

1.1 SZENARIO: ERDBEBEN

A Grundlagen

A1 Definitionen und geologischer Hintergrund

Erdbeben entstehen durch einen plötzlichen Spannungsabbau entlang von Brüchen in der Erdkruste, ausgelöst durch eine relative Bewegung der Gesteinsschichten auf beiden Seiten eines Bruches. Die dabei freiwerdende seismische Energie läuft in Form von Wellen durch die Erde und verursacht die als Beben wahrgenommene Erschütterung. Die meisten Erdbeben treten in der Erdkruste auf, der zwischen 10-50 km mächtigen Schale, die die Erde umgibt. Diese Schale ist in zahlreiche ozeanische und kontinentale Platten zerbrochen. Die relative Bewegung dieser dünnen, relativ starren Platten zueinander bewirkt den Aufbau von Spannungen entlang der Plattenränder, die in Form von Erdbeben wieder abgebaut werden. Die Relativbewegungen der Platten erfolgen dabei konvergent (d.h. aufeinander zu, z.B. Anden), divergent (voneinander weg, z.B. Mittelozeanischer Rücken) und/oder transform (horizontale Seitenverschiebung, z.B. San-Andreas-Verwerfung). Entsprechend sind auch die Bewegungen auf den Brüchen. Erdbeben können auch an magmatische/vulkanische Aktivität gebunden sein, d.h. an die Platznahme oder Förderung heissen Gesteins. Auch diese stehen grösstenteils in einem engen Zusammenhang mit Vorgängen entlang der Plattenränder, sind doch die meisten Vulkane entlang von Plattengrenzen gelegen. Ferner treten Erdbeben auch innerhalb von tektonischen Platten auf. Ihre Ursache sind entweder auch auf Spannungen an den Plattenrändern zurückzuführen, die innerhalb der Platten weitergeleitet werden und an Schwächezonen abgebaut werden, oder aber sie sind auf lokale tektonische Bewegungen zurückzuführen, die in keinem Zusammenhang mit den Relativbewegungen der Platten stehen. Bei den Erdbeben in Europa handelt es sich um Beben, welche sowohl entlang von Plattenrändern als auch innerhalb einer Platte generiert werden. Hauptursache ist die Lage Mittel- und v.a. Süd-Südosteuropas im Grenzbereich zweier tektonischer Platten, der Afrikanischen und der Eurasischen Platte (Abb. 1.1.1).

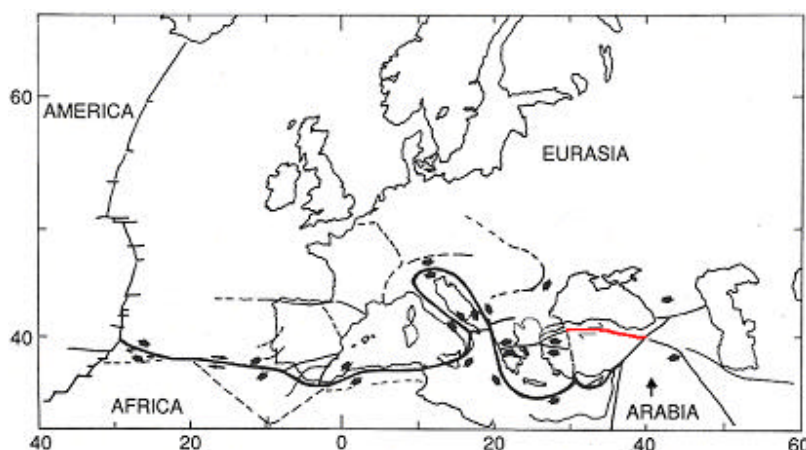


Abb. 1.1.1

Zu sehen ist der Grenzbereich zwischen der Afrikanischen und der Eurasischen Platte. Ein-gezeichnet ist ebenfalls die Nordwärtsbewegung der Arabischen Platte, die zur Bewegung an der Nord-anatolischen Verwerfung (in rot) führt (siehe auch A3) (nach Udías and Buforn, 1991).

