Sono ora necessarie delle prove sperimentali a livello superiore che non concernono un solo elemento, bensì strutture costituite da vari elementi.

Nota:
[1, 2, 3, 4, 5] v. Bibliografia p. 64

Seismic research in Switzerland

During a violent earthquake, the actions exerted on buildings differs from those which engineers generally have to take into consideration. Buildings are pushed, pulled, raised and dropped, abruptly and repeatedly, well beyond their plastic range. Although much is known about the normal load behaviour of buildings (from its own weight or wind), we understand little of their more complex behaviour during an earthquake. Therefore, experimental studies are needed to improve our knowledge of the impact of earthquakes on the structural components of buildings (e.g. walls and frames) and on building materials (e.g. reinforced concrete and masonry).

Experiments in research projects on the seismic behaviour of structures typically fall into three categories. Dynamic experiments most faithfully reproduce the impact of an earthquake on a given structure. However, this type of experiment is complex and costly, and requires special equipment that many research laboratories simply do not have. In return for the less realistic reproduction of seismic impact, two other types of experiments that can be conducted in normal research laboratories also enable researchers to examine the seismic behaviour of structural components.
The principle of static-cyclic experiments is to simulate seismic load relatively crudely, by using very slow (hence the term «static»), movements with fixed and progressive amplitudes to enable researchers to focus on the non-linear behaviour of the structural components. The main difference between this and a traditional experiment is the fact that, in the former case, cyclic loading is applied, which causes the component to respond differently depending on the damage accumulated over the cycles.
The pseudo-dynamic experiment is a relatively new method that combines the advantages of both static-cyclic and dynamic experiments. In fact, it is a hybrid, incorporating an experimental part in the numerical methods that are traditionally used to calculate seismic response. The pseudo-dynamic method focuses on the differing complexity of the terms of the equation of motion. While the well-defined forces (inertia and damping) are easily simulated numerically, the more complex (and more interesting) restoring forces exerted by the component are measured directly via an experiment.
These three experiments are described and illustrated here against the background of two experimental projects carried out by the Swiss Federal Institutes of Technology in Zurich (ETHZ) and Lausanne (EPFL). The first project examined reinforced concrete structural walls[1,2,3] and the second, un-reinforced masonry walls upgraded with composites[4,5].

The experiments on reinforced concrete structural walls enabled us to verify and adapt the existing design rules to the specificities of European construction, particularly in relation to the properties of reinforced steel.
Recent earthquakes have revealed the susceptibility to damage of masonry components. As a result, structural components should be reinforced. The experiments on masonry walls used a promising modern technique that consists of composite materials (fibreglass, carbon, aramide etc) which are glued on one face of the wall. During this project the dynamic experiments (an example of pioneering research in this field) have shown the effectiveness of this technique.

Currently, there is a need for more complex experimental research. We should seek to understand the combined, rather than individual seismic behaviour of a building's structural components.

Note:
[1, 2, 3, 4, 5] see Bibliography, p. 64

Stefan Thurnherr

Kulturgüterverlust nach Erdbeben: Versicherungsfragen



Stefan Thurnherr

Managing Director, Geschäftsleiter VZ Insurance Services AG und Partner beim VZ Vermögens-Zentrum, Zürich.

**Einer der sieben Teilberichte des Bundesratsauftrags an die Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge (KSEV) beschäftigt sich mit der finanziellen Deckung von Erdbebenschäden (vgl. Bericht Lateltin, S. 29ff.).
Die Frage nach der Versicherbarkeit von Erdbebenschäden stellt sich aber auch im Zusammenhang mit der Versicherung von Kulturgütern. Neben der Besonderheiten einer Erdbebenversicherung ganz allgemein, ist die Definition des zu versichernden Wertes bei Kulturgütern von entscheidender Bedeutung. Der nachfolgende Beitrag sucht Diskussionsansätze.**

Die bedeutendste Naturgefahr für Schweizer Kulturgüter geht von Erdbeben aus! Dies scheint auf den ersten Blick erstaunlich, sind doch zerstörerische Beben selten. Der Blick in die Geschichtsbücher zeigt ein anderes Bild: Es finden sich Berichte von Erdbeben, die, hochgerechnet auf die aktuelle Besiedlungsdichte und die vorhandene Bausubstanz, mit dem Beben in Kobe von 1995 vergleichbar sind. Nur liegt diese Schadenerfahrung ausserhalb des persönlichen Erfahrungsschatzes heute lebender Generationen. Dieses fehlende Bewusstsein der Bedrohung führt dazu, dass wenig Interesse an präventiven Massnahmen besteht und so ein grosser Teil der Bausubstanz in seinem heutigen baudynamischen Zustand ein stärkeres Erdbeben nur schwer beschädigt überstehen würde.

Die aufgezeigte Bedrohung betrifft auch Kulturgüter. Die immobilen Kulturgüter sind besonders gefährdet. Der grosse Teil der Bausubstanzen, welche zu den Kulturgütern gezählt werden, sind zu einer Zeit erstellt worden, in der baudynamischen Aspekten für eine erdbebensichere Konstruktion keine Beachtung geschenkt oder das Wissen schlicht nicht vorhanden war. So ist bei diesen Gebäuden, wurden keine Nachrüstungen vorgenommen, mit einem überdurchschnittlichen Zerstörungspotential zu rechnen.

Bei der grossen Gefährdung stellt sich neben der Frage nach präventiven Massnahmen auch die Frage nach einer finanziellen Absicherung im Schadenfall. Dabei fällt als erstes der Blick auf die momentane Situation: Sind Erdbebenrisiken heute bereits versichert? Im Moment ist der Markt in diesem Bereich in Bewegung geraten und etliche Versicherer schliessen im Zusammenhang mit Allrisk-Deckungen auch das Erdbebenrisiko mit ein, dies bezieht sich jedoch vorwiegend auf mobile Güter, die sogenannte Fahrhabe und nicht auf Immobilien. Ausser im Kanton Zürich besteht bei den privaten und kantonalen Gebäudeversicherern keine Versicherungsdeckung gegen Erdbebenrisiken. Die Versicherer haben verschiedene Erdbebenpools eingerichtet, welche nicht als Versicherung mit einem verbindlichen Rechtsanspruch auf Leistung verstanden werden dürfen. Es stellt sich also die Frage nach der Versicherbarkeit gegen Erdbebenrisiken und im Speziellen, wie lassen sich Kulturgüter versichern?

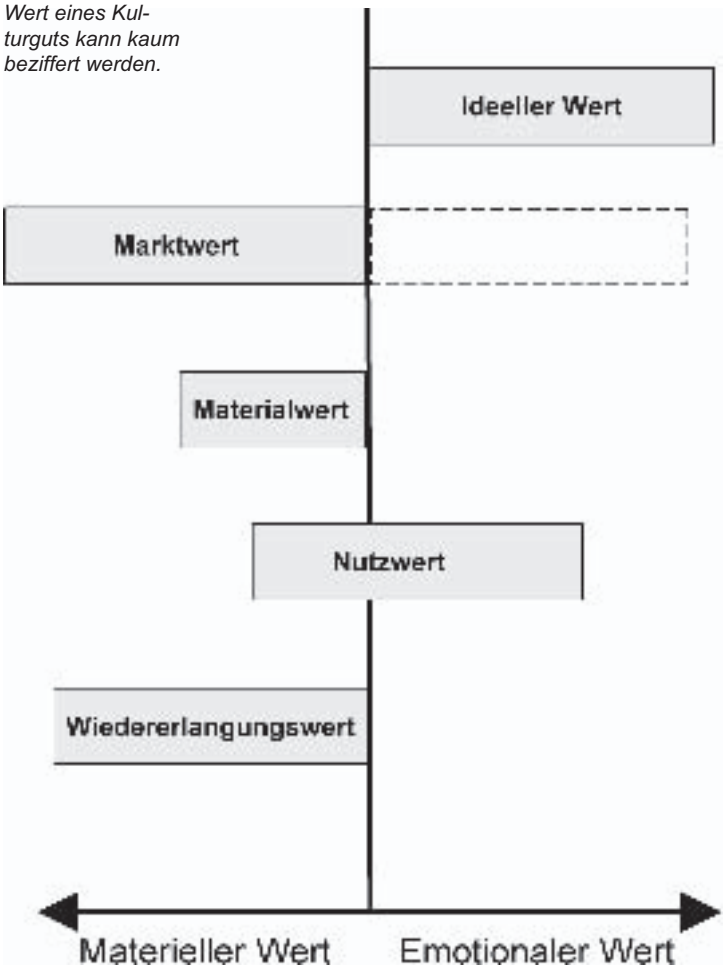
Besondere Situation der Kulturgüter

Besitzer von Kulturgütern befinden sich bezüglich einer Versicherungsdeckung gegen Erdbebenschäden in der gleichen Lage wie alle Besitzer von mobilen und immobilen Gütern. Besonders im Zusammenhang mit Gebäudeversicherungen ist somit keine eigentliche Versicherungsdeckung vorhanden. Bei grösseren Schäden mit einer Schadensumme über CHF 50'000.– kann aber von Zuwendungen aus einem Erdbebenpool gerechnet werden. Doch stellt sich im Zusammenhang mit der Versicherung von Kulturgütern eine versicherungstechnisch bedeutsame Frage: Was ist ein Kulturgut und welchen Wert hat das Kulturgut?

Kulturgüter sind von Gesetzes wegen Dinge, die für das kulturelle Erbe von grosser Bedeutung sind. Sie sind in diesem Sinne meist Unikate und nicht mehr reproduzierbar, da jedem Duplikat die Originalität fehlt, welche ein Kulturgut inne hat. Betrachtet man diese Tatsache, so hat ein Kulturgut einen unermesslichen Wert, oder präziser ausgedrückt, ein Kulturgut besitzt je nach Blickwinkel einen unterschiedlichen Wert, wobei sich fünf verschiedenen Wertkategorien unterscheiden lassen:

1. Ideeller Wert (emotionaler, historischer, künstlerisch-ästhetischer)
2. Marktwert
3. Materialwert
4. Nutzwert
5. Wiedererlangungswert

Abb. 1: Der emotionale Wert eines Kulturguts kann kaum beziffert werden.



Die Bemessung dieser verschiedenen Wertkategorien erfolgt unabhängig von einander und hat auch wenig Einfluss aufeinander. Je nach Objekt und Wertkategorie ist die Zuordnung eines Wertes individuell und von subjektiver Einschätzung geprägt. Dabei ist es äusserst schwer einzelne der Wertkategorien zu quantifizieren. Dies gilt besonders für den **ideellen Wert** eines Kulturgutes. Dieser ist grundsätzlich nicht materieller Art und lässt sich so auch nicht in Geldwerten bemessen. Er kann sich zwar indirekt im Marktwert niederschlagen, doch ist diese Wertschätzung meist auf ein Merkmal eines Kulturgutes bezogen, welches die Originalität des Objektes und dessen Status als Unikat ausmacht. Dieser ideelle Wert kann im Zusammenhang mit Kulturgütern der Bedeutung des Objektes gleichgesetzt werden, die dieses für das kulturelle Erbe hat. Es ist somit genau dieser ideelle Wert, der dem Objekt des Status des Kulturgutes verleiht. Der ideelle Wert eines Kulturgutes kann im Schadensfall jedoch nicht ersetzt werden, denn er lässt sich weder materialisieren noch in irgendeiner Weise wiederherstellen. Die beste Versicherung des ideellen Wertes eines Kulturgutes ist die aktive Wertschätzung des Objektes, welche sich in den präventiven Massnahmen zum Schutz und Pflege des Kulturgutes niederschlägt.

Im Gegensatz zum ideellen Wert ist der **Marktwert** eines Kulturgutes sehr wohl zu beziffern. Er entspricht dem finanziellen Gegenwert, den ein potentieller Käufer bereit ist für den Erwerb, zu entrichten. Dieser Wert steht jedoch nicht zwingend im Zusammenhang mit der Stellung, die ein Objekt für den Erhalt des kulturellen Erbes einnimmt.

Meist von untergeordneter Bedeutung ist der **Materialwert** eines Kulturgutes, da der emotionale, historische oder künstlerisch-ästhetische Wert weit über dem eigentlichen Materialwert des Objektes liegt.

Der **Nutzwert** eines Gegenstandes leitet sich direkt aus dessen Funktion ab und dem Nutzen der daraus entsteht. Wenn einem Gegenstand neben der reinen Dokumentation des kulturellen Erbes, wie zum Beispiel bei einem Museumsgegenstand, noch eine weitere Rolle zukommt, wie einem liturgischen Objekt, so kann diese Funktion durch ein Ersatzstück sicher mit dem gleich Nutzen weiter geführt werden. Doch ist dabei der Nutzen der aus dem ideellen Wert entsteht nicht berücksichtigt.

Für die Kulturgüter eine entscheidende Kategorie ist jedoch der **Wiedererlangungswert**. Dieser beziffert den mutmasslichen Aufwand, der entsteht um im Schadensfall durch Restaurierungsmassnahmen das Objekt möglichst weitgehend wieder herzustellen. Ist dies im gewohnten Umfeld möglich kann davon ausgegangen werden, dass dies auch einen positiven Einfluss auf den Erhalt des ideellen sowie des Nutzwertes hat.

Wie versichert man Kulturgüter?

Da sich eine Versicherung per Definition nur auf den finanziellen Aspekt des Verlustes bei einem Schadenfall bezieht, stellt sich bei der Versicherung von Kulturgütern umgehend die Frage, welche Wertannahme ist massgebend? Das eigentliche Kernstück jedes Kulturgutes ist der ideelle Wert. Doch kann dieser nicht direkt versichert werden, da er eins ist mit dem Versicherungsgegenstand und so durch diesen mit zerstört wird. Ein weiteres Problem, dieser ideelle Wert lässt sich nicht direkt in Franken ausdrükken, sondern spiegelt sich nur teilweise im Marktwert wider. Der Marktwert kann zur Werteinschätzung eines Kulturgutes beigezogen werden. Er ist jedoch keine verlässliche, weil nicht konstante Grösse. Expertisen zum gleichen Objekt können weit auseinander liegen. Dies hängt eng mit der subjektiven Komponente des Marktwertes zusammen. Dazu kommt, dass eine Vielzahl von Kulturgütern wie Kirchen, Schlösser usw. keinen eigentlichen Marktwert besitzen. Da der Sinn einer Versicherung der Werterhalt sein soll, muss davon ausgegangen werden, dass im Zusammenhang mit Versicherungen der Wiedererlangungswert die massgebende Grösse ist. Sieht man von Totalverlust eines Kulturgutes ab, so ist durch eine Restauration und Wiederherstellung des Objektes die Wahrung des ideellen Wertes am ehesten sichergestellt. Dieser Punkt bedingt jedoch, dass eine Versicherung sich bereit erklärt auch Wiederherstellungskosten zu tragen, die über die Schätzung des Marktwertes hinausgehen. Bei einem Totalverlust hingegen muss ein Modus definiert sein, der es ermöglicht ein im weitesten Sinne gleichwertiges Objekt zu erstehen bzw. eine Leistung entfällt. Denkbar ist auch, dass bei Totalverlust eine Leistungspflicht entfällt, wobei die Definition von «Totalverlust» Schwierigkeiten bereiten dürfte.

Erdbebenversicherung – ein Ding der Unmöglichkeit?

Betrachtet man die Charakteristik der Gefährdung durch Erdbeben so lassen sich etliche Stolpersteine für die Einführung einer klassischen Versicherungslösung erkennen. Denn für die Versicherungswirtschaft müssen vordringlich die zwei folgenden Bedingungen erfüllt sein, damit ein Risiko versicherbar wird:

1. Die Eintrittswahrscheinlichkeit und das zu erwartende Schadenausmass müssen bestimmbar sein (Identifikation des Risikos).
2. Es muss die Möglichkeit bestehen für jeden potentiellen Kunden oder jede potentielle Kundengruppe eine so genannt risikogerechte Prämie bestimmen zu können (Risikogerechte Prämien).

Ein Versicherer muss also ein **Risiko**, das er versichern will, **identifizieren** und quantifizieren können. Dafür ist er von statisti-

schen Daten bezüglich der Schadenhäufigkeit und des Schadenausmasses abhängig. Das ist bei der Erdbebenversicherung ein Problem. Durch die Seltenheit der Ereignisse fehlen die entsprechenden Erfahrungswerte. Dies kann bis zu einem gewissen Punkt durch die grossen Fortschritte in der Erdbebenvorhersage kompensiert werden. Doch ist die Häufigkeit eines Erdbebens nur der eine Aspekt der einen Einfluss auf die Auswirkungen eines solchen Ereignisses hat, die anderen sind der Wert der betroffenen Objekte und deren Verletzbarkeit. In diesen Bereichen bestehen noch grosse Wissenslücken. Doch lassen sich die in diesem Zusammenhang notwendigen Daten bei einem Versicherungsabschluss erheben, indem für den zu versichernden eine entsprechende Expertise erstellt wird.