Diese Platten kollidierten vor ca. 65 Millionen Jahren miteinander, woraus in der Folge die Alpen entstanden. Dabei schoben sich die oberen Krustenteile der Adriatischen Mikroplatte (~Italien), die ein Teil der Afrikanischen Platte ist, über die Europäische Platte, welche ihrerseits in die Tiefe gezogen, d.h. subduziert wurde (Abb. 1.1.2). Das

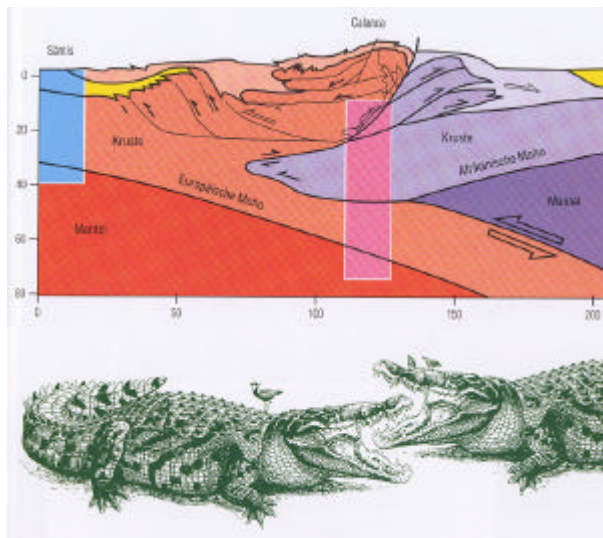


Abb. 1.1.2

Subduktionszone in den Alpen: Die Afrikanische Platte ist lila, die Eurasische rot. Beide Platten wurden horizontal in der Kruste gespalten (vgl. zwei sich ineinander verzahnende Krokodile). Der obere Teil der afrikanischen Platte wurde bis heute an vielen Orten in der Schweiz bereits abgetragen. (NFP20, 1990).

gesamte Gebiet der Schweiz wurde von dieser Gebirgsbildung erfasst. Tektonisch gesehen ist es in der Schweiz aber heute eher ruhig und es wird diskutiert, ob die Kollision in unseren Breiten noch andauert. Erdbeben, die Zeugen tektonischer Bewegungen sind, sind nur klein bis mittelgross (Abb. 1.1.3a). Dagegen weist eine mittlere bis hohe seismische Aktivität im östlichen Mittelmeer darauf hin, dass die konvergente Bewegung heute v.a. in diesen Gebieten aufgenommen wird (Abb. 1.1.3b). Auch in Italien sind Erdbeben mittlerer Stärke sowie die beiden Vulkane Ätna und Vesuv deutliche Anzeichen für tektonische Bewegungen.

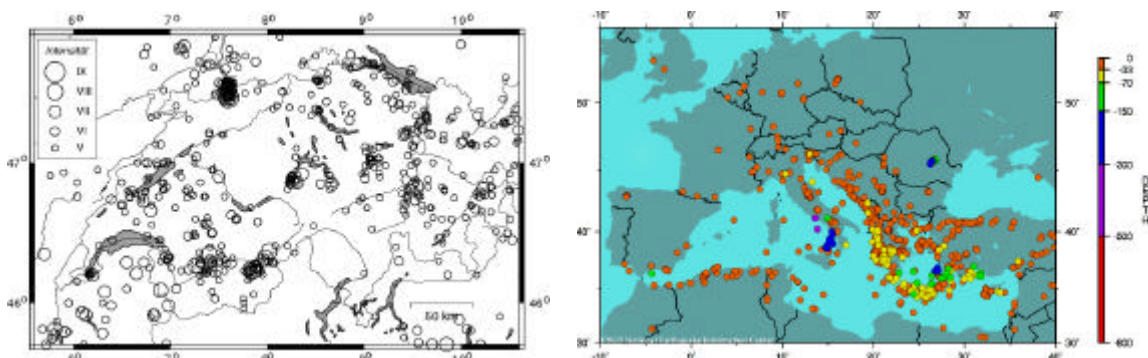


Abb. 1.1.3

a (links) Verspürte Erdbeben in der Schweiz (1356 – 1999) mit einer Intensität ≥ 5 (Schweizerischer Erdbebendienst).
b (rechts) Erdbeben in Europa mit einer Magnitude ≥ 5 von 1973 bis 2002 (USGS/NEIC-Katalog; http://www.neic.cr.usgs.gov/neis/epic/epic_rect.html)

Die Stärke eines Erdbebens kann mit der Angabe einer Magnitude oder einer Intensität beschrieben werden:

Die **Magnitude** eines Ereignisses ist eine physikalisch gemessene Grösse und gibt Auskunft über die während eines Bebens freigewordene Energie. Eine Magnitude ist ein logarithmischer Wert, d.h. zum Beispiel, dass ein Beben der Stärke 6 30x stärker ist als ein Beben der Stärke 5 und 900x stärker als ein Beben der Magnitude 4. Es gibt unterschiedliche Arten, Magnituden zu bestimmen. Sie stehen nicht direkt miteinander in Verbindung, messen aber alle auf die eine oder andere Art die Amplitude einer Bodenbewegung (Geschwindigkeit oder Beschleunigung) in unterschiedlichen Entfernungen und Frequenzbereichen. Der klassische Ansatz, eine Magnitude zu bestimmen, die sog. *lokale Magnitude*, wurde von Richter entwickelt (daher die Bezeichnung *Richterskala*). In letzter Zeit wird die Magnitude immer