Die zweite Bedingung bezieht sich auf die **Risikogerechtigkeit der Prämien**. Dieser Punkt ist entscheidend für das Funktionieren einer Versicherung. Eine Versicherung im klassischen Sinn baut auf dem Prinzip der Gefahrengemeinschaft auf. Jeder Versicherte zahlt dabei eine Prämie gemäss seinem Risiko ein, um im Schadensfall Anrecht auf eine Vergütung seines Schadens zu haben. Ist jedoch die Prämie nicht dem Risiko entsprechend, sondern zu hoch so lohnt es sich für den Versicherungsnehmer nicht eine Versicherung abzuschliessen. Ist die Prämie zu tief so reduziert sich das Kapital, welches für die Deckung der Schadenzahlungen geäufnet wird, zu schnell und die Versicherung geht Bankrott. Durch die hohe Eintretensunsicherheit des Erdbebenrisikos sind die Prämien tendenziell höher, da die Versicherer in solchen Situationen risikoavers reagieren und einen Unsicherheitszuschlag in die Prämien einrechnen. Damit werden Rückstellungen für die möglichen Abweichungen gebildet. Zu tendenziell höheren Prämien führt auch die hohe Korrelation der eintretenden Schäden. Durch diese Korrelation ist die Versicherung gezwungen wiederum Reserven zu äufnen. In einer solchen Situation spielt rein auf die Schweiz bezogen das Gesetz der grossen Zahl nicht mehr. Denn die Schäden treten nicht verteilt über eine gewisse Zeit auf, sondern ereignen sich alle gleichzeitig, was auch gleichzeitige Schadenzahlungen zur Folge hat.

Aufgrund dieser Ausführungen muss auf den ersten Blick davon ausgegangen werden, dass es in der Schweiz keinen Markt für Erdbebenversicherungen geben kann.

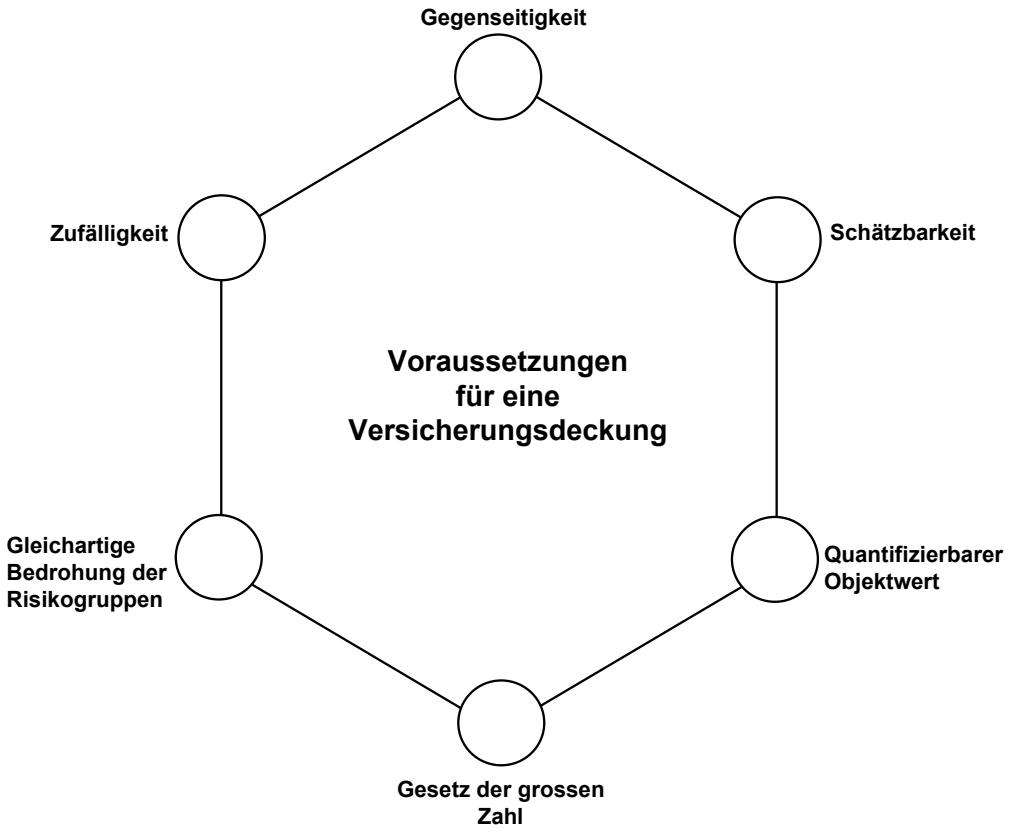


Abb. 2:
Eine Versicherungsdeckung ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

Doch greift diese Ableitung zu kurz. Sicher ist, dass man nicht von einer Versicherungsdeckung im klassischen Sinn ausgehen kann. Doch kann schon ein Selbstbehalt von 10% der Versicherungssumme die Situation massgeblich entschärfen. Durch diese Massnahmen würde rund die Hälfte einer Schadensumme von dem Versicherungsnehmer selbst getragen, doch die Zahlungen bei den schwer geschädigten Gebäuden würden nicht wesentlich geschmälert. Dies würde immerhin bei einem Ereignis wie dem Erdbeben von Basel 1356, bei welchem man heute von einer Schadensumme in der Höhe von 60 Mia. Franken ausgehen muss, für die Versicherungswirtschaft eine Belastung von 30 Mia. bedeuten. Diese Belastung kann durch die Erstversicherer alleine nicht getragen werden. Sie kann nur mit entsprechenden Reserven oder Rückversicherungen sichergestellt werden.

Organisation einer möglichen Lösung

Für die Organisation der Erdbebenversicherungen gibt es verschiedenen Ausprägungsformen von denen wir hier die drei Haupttypen kurz betrachten. Zwischen diesen Typen sind auch diverse Mischungen oder Abstufungen denkbar. Diese unterschiedlichen Typen nehmen mehr oder weniger Rücksicht auf die speziellen Charakteristiken der Erdbebenversicherung.

Einzellösung: Die Versicherer integrieren eine Erdbebendeckung in die bestehenden Gebäude- und Fahrhabedeckungen. Dies bedingt teilweise Gesetzesänderungen bei kantonalen Monopollösungen. Eine solche Lösung ist schnell realisierbar, da sie auf bestehende Strukturen zurückgreift und es wäre eine Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse möglich. Heikel bei dieser Versicherungsform ist, dass nicht risikogerechte, sondern zu tiefe Prämien erhoben werden oder bei einem fakultativen Angebot der Deckung gar keine Nachfrage besteht, da das Bewusstsein für die Bedrohung fehlt.

Fakultative Marktlösung: Eine zentrale Institution bietet den Erstversicherern ein Erdbebenprodukt für deren Kunden an. Diese können diese Deckung in ihre Produkte integrieren. Auch hier sind individueller Produkte der einzelnen Versicherer möglich. Die Beschaffung der Deckungskapazität erfolgt bei dieser Lösung effizienter als bei den Einzellösungen, da die zentrale Institution als Grosseinkäufer auf dem Rückversicherungsmarkt auftritt. Auch hier stellt sich die Frage der genügenden Nachfrage nach einer Erdbebendeckung, wenn kein Obligatorium besteht.

Obligatorische Lösung: Der Bund erlässt ein Gesetz zur Regelung der Erdbebenversicherung auf seinem Gebiet, wie dies bei den übrigen Elementarschäden bereits der Fall ist. Dabei wird geregelt wer sich versichern kann/muss, wer die Deckung anbietet usw. Dies lässt sich in den bestehenden Strukturen der Versicherer integrieren. Ein solches Obligatorium ermöglicht eine flächendeckende Versicherung. Gesetzesänderungen sind jedoch an langwierige Entscheidungsprozesse gebunden und die Individualität der Lösungen wird eher einer Einheitslösung Platz machen.

Weitere Lösungen liegen eher am Rand der klassischen Versicherungslösungen:

Regionaler Pool: Durch den Aufbau eines Pools kann die Schadensumme auf mehr Betroffenen, die sich in einer Solidargemeinschaft befinden, verteilt werden. Schliesst man in diesen Pool auch die Deckung von Risiken mit ähnlichen Eigenschaften ein, können mehrere Probleme gelöst und im Pool eine grössere Diversifikation erreicht werden.

Versicherungspflicht: Die Pflicht zur Versicherung kann neben einem direkten Versicherungsobligatorium, wie in der obligatorischen Lösung, auch auf einem indirektem Weg eingeführt werden. Dies ist möglich in dem für den Abschluss einer Hypothek der Nachweis einer Erdbebendeckung in der Versicherungspolice erbracht werden muss.

Cat-Bonds: Eine weitere Möglichkeit bietet die Verbriefung der Risiken und Überwälzung auf den Kapitalmarkt. Durch diesen Transfer auf einen anderen Markt können diese Risiken als Diversifikationsmittel im Finanzmarkt gebraucht werden. Andererseits wird das Erdbebenrisiko weit gestreut, so dass auch das Problem der sehr hohen Korrelation der Einzelschäden in diesem Bereich minimiert werden kann.