öfters als Momentenmagnitude angegeben. Sie kann sowohl aus dem Seismogramm als auch aus dem Produkt der Flächen des Bruches, der auf dem Bruch stattgefundenen Bewegung und der Steifheit des Gesteins gewonnen werden. Spürbar sind Beben ab einer Stärke von ungefähr 3; gesteinsmechanisch gesehen erwartet man keine Beben die grösser als 9.5 sind.

Die **Intensität** beschreibt die Schwere eines Bebens basierend auf dem Ausmass der Zerstörung (Strukturen, Landschaft) und der subjektiven Wahrnehmung des Beobachters. Die Zahlen zwischen I (Beben nicht verspürt) und XII (totale Zerstörung) auf der modifizierten Mercalli Skala (MSK) sind daher keine instrumentell gemessenen Werte. Die Intensität eines Bebens ist ortsabhängig und wird bestimmt durch seine Magnitude, der Distanz zum Erdbebenherd und der Geologie. Magnitude und Intensität sind nicht 1:1 korrelierbar.

A2 Situation in der Schweiz

Die Schweiz weist eine kleine bis mittlere seismische Aktivität auf. Die Gebiete mit der höchsten Aktivität sind der Rheingraben bei Basel, das Wallis, Graubünden, der St. Galler Rheingraben und die Zentralschweiz. Das stärkste schweizer Beben, das seit der Installation eines flächendeckenden instrumentellen Netzwerkes beim Schweizerischen Erdbebendienst (SED) an der ETH Mitte der 70er Jahre aufgezeichnet wurde, lag bei Vaz in Graubünden (1991) und hatte eine Magnitude von 5.0. Im grenznahen Ausland war das stärkste Beben das von Ancey (1996) mit einer Magnitude von 5.2. Historisch gesehen trat das stärkste Beben bei Basel im Jahre 1356 auf und hatte eine Intensität von IX. Berechnungen über die Magnitude des Basler Bebens variieren zwischen 6.2 und 6.9. Aktive Brüche werden an der Oberfläche nicht beobachtet, es gibt jedoch Anzeichen für ausgedehnte, aktive Brüche in der Tiefe (z.B. Nordwallis (Maurer et al., 1997), Fribourg (Kastrup, 2002) und Martigny (Deichmann et al., 2002)). Ferner ist der Rheingraben ein altes Bruchsystem, in dessen Gebiet auch heute noch Erdbeben auftreten. So wird z.B. vermutet, dass das Basler Beben mit diesem in Verbindung steht (Verwerfung von Reinach; Meghraoui et al., 2001).

A3 Übriges Europa

Aus bereits oben erwähnten Gründen ist in erster Linie der Mittelmeerraum seismisch aktiv. Hier sind v.a. die Türkei und Griechenland (Anatolien, Ägäis) sowie Italien und der Balkan zu nennen (Zusammenfassung teilweise aus Deichmann, 2000):

Türkei: Die Türkei wird von einer Nordwärtsbewegung Arabiens beeinflusst, die eine Westwärtsdrücken des Anatolischen Krustenblocks bewirkt. Diese Bewegung findet an der Nordanatolischen Verwerfung statt und wird immer wieder von zerstörerischen Erdbeben begleitet. Das stärkste Beben der letzten Jahre ereignete sich im August 1999