Im Zusammenhang mit der Versicherbarkeit von Erdbebenrisiken kann schlussendlich festgehalten werden, dass es trotz momentan (noch) fehlender Marktlösung zur Deckung von Erdbebenrisiken über Versicherungen oder versicherungsähnlichen Konstrukten, Lösungsmöglichkeiten existieren. Zwar gilt es etliche Stolpersteine zu beachten, doch sind dies Probleme der Versicherungswirtschaft bekannt und können so in den Lösungen berücksichtigt werden.
De facto gibt es im Moment keine flächendeckende Versicherungsdeckung der Erdbebenrisiken. Die Gebäudeversicherer haben sich jedoch zu Pool-Lösungen zusammengeschlossen. Im Schadenfall kann so auf eine Unterstützung aus dem Erdbebenpool gezählt werden.

Fazit

Der Wert von Kulturgütern liegt in erster Linie nicht in ihrem finanziellen Gegenwert sondern in ihrer Stellung und Rolle bei der Vermittlung von Traditionen und Geschichte sowie ästhetischen und künstlerischen Ausdrucksweisen. Dieser unschätzbare Wert kann nicht versichert werden, denn eine Versicherung kann nur finanzielle Wertverminderungen wieder ausgleichen. Durch eine Anpassung der Definition von Wert eines Gegenstandes weg von seinem reinen Marktwert hin zum Wiedererlangungswert kann jedoch eine Lösung gefunden werden, damit die Versicherung durch ihre finanzielle Unterstützung im Schadenfall die Wiederherstellung des eigentlich zentralen ideellen Wertes ermöglicht. Dies würde auch bei einer Versicherung der Erdbebenrisiken zum Zuge kommen. Aktuell besteht keine eigentliche Erdbebenversicherungslösung, im Schadenfall sind allenfalls bei immobilen Kulturgütern Zuwendungen aus gebildeten Erdbebenpools möglich. Eine Versicherungsdeckung ist als Einzellösung sowie einer obligatorischen oder fakultativen Marktlösung realisierbar. Dabei ist es denkbar eine Versicherungslösung mit Auflagen und Anreizen zu ergänzen wie beispielsweise geeigneter Sicherungsmassnahmen oder der Erstellung einer Sicherstellungsdokumentation. Denn eine Versicherung von Kulturgütern ist nur die zweitbeste Lösung. Die beste Versicherung des ideellen Wertes eines Kulturgutes ist die aktive Wertschätzung des Objektes, welche sich in präventiven Massnahmen zum Schutz und der Pflege des Kulturgutes niederschlägt.

Quellen

* *Bundesgesetz über den Schutz des Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten (SR 520.3)*
* *Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege 2001: Grundlagenpapier Erdbebensicherheit bei Baudenkmälern, Bern 6. September 2001.*
* *Medienmitteilung: Erdbeben: Die Grenzen der Versicherbarkeit. Vortrag Dr. Markus Fischer, Direktor der Gebäudeversicherung Graubünden, 25. Juni 2002 anlässlich der Lokalen Präsentation des Buches «Erdbeben in der Schweiz“».*
* *NZZOnline 28.April 2004: Rüsten für das grosse Erdbeben, www.nzz.ch/2004/04/28/ft/page-article9K4QA.html*
* *Schweizerischer Pool für Erdbebendeckung 2003: Das Erdbebenrisiko; Faktenblatt zum Thema «Erdbeben – Begriffe»*
* *Western States Seismic Policy Council 1998: Earthquake Insurance: Public Policy Perspectives from the Western United States Earthquake Insurance Summit*
* *HUBER JOACHIM, VON LERBER KARIN 2001: Versicherung von Kulturgütern im Non-Profit-Bereich, Prevart GmbH, Konzepte für die Kulturgütererhaltung, Winterthur.*
* *SCHMID EDOUARD, SCHRAFT ANDREAS 2000: Versicherungsdeckungen sind heute unzureichend; Was, wenn in der Schweiz die Erde bebt? Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zürich.*
* *STEIN SUE 2003: Historic Landmarks and Antique Structures: Severtity and Valuation Issuses in the Loss Adjustment Process, Gen Re.*

Perte de biens culturels durant un séisme: la question des assurances

La valeur des biens culturels ne tient pas en premier lieu à leur valeur marchande, mais au rôle qu'ils jouent dans la transmission des traditions et de l'histoire. Ils ont également une grande valeur esthétique et artistique. Cette valeur inestimable ne peut pas être assurée, car une assurance ne peut rembourser qu'une perte financière. On différencie cinq catégories de valeurs: la valeur intrinsèque (émotionnelle, historique, artistique, esthétique), la valeur marchande, la valeur matérielle, la valeur d'usage et la valeur de récupération. La classification d'une valeur relève souvent d'une appréciation individuelle et subjective.

Il est donc difficile d'évaluer les différentes catégories de valeurs. Ce principe est surtout valable pour la **valeur intrinsèque** d'un bien culturel. Il s'agit d'objets qu'il n'est pas possible d'évaluer d'un point de vue financier et qui ne peuvent être remplacés en cas de catastrophe. C'est justement la valeur intrinsèque qui donne à l'objet le statut de bien culturel. Au contraire de la valeur intrinsèque, la **valeur marchande** d'un bien culturel peut très bien être calculée. Elle correspond à la somme en argent qu'un acheteur potentiel serait prêt à donner pour l'acquérir. La **valeur matérielle** d'un bien culturel est souvent secondaire. La **valeur d'usage** d'un objet correspond à sa fonction et à l'utilisation que l'on peut en faire. La **valeur de récupération** pourrait servir de base pour définir la valeur d'un objet en matière d'assurance des biens culturels. En effet, cette valeur permet de calculer les dépenses engendrées par une éventuelle restauration d'un objet après une catastrophe.

Une adaptation de la définition de la valeur d'un objet, de sa pure valeur marchande à sa valeur de récupération, permettrait de trouver une solution pour que, en cas de dommage, les compagnies d'assurance puissent «restaurer» la valeur intrinsèque de l'objet. Ceci serait aussi valable pour l'assurance contre les risques sismiques.



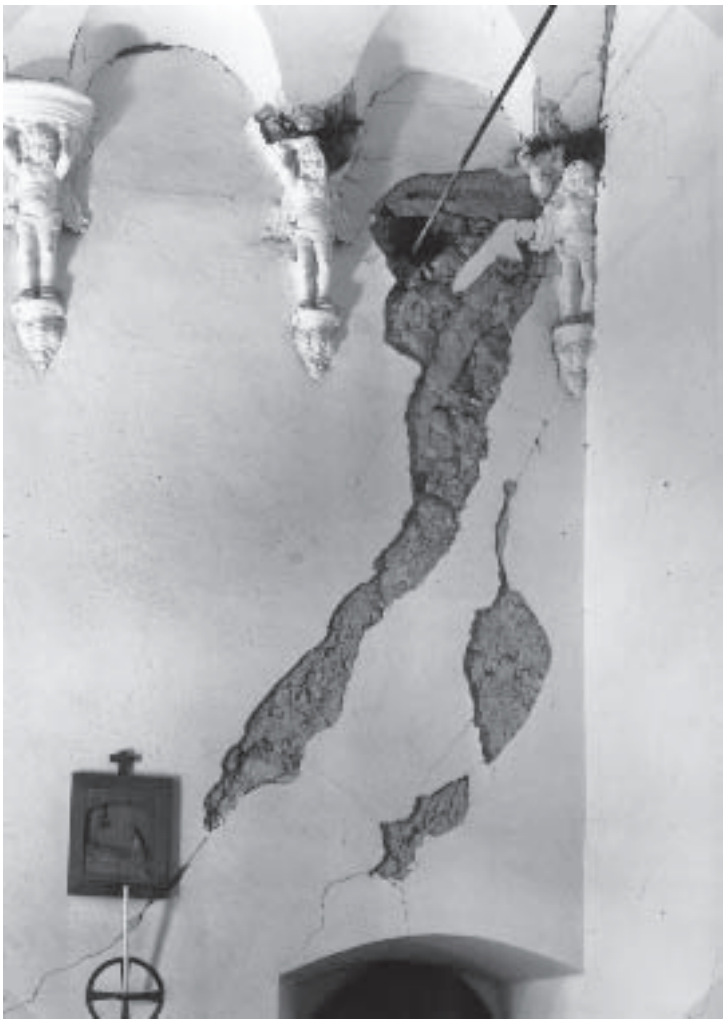
Fig. 3:
Lors du tremblement de terre de 1964 à Sarnen (OW), plusieurs objets d'art ont aussi été endommagés. Ici un exemple de l'église du couvent des religieuses St. Andreas (Photo: couvent St-Andreas).