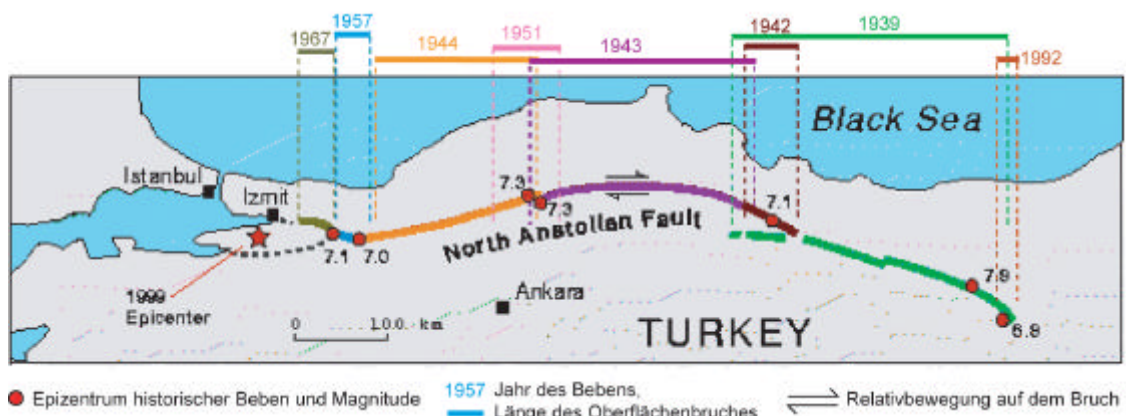


Abb. 1.1.4

Nordanatolische Verwerfung mit den grössten Beben zwischen 1939 und 1999. Das Izmit-Beben liegt in der westlichen Fortsetzung der in dem dargestellten Zeitraum aktiven Abschnitte der Verwerfung (nach: USGS, 1999; http://quake.wr.usgs.gov/research/geology/turkey/images/turkey_loc.gif).

in Izmit und hatte eine Magnitude von $M_w=7.4$. Untersuchungen von Beben aus dem letzten Jahrhundert zeigen, dass dieses Beben die westliche Fortsetzung von einer Reihe von Erdbeben entlang der Verwerfung bildet. Die Ausdehnung der grössten Beben entlang dieser Verwerfung zwischen 1938 bis 1999 ist auf Abb.1.1.4 dargestellt. Doch auch bereits in historischer Zeit gab es zerstörerische Ereignisse in diesem Gebiet, wie ein Bericht von Ammianus Marcellinus aus dem 4. Jh. belegt (s. Ref. sowie <http://quake.wr.usgs.gov/research/geology/turkey/images/historic.jpeg>).

Griechenland:

Das Spannungsfeld, dass die Erdbeben in der Ägäis hervorruft, ist zum einen beeinflusst von der o.e. Westwärtsbewegung des Anatolischen Blocks, zum anderen von der Nordostwärtsbewegung dieses Teils des Mittelmeers, welche in Verbindung mit der unter A1 beschriebenen Nordwärtsbewegung der Afrikanischen Platte steht. Die Charakteristika der Erdbeben deuten daraufhin, dass hier das „Mittelmeer“ nach NE subduziert wird. Die Erdbeben in den übrigen Gebieten Griechenlands sowie im SW Anatoliens werden zwar entlang anderer Strukturen gebildet, stehen aber dennoch im Zusammenhang mit den hier genannten Hauptbewegungen dieser Region.

Italien: Die Seismizität im Gebiet Sizilien/Kalabrien ist ebenfalls durch eine Subduktion bestimmt (das „Ionische Meer“ wird nach Westen unter das „Tyrrhenische Meer“ subduziert). Erdbeben wie das von Messina 1908 (Hauptbeben: I (MSK) = XI ($M \sim 7.5$), drei Nachbeben mit I = VIII), welches von einem Tsunami gefolgt wurde und zwischen 60 000 – 100 000 Tote forderte, legen deutlich Zeugnis über die seismische Gefährdung in Süditalien ab. Der Apennin ist ebenfalls durch eine Kollision zweier Mikroplatten entstanden, ist heute jedoch weitestgehend durch Extensionserdbeben gekennzeichnet. Dieser Prozess zeigte sich z.B. deutlich während der Serie von Erdbeben in Umbrien/Marche in 1997, während der die drei stärksten Beben eine Magnitude von $M_w = 5.7$ erreichten. Das Beben von Friaul ($M_L = 6.4$) ist ein weiterer Ausdruck tektonischer Aktivität in Norditalien.

B Szenarien (Historische Beben)

B1 Kleines bis mittleres Ereignis (Schweiz)

Am 10. 9. 1774 ereignete sich bei Altdorf im Kanton Uri ein Erdbeben mit der Intensität VIII ($M_w=5.9$)

„Aus Uri in der Schweiz hört man die allerfurchtbarsten Berichte von entsetzlichen Erderschütterungen, welche vom 10^{ten} bis zum 18^{ten} passati alle Tage mit den heftigsten Stössen verspührt wurde; worunter die gräulichste Bewegung den 10^{ten} passati abends um 4 Uhr war. Die steinernen Gebäude litten dabei ungemainen Schaden. Auch im flachen Altdorf sind zwey Gebäude völlig eingestürzt; mehrere andern aber zerspalten und gesprengt. Zu Sisiken und Flüelen nächst an der See ist ein ganz Stück Land von der See verschluckt worden. So ist nicht auszusprechen, wie erschrecklich des 10^{ten} passati das Brüllen und Toben in den Gebürgen war.“ (Hirschgartner, A. Hans Jacob, 1774).