Actuellement, il n'existe pas d'assurance en cas de séisme: dans le meilleur des cas, des subventions provenant de fonds spécialement créés par des pools d'assurances pour pallier les dommages causés aux biens culturels en cas de séisme sont versées. On pourrait aussi envisager une couverture des risques individuelle, obligatoire ou facultative. Une alternative possible consisterait à créer une assurance assortie de mesures d'incitation et d'obligations, p. ex. des mesures de sécurité adaptées ou des documentations de sécurité standardisées. En effet, assurer les biens culturels n'est qu'un palliatif. La meilleure façon d'assurer la valeur intrinsèque d'un bien culturel est l'adoption de mesures préventives pour sa protection.

Questioni assicurative relative ai danni causati dal terremoto

Il valore di un bene culturale non corrisponde in primo luogo al suo valore finanziario, ma alla sua importanza per la storia e l'identità della comunità nonché alla sua espressione estetica e artistica. Questo valore inestimabile non può essere assicurato, perché una compagnia assicurativa può risarcire solo una perdita di valore quantificabile in denaro. Si distinguono cinque categorie di valore: valore ideale (emotivo, storico, artistico-estetico), valore di mercato, valore materiale, valore d'uso e valore di riacquisto. La stima del valore di un oggetto è spesso individuale e condizionata da una valutazione soggettiva.

È quindi estremamente difficile quantificare le singole categorie di valori. Ciò vale in particolare per il **valore ideale** di un bene culturale, che non può essere quantificato monetariamente e in caso di danno non può essere sostituito. Ed è proprio il valore ideale a conferire all'oggetto lo statuto di bene culturale. Al contrario del valore ideale, il **valore di mercato** di un bene culturale può essere quantificato senza problemi. Esso corrisponde all'importo che un potenziale compratore sarebbe disposto a versare per il suo acquisto. Il **valore materiale** di un bene culturale riveste spesso un'importanza secondaria. Il **valore d'uso** di un oggetto dipende direttamente dalla sua funzione e dal guadagno che ne deriva. Una base idonea per la definizione del valore assicurativo di un bene culturale potrebbe essere il **valore di riacquisto**. Questo è determinato dal presunto dispendio necessario per restaurare a grandi linee un oggetto in caso di danneggiamento.
Adattando la definizione di valore di un oggetto, in modo che si distanzi dal mero valore di mercato per avvicinarsi al valore di riacquisto, si potrebbe trovare una soluzione affinché, in caso di danno, le compagnie d'assicurazione permettano di ripristinare il valore più importante: quello ideale. Ciò varrebbe in particolare per un'assicurazione contro i rischi sismici.



Ill. 4:
Il terremoto del 1964 ha distrutto numerosi beni culturali nel Canton Obwaldo (foto: Archivio federale dei monumenti storici).

Attualmente non esiste una copertura assicurativa che comprenda i terremoti: nel migliore dei casi vengono versati dei contributi da fondi creati ad hoc per i danni causati ai beni immobili. Una copertura assicurativa sarebbe però realizzabile sia come soluzione individuale, sia come soluzione di mercato obbligatoria o facoltativa. Un'alternativa possibile potrebbe consistere nel combinare l'assicurazione con condizioni e requisiti, come ad esempio misure di sicurezza adeguate o documentazioni di sicurezza standard. L'assicurazione è infatti solo una soluzione di ripiego. La migliore assicurazione del valore ideale di un bene culturale rimane in ogni caso l'adozione di misure preventive per la sua protezione e salvaguardia.

Loss of cultural property following an earthquake – insurance issues

The value of cultural property lies not primarily in its financial worth, but in its status and role in passing on traditions and history, as well as in its aesthetic and artistic impact. Priceless assets cannot be insured, as insurance cover deals only in compensatable financial values. There are five different value categories: ideal value (emotional, historical, artistic/aesthetic), market value, material value, utility value and recovery value. Calculating the value of cultural property depends on individual and subjective estimations.

It is therefore extremely difficult to quantify individual value categories. This is particularly true for the ideal value of an item of cultural property. It is essentially intangible, cannot be measured in monetary terms and is irreplaceable should damage occur. This **ideal value** accords the object its status as an item of cultural property. Conversely, the **market value** of an item of cultural property is very easily calculated. It corresponds to the financial value a potential purchaser is willing to pay for it. Generally of secondary significance is the **material value**. The **utility value** of an object is directly derived from its function and the utility it thereby represents. When insuring cultural property, the **recovery value** provides a reasonable starting point for valuation. It relates to the estimated cost of restoring the damaged object.

By adjusting the definition of the value of an object to its recovery value rather than its financial one, a solution can be found which enables the insurance firm to provide financial support to restore the ideal value of the property. This would also be the case for insuring against earthquakes.

Currently, a solution has yet to be found in relation to insuring cultural property against earthquakes. However, should immovable cultural property suffer damage as a result of an earthquake, a special «earthquake pool» exists to cover restoration costs. Insurance cover is feasible both as an individual solution and as a compulsory or optional market solution. Insurance could imply conditions and incentives such as appropriate safeguard measures or safeguard documentation that meets the relevant standards. Insuring cultural property is always a second-best solution. The best way to insure the ideal value of cultural property is the active appreciation of the object, which is reflected in measures to protect and preserve it.

Roberto Piantoni

Terremoto Puglia e Molise

Un intervento in ottobre 2002 – ricordi e riflessioni



Roberto Piantoni

PCi Regione di Lugano-Città, responsabile del Servizio Protezione Beni Culturali.

Siamo in Italia, in un ampio territorio confinante tra la Puglia e il Molise, gli ultimi giorni d'ottobre resteranno nella memoria di molte persone. Una violenta scossa tellurica ha causato profonde ferite lasciando scoperte tragedie umane in un ampia regione. La morte di 25 bambini e due insegnanti rimasti sepolti sotto le macerie della propria scuola hanno sconvolto tutta l'Italia. La Protezione Civile Italiana coadiuvata da volontari è riuscita a portare i primi soccorsi, ma come a volte capita in queste occasioni, non ha potuto far molto. Modesti agglomerati urbani sono andati quasi completamente distrutti; diversi paesini arroccati su dolci colline hanno subito lesioni profonde.

San Giuliano, questo il nome del paese epicentro del terremoto avvenuto il 28 ottobre alle ore 11.30 del 2002.
Come spesso capita, un tragico avvenimento fa emergere i problemi strutturali e statici di molte abitazioni progettate e costruite in periodi di forte speculazione edilizia.
Oltre al borgo di San Giuliano, altri paesi situati in un raggio di ca 50/60 km hanno avuto gravi danni alle abitazioni.
Fatto curioso è che spesso i muri esterni delle case non sono crollati, ma i locali interni si sono letteralmente afflosciati l'uno sopra l'altro lasciando ampi squarci.

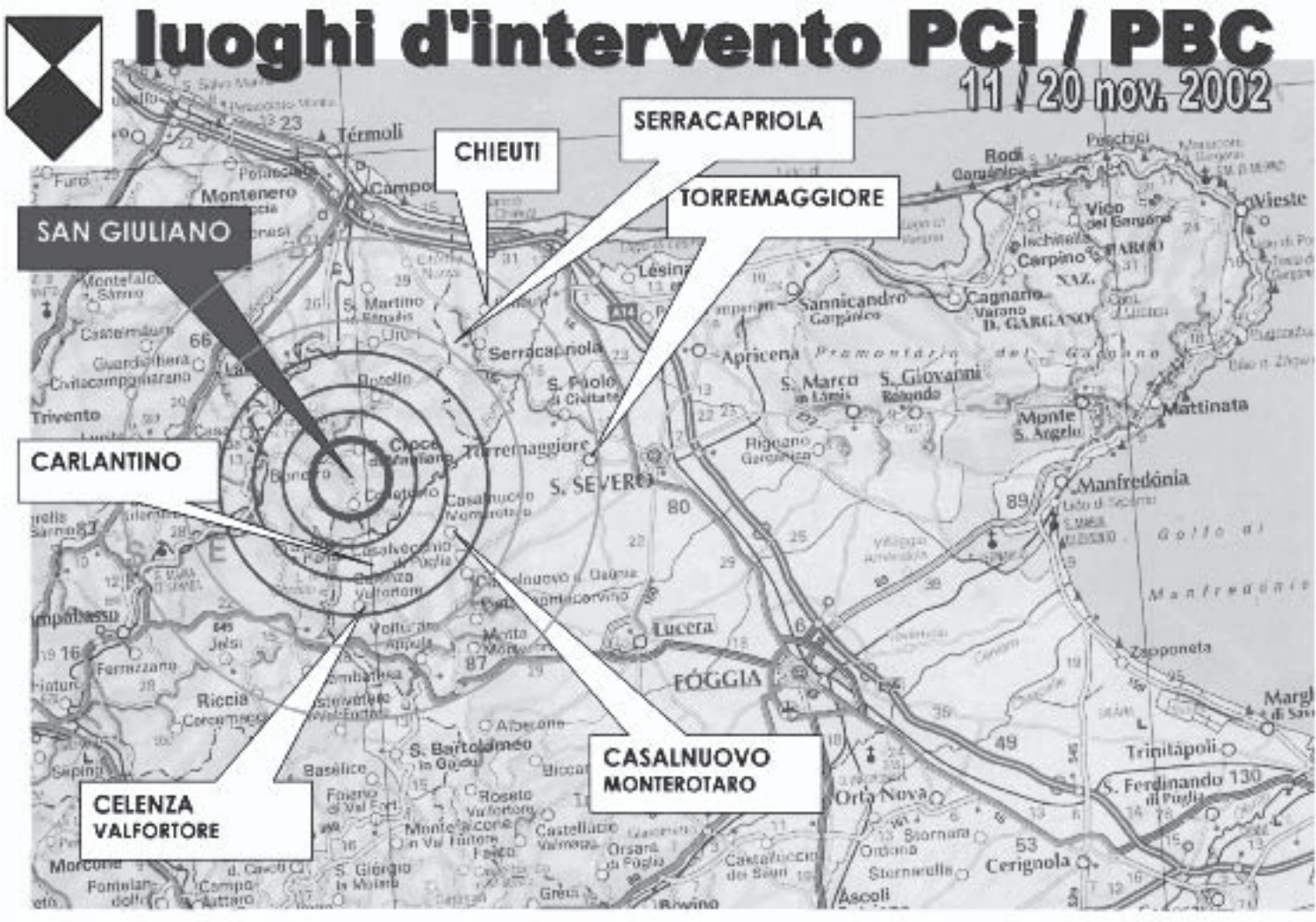
Il terremoto è stato fatale anche per il patrimonio culturale gelosamente custodito dalla popolazione.

L'agricoltura: uliveti, vigneti e piccole industrie artigianali sono le attività principali della gente del posto. Anche per i contadini e per i modesti lavoratori estremamente legati al proprio patrimonio culturale è parte del loro vissuto, della loro storia. Tutti questi danni che le loro opere hanno subito involontariamente sono una ferita profonda.
Da parte nostra, abbiamo cercato di portare impegno e un modesto contributo. Salvare

Ill. 1 e 2: Lesioni profonde in San Giuliano (a sinistra) e in Casalnuovo Monterotaro (a destra).







Ill. 3:
Carta con epicentro del terremoto e luoghi d'intervento.

e proteggere una parte delle opere d'arte, e la speranza di aver soprattutto dato un apporto valido perchè le generazioni future sappiano ancora continuare ad apprezzare queste bellezze straordinarie.
Chiese, oratori, archivi e biblioteche hanno subito gravi danni, in alcuni casi irreparabili.
La Protezione Civile Ticinese ha ricevuto l'appello di recarsi nei luoghi terremotati, tramite il Centro operativo misto (COM) del Molise che coordinava le azioni di soccorso nella zona tramite la PCi/PBC regione Piemonte.
La richiesta era mirata a reperire persone che fossero in grado di svolgere dei lavori di Protezione Beni Culturali. Con la sezione PBC del Piemonte avevamo avuto contatti già dal 1994 (intervento PCi Ticinese dopo l'alluvione che aveva colpito un'ampia zona del Piemonte). In quell'occasione si recuperò buona parte dell'archivio storico del Comune di Cannelli.

La preparazione

Le autorità Ticinesi, non appena giunto l'appello delle autorità Italiane, hanno adottato una serie di misure in primo luogo politiche e poi organizzative. Si voleva contribuire in modo concreto e mirato alla salvaguardia e alla protezione di alcuni beni culturali nei luoghi terremotati.
Reperire informazioni utili per preparare al meglio la partenza non è stata cosa semplice. L'esperienza maturata in Piemonte ci ha insegnato che è meglio essere indipendenti, specialmente sotto il profilo tecnico, e avere il proprio materiale a disposizione per ogni necessità senza dipendere da nessuno.
Non potevamo permetterci di viaggiare per oltre 1000 km senza un minimo di strumenti da usare in caso di necessità.
In Puglia, i colleghi Piemontesi ci avevano garantito per almeno una settimana vitto e alloggio in una tendopoli.
Il nostro quartiere generale si trovava a Casalnuovo Monterotaro, a ca. 10 km da San Giuliano (Molise).

© Illustrazioni, Consorzio Protezione Civile, Regione Lugano Città.
Tutte le fote sono state fatte dal gruppo durante la trasferta in Italia.

La partenza

L'11 novembre tutto era pronto. Quindici persone: cinque professionisti della PCi, dieci militi (architetti, storici, musicologi, storici dell'arte ma anche alcuni pionieri), tra cui una donna, con furgoni riempiti di tutto il necessario, partivano alla volta di Molise e Puglia.

L'aspetto umano

Dopo le prime difficoltà di ordine logistico, il compito più arduo da affrontare è stato quello di giustificare la nostra presenza, il nostro aiuto.
Infatti, i contatti con le varie Sopraintendenze e con il COM sono state piuttosto laboriose. Specialmente all'inizio tutti si sono sentiti un po' sotto pressione.
Da parte nostra c'era una forte volontà e il desiderio di incominciare ad essere utili, ma, purtroppo, «inghippi burocratici» hanno rallentato il nostro entusiasmo.
Farsi conoscere, spiegare le nostre intenzioni e, soprattutto, dimostrare cosa eravamo in grado di fare, ecco cosa si è scontrato con il complesso apparato burocratico.
D'altronde, mettendoci nelle condizioni della gente del luogo, il senso di distacco e di circospezione iniziale avuta nei nostri confronti, era più che comprensibile.
Un'altro aspetto positivo è stato quello della presenza discreta e efficace sul posto di un'emittente televisiva Ticinese. Tutti questi meccanismi, una volta avviati, hanno reso la gente più disponibile; dal Sindaco del Paese ai Sopraintendenti alla gente comune.
Più coraggio per noi, più speranza per loro.
Ogni giorno più persone volevano parlare con noi. Alcuni di loro conoscevano la Svizzera perchè ci avevano lavorato. Si era instaurato un profondo rispetto reciproco. L'ultimo giorno, prima della nostra partenza, ci pregavano di restare ancora un po' o di ritornare.
Sono convinto che se fossimo ritornati ci avrebbero accolti a braccia aperte.

La protezione dei beni culturali

Durante gli ultimi anni le diverse Organizzazioni di Protezione Civile e segnatamente il servizio Protezione Beni Culturali in Ticino, ha svolto lavori mirati (traslochi di biblioteche, importanti appoggi a Musei nel Cantone Ticino e, come citato prima, il recupero dell'archivio storico di Cannelli).



Ill. 4:
La Chiesa di Santa Maria della Rocca a Casalnuovo Monterotaro.

Anche grazie alla buona esperienza acquisita durante i censimenti e gli inventari dei Beni Culturali svolti in parecchi comuni ticinese, si sono potuti applicare e concretizzare alcuni aspetti attuati fino a quel momento solamente sulla carta.
Le ferite inflitte dal terremoto sono difficilmente prevedibili. Ogni terremoto, o meglio, le conseguenze di ogni sisma possono avere esiti differenti.
Trovare soluzioni sufficientemente efficaci e pratiche per proteggere e salvare determinati oggetti richiede esperienza e senso pratico. Non bisogna dimenticare di badare alla sicurezza e all'integrità di coloro che operano in luoghi precari e quindi pericolosi.
Lavorare in situazioni critiche (ampie crepe nei muri, tetti pericolanti , ecc) rappresentava un grosso rischio specialmente se si fossero verificate altre scosse telluriche.
Mettere al riparo e rendere perlomeno abbastanza sicuri gli edifici era compito di ditte del posto che hanno provveduto a puntellare muri e soffitti utilizzando «tubi innocenti»; una fitta ragnatela di protezione.
La fiducia e la collaborazione che si era instaurata con i Sopraintendenti era di fondamentale importanza. Questi ci indicavano i luoghi in cui procedere. Seguiva un nostro sopraluogo per quantificare il lavoro e poi ci si organizzava.
Inventariare ogni singolo oggetto, mobile e immobile, documentarlo con foto digitali e registrarlo su supporto informatico erano attività prioritarie.



Ill. 5:
Organo del 1700 nella Chiesa di Santa Maria della Rocca a Casalnuovo Monterotaro.





Ill. 6 e 7:
Protezione di un altare e di un'acquasantiera nella chiesa di San Nicola, Torremaggiore.

In diversi paesi vi sono stati parecchi interventi specifici su oggetti mobili (tele, statue, archivi, ecc.) e immobili (protezione di altari, bassorilievi, organo, statue, ecc.)
La protezione doveva garantire una sufficiente solidità degli oggetti per evitare ulteriori danni; ci si è serviti di assi e travi di legno.
Naturalmente questo materiale ci era stato fornito, con non poche difficoltà, dai diversi comuni in cui si operava.
Altro materiale come carta velina, plastiche, coperte ecc. l'avevamo portato dal Ticino.
Tra i lavori più impegnativi cito: la protezione di una grande tela in un oratorio (non era stato possibile rimuoverla dalla parete) e il completo smontaggio di un organo del 1700 di scuola Napoletana.

La scelta delle persone in funzione della loro preparazione professionale è un altro aspetto da considerare in ogni tipo di intervento con caratteristiche differenti.
La presenza di un gruppo di specialisti del settore culturale è importante come pure è fondamentale scegliere persone abili manualmente.
La buona volontà, sapersi adattare a ogni situazione e l'esperienza restano comunque la base di ogni attività. Così è stato.
Creare inoltre un piccolo stato maggiore, ha permesso di gestire i lavori con più razionalità.

Ill. 8 e 9: Protezione degli oggetti nel Monastero di San Nicola a Celenza.



L'esperienza

Sicuramente l'istruzione permanente in base al nostro modello svizzero porta a dei buoni risultati. La pratica aiuta, ma fa pure capire gli errori, permettendo di migliorare.
Questa occasione è stata un valido banco di prova.
Il Posto comando, allestito in una tenda, si è rivelato funzionale grazie a computer, stampanti, fotocopiatrici e altro materiale cartaceo.
L'impianto di illuminazione e i generatori sono stati ottimi strumenti ausiliari. Motoseghe e altro materiale in dotazione alla Protezione Civile si sono rivelati ottimi strumenti di lavoro.
Resta comunque difficile ottimizzare il contingenete di materiale. Una ricognizione preventiva può servire. Gran parte del materiale preparato è stato utilizzato.

Come citavo prima, essere il più possibile indipendenti ci favorisce il lavoro e non crea problemi sul luogo (specialmente quando bisogna affrontare lunghe trasferte).
La ricognizione, i primi contatti con le autorità del posto, i contatti diplomatici e le relative autorizzazioni, parlare con la gente del posto, sono elementi fondamentali per raggiungere l'obiettivo.



Conclusioni

E' trascorso un anno e mezzo dal nostro intervento in Puglia e Molise, ma resta ancora vivo il ricordo delle esperienze umane e professionali.

Recenti contatti avuti con persone del posto mi hanno tuttavia rattristato.
La gente di alcuni villaggi non ha più avuto la possibilità di rientrare nelle abitazioni. Quindi , paesi semideserti. I fondi promessi dalle autorità stentano ad arrivare e la sfiducia regna.

Una nota positiva in mezzo a tanto sgomento è che l'organo della Chiesa di Casalnuovo Monterotaro, che era stato smontato, probabilmente sarà rimontato in un'altra Chiesa della regione, continuando a produrre il suo suono stupendo.

Il 20 novembre il gruppo è rientrato in Ticino con un ricco bagaglio d'emozioni.

Einsatz im Erdbebengebiet zwischen Puglia und Molise (Italien)

Der Erlebnisbericht schildert den Einsatz einer Tessiner Zivilschutz-Equipe, die im Oktober 2002 einen Hilfseinsatz in einem Erdbebengebiet leistete. Neben der menschlichen Tragödie, die bei derartigen Katastrophen immer im Vordergrund steht, sind dabei die Schäden, die am Kulturgut entstanden, von besonderem Interesse.

Beschrieben und mit Hilfe der Bilder auch eindrücklich illustriert werden die beschädigten Kulturgüter. Aber auch Sofortmassnahmen, Stützkonstruktionen oder andere Vorkehrungen, die dem Schutz der einsturzgefährdeten Objekte dienten, sind gut erkennbar (Abb. 2, 4).

Die 15 Hilfspersonen (Zivilschutz- und KGS-Angehörige, Architekten, Historiker, Musik- und Kunstwissenschaftler usw.) mussten zu Beginn zwar mit einigen bürokratischen Hindernissen kämpfen, konnten danach aber ihren Einsatzdienst doch wirkungsvoll leisten. Dabei kamen ihnen die jahrelange Erfahrung sowie die Kenntnisse, die sie im Rahmen ihrer KGS-Arbeiten erworben hatten, zu Gute. Die einzelnen Objekte zu inventarisieren, dokumentieren und die Schäden am beweglichen und unbeweglichen Kulturgut festzuhalten, gehörte dabei zu den ersten Aufgaben. Eine Orgel aus der zeit um 1700 wurde vollständig demontiert und in Sicherheit gebracht (Abb. 5). Im Weiteren wurden Objekte wie Statuen, Kanzeln, Altäre, Fresken usw. vor Ort geschützt, um sie vor zusätzlichen Schäden zu bewahren (siehe Abb. 6–9). Für Holzkonstruktionen konnte der Rohstoff vor Ort beschafft werden, andere Materialien wie Plastik, Schutzhüllen, Abdeckungen sowie Werkzeuge und andere Hilfsgüter hatte man bei der Anreise mitgebracht.

Eine gut funktionierende Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen vor Ort sowie ein gegenseitiges Vertrauen bildeten die Basis, um in dieser schwierigen und nicht ungefährlichen Situation die erhoffte Unterstützung leisten zu können. Es hat sich auch gezeigt, dass die Kombination von Fachleuten aus dem kulturellen Bereich und handwerklich geschickten Zivilschutzangehörigen für solche Arbeiten in der Regel sehr effizient ist.

Neben der praktischen Arbeit, die geleistet wurde, konnten bei diesem Einsatz auch wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Rege Kontakte mit den Behörden und den Einwohnern ergaben sich, hilfreich war dabei auch die rücksichtsvolle und effiziente Präsenz einer Tessiner TV-Equipe, welche über den Einsatz berichtete. Eine weitere positive Nachricht war, dass die demontierte Orgel in einer anderen Kirche der Region wieder in Stand gestellt werden soll. Dennoch bleiben auch traurige Erkenntnisse: versprochene Hilfeleistungen sind bis zum heutigen Tag zum Teil ausgeblieben, etliche Leute aus den Dörfern im Erdbebengebiet konnten nicht mehr in ihre Häuser zurückkehren – die Folge sind halb verlassene Ortschaften.

Intervention entre les Pouilles et le Molise (Italie)

Le rapport décrit l'intervention d'une équipe de protection civile tessinoise en octobre 2002 dans une zone touchée par un tremblement de terre. Outre la tragédie humaine que constitue un tel événement, le sort des biens culturels endommagés mérite aussi notre attention.

Les dégâts causés à ces biens culturels ont été décrits et illustrés par des photographies impressionnantes, sur lesquelles on voit également les mesures immédiates entreprises, telles que la construction d'ouvrages de stabilisation empêchant que les objets ne s'écroulent (photos 2 et 4).

Les 15 intervenants (membres de la protection civile et de la protection des biens culturels, architectes, historiens, musicologues, historiens de l'art, etc.) ont certes rencontré au début quelques obstacles administratifs qui ne les ont toutefois pas empêché d'effectuer un travail très efficace par la suite. L'expérience et les connaissances acquises dans le cadre de leurs travaux PBC leur a été d'une aide précieuse. Ils se sont tout d'abord occupé de l'inventaire, de la documentation et de l'enregistrement des dommages subis par les biens meubles et immeubles. Un orgue datant de 1700 a dû être démonté et mis en lieu sûr (photo 5). D'autres objets ont été mis en sécurité sur place, tels que les statues, les chaires, les autels et les fresques, afin de leur éviter des dommages supplémentaires (voir photos 6–9). Le bois de construction était disponible sur place, les autres matériaux, tels que le plastique, les housses, les couvertures, les engins et autres moyens ont dû être apportés.

Grâce à la qualité de la collaboration, dans un climat de confiance mutuelle, avec les responsables locaux, il a été possible d'apporter le soutien attendu dans cette situation difficile et dangereuse. On a aussi pu constater l'efficacité, pour ce genre de travaux, de l'association de spécialistes des biens culturels et de membres de la protection civile ayant des aptitudes manuelles.

Outre le travail pratique fourni, cette intervention a permis de recueillir de précieuses expériences. Des contacts étroits avec les autorités et les habitants se sont noués et la présence d'une équipe de télévision tessinoise efficace et prévenante, qui tournait un reportage sur l'intervention, a été d'une grande aide. Autre point positif: l'orgue devrait trouver une place dans une autre église de la région. Quelques ombres au tableau malgré tout: l'aide promise n'est toujours pas arrivée, certaines personnes vivant dans les villages touchés par le séisme n'ont pas pu rentrer chez elles et les lieux sont désormais à moitié abandonnés.

III. 10:
Un lieu de travail pour spécialistes PBC a été improvisé.



Disaster response in the earthquake zone between Puglia and Molise (Italy)

The present article describes the work of a Protection and Support team from Ticino, deployed in October 2002 to provide back-up in an earthquake zone. In addition to the human tragedy, which is always at the forefront in disasters of this kind, cultural property of particular interest and importance also suffered damage.

The damage to cultural property is described and illustrated with the help of pictures. Immediate measures, support constructions and other precautionary measures to protect the property at risk of structural collapse are also clearly visible (see Figures 2 and 4.)

The 15-person auxiliary team (members of the Protection and Support and PCP services, architects, historians, music specialists and art historians) initially had to overcome several bureaucratic obstacles before they could respond effectively to the disaster. Their experience and expertise gained over many years of PCP work were to prove indispensable. Their first tasks included drawing up an inventory of individual objects, as well as documenting and assessing the damage to movable and immovable cultural property. An organ which dated from around 1700 was dismantled and stored in a safe location (Fig. 5). Objects such as statues, pulpits, altars and frescoes were protected in situ so as to prevent any additional damage (see Fig. 6-9). For wooden constructions, the raw material could be found on site, while other materials such as plastic, protective sheeting, covers, tools and other aids were brought on site by the auxiliary team.
Excellent co-operation with local authorities as well as an atmosphere of mutual trust enabled all involved to provide the necessary support in such a difficult and dangerous situation. The combination of experts from cultural backgrounds with the excellent practical skills of the Protection and Support service once again proved very effective.

In addition to the practical work, the team could gain excellent experience. There was regular contact with the authorities and the residents, helped by the respectful and efficient presence of a Ticino TV crew, reporting on events there. One piece of good news concerns the 18th century organ – once repaired it will be accommodated by another church nearby. However, not everything had a happy ending. Some assistance which had been promised has failed to materialise. Also, a number of people were unable to return to their homes, leaving some villages half-abandoned.



Ill. 11: The team on the way to its operational area.

Internet Links (Auswahl)

www.seismo.ethz.ch/	Website Schweizerischer Erdbebendienst (SED) / Swiss Seismological Service
www.bwg.admin.ch/	Website des Bundesamtes für Wasser und Geologie. Angegliedert ist die Koordinationsstelle für Erdbebenvorsorge (KSEV)
www.sgeb.ch/	Website der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.planat.ch/	Website der Nationalen Plattform Naturgefahren (PLANAT)
www.bebende.ch/	Website zum Buch «Erdbeben in der Schweiz»
www.iaee.or.jp/	Website der International Association for Earthquake Engineering (JAP)
www.eeri.org/	Website des Earthquake Engineering Research Institute, Oakland (USA)

www.noezsv.at/wastun/erdbeben/erdbeben.htm	Erdbeben-Website aus Österreich
www.zamg.ac.at/HistSeism/start_hist.html	Hist. Erdbebenforschung in Österreich
www.seismo.uni-koeln.de/edu/	Erdbebenstation Bensberg, Deutschland

Einführungen, Entstehung von Erdbeben, Glossar, Überblick über historische Erdbeben, Links usw.
www.iaag.geo.uni-muenchen.de/sammlung/Bebenallg.html
www.g-o.de/index.php?cmd=focus_detail2&f_id=69&rang=3
http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/themen/erdbeben/beben-100.htm (Linksammlung)

KGS Adressen

Adresses PBC Indirizzi PBC Addresses PCP

Bundesamt für Bevölkerungsschutz
Kulturgüterschutz
Monbijoustrasse 51A
3003 Bern

Web: **www.bevoelkerungsschutz.ch**
(Navigation: Kulturgüterschutz)
www.kulturgueterschutz.ch

Fax: +41 (0)31 324 87 89

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fachbereichs Kulturgüterschutz

Chef **Rino Büchel**	*rino.buechel@babs.admin.ch*	322 51 84
Beitragswesen, Administration **Verena Bigler**	*verena.bigler@babs.admin.ch*	323 94 01
Ausbildung **Eveline Maradan**	*rose-eveline.maradan@babs.admin.ch*	322 52 56
Sekretariat, Administration **Denise Pittet**	*denise.pittet@babs.admin.ch*	322 52 74
Information, Internationales **Hans Schüpbach**	*hans.schuepbach@babs.admin.ch*	322 51 56

Kontakte / Contacts / Contatti / Contacts

Schweizerischer Erdbebendienst (SED) /Swiss Seismological Service
ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich
Tel: +41 (0)44 633 44 55

Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge
c/o Bundesamt für Wasser und Geologie, Ländtestrasse 20, 2503 Biel
Tel: +41 (0)32 328 87 59 E-Mail: olivier.lateltin@bwg.admin.ch

Schweizerischer Pool für Erdbebendeckung
www.pool.ch/
c/o Interkantonaler Rückversicherungsverband (IRV) / Union intercantonale de réassurance (UIR)
Bundesgasse 20, Postfach, 3001 Bern
Tel: +41 (0)31 320 22 11 E-Mail: mail@irv.ch

Naturgefahren allgemein
Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT)
c/o Bundesamt für Wasser und Geologie, Postfach, 2501 Biel
Tel: +41 (0)32 328 87 40 E-Mail: planat@bwg.admin.ch

Erdbeben und Kulturgüter
Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Fachbereich Kulturgüterschutz
Monbijoustrasse 51A, 3003 Bern.
Tel: +41 (0)31 322 51 84 E-Mail: rino.buechel@babs.admin.ch

Buchhinweis: Erdbeben in der Schweiz



Infos und Bestellung unter: www.bebende.ch/

Obwohl die Erdbebengefährdung in der Schweiz verglichen mit anderen Ländern wie Griechenland oder Japan gering ist, ist das Erdbebenrisiko hoch. Die Geschichte zeigt, dass schwere Erdbeben selten, jedoch möglich sind. Gemäss Hochrechnungen hätten sie heute ohne weiteres Schäden in Milliardenhöhe zur Folge, denn alleine der Wert der versicherten Gebäude in der Schweiz beläuft sich auf rund 1'800 Milliarden Franken. Davon ist der grösste Teil nicht erdbebenversichert – und ein grosser Teil nach modernen Massstäben nicht erdbebensicher.
Dieses Buch geht auf diese und viele weitere Aspekte ein und zeigt auf, wie sie vernetzt sind.

Erdbeben bei uns
Einerseits vermittelt das Buch ein fundiertes, breitgefächertes Grundwissen zum Thema «Erdbeben in der Schweiz».

Insbesondere liefert es Antworten auf Fragen wie: • Warum gibt es Erdbeben in der Schweiz? • Welche Erdbeben haben sich in historischer Zeit ereignet? • Welche Erdbeben sind in Zukunft zu erwarten? • Wie erdbebensicher sind Bauwerke in der Schweiz? • Was macht man mit all jenen, die nicht erdbebensicher sind? • Wie erdbebensicher sind Talsperren, Kernkraftwerke oder radioaktive Endlager? • Mit welchen Schäden ist in der Schweiz bei einem starken Beben zu rechnen? • Wieso sind Erdbebenschäden in der Schweiz kaum versichert?

Grundwissen zum Thema Erdbeben
Das Buch enthält aber auch eine Vielzahl von Informationen zum grundsätzlichen Verständnis von Erdbeben: • Wo und wie entstehen Erdbeben, welche Auswirkungen können sie haben? • Was ist der Unterschied zwischen Epizentrum und Hypozentrum, Magnitude und Intensität, Erdbebengefährdung und Erdbebenrisiko? • Was muss man beim erdbebensicheren Bauen grundsätzlich beachten? • Welche Auswirkungen hat der Untergrund auf die Erdbebensicherheit von Gebäuden? • Was heisst «erdbebensicher» überhaupt? • Kann man Erdbeben verhindern, vorhersagen, künstlich auslösen?

Zielpublikum
Das Buch richtet sich grundsätzlich an Laien; so ist für die Lektüre dieses Buches kein Fachwissen erforderlich.
Es richtet sich im Speziellen an Schüler und Studierende • Lehrkräfte und Erwachsenenbildner (Armee, Zivilschutz usw.), welche Erdbeben im Unterricht thematisieren wollen • Medienschaffende, welche für ihre Erdbeben-Berichterstattung Hintergrundwissen suchen • Entscheidungsträger, welche ihre Entscheidungen bezüglich Erdbebenprävention auf ein breites Grundwissen abstützen wollen • Baufachleute, Architekten, Planer, Ingenieure und Hausbesitzer, welche das komplexe Thema «Erdbeben, Bauwerke und Untergrund» besser verstehen wollen.