B2 Grosses Ereignis (Europa – Türkei)

Das unter A.3 erwähnte Erdbeben von Izmit vom 17.08.1999 hatte nach offiziellen türkischen Angaben über 17'127 Tote zur Folge, 43'953 Verletzte, 250'000 Obdachlose, 214'000 zerstörte Wohnhäuser sowie 30'000 zerstörte Geschäfte. Der Gesamtschaden wird mit 12 Mia. US\$ (17.8 Mia. SFr) angegeben (Münchener Rück, 2000). Weitere detaillierte Informationen über Schäden können gefunden werde unter: <http://www.ege.com/revamp/turkey2.htm>



Abb.1.1.5
 Eingestürztes Wohnhaus nach dem Erdbeben in Izmit / Türkei, 17.08.1999, $M_w=7.4$, (USGS NEIC; http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/99_EVEN_TS/990817000138/)

C Statistik, Eintretenswahrscheinlichkeit

In der Schweiz ist im Mittel alle 1000 Jahre mit einem Erdbeben der Magnitude ~ 6.5 (Gutenberg-Richter) zu rechnen (Abb.1.1.6; D. Giardini, SED, mündl. Mitt., 2002). Für Südosteuropa erwartet man im Mittel alle 100 Jahre ein Beben mit der Magnitude 7 (Jenny et al., 2002).

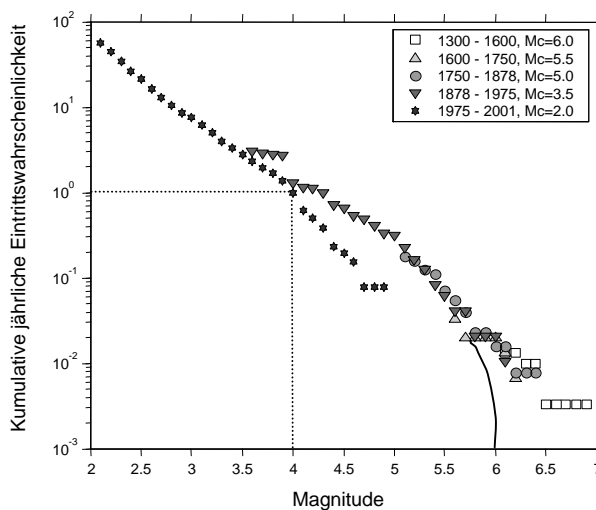


Abb. 1.1.6
 Kumulative Häufigkeit (normalisiert auf ein Jahr) in Abhängigkeit der Magnitude für Erdbeben in der Schweiz (nach St. Wiemer, SED, mündl. Mitt., 2002). Der Graph ist in unterschiedliche Zeitperioden aufgeteilt: Bei den Beben seit 1975 handelt es sich um instrumentell aufgezeichnete Ereignisse, diejenigen vor 1975 sind bis auf wenige Ausnahmen nur durch andere Aufzeichnungen bekannt (sog. *Historische Erdbeben*). Beispiel: Die jährliche Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Bebens der Magnitude 4.0 ist 1, d.h. im Schnitt gibt es ein Beben der Magnitude 4 pro Jahr (gestrichelte Linie).

D Zu erwartende Schäden in der Schweiz

Die zu erwartenden Schäden eines Erdbebens können nur grob geschätzt werden, da zu viele Einflussparameter dabei eine Rolle spielen (Geologie, Besiedlungsdichte, Art und Konstruktion der Gebäude, etc.). Tabelle 1.1.1 gibt einen Überblick über die zu erwartenden Erschütterungsschäden an Gebäuden, würde ein historisches Beben heute wieder auftreten. Unberücksichtigt sind andere Sachschäden sowie Sekundär- und Folgeschäden (Gefährdung von Menschen, Freisetzung gefährlicher Stoffe, Betriebsunterbrüche etc.), welche kaum quantifizierbar sind und deshalb hier nicht aufgeführt sind (Schaad, 1988). Im Bericht „Gefährdungsannahmen für den Bevölkerungsschutz“ wird dennoch ein solches Szenario für Basel durchgespielt, bei dem auch letztgenannte Schäden berücksichtigt werden (Ernst Basler + Partner, 2000).

Jahr	Ereignis	Max. Magnitude* Int.	Bruttoschäden	
			Szen. A	Szen. B
1356	Basel	IX 6.2-6.9	47 130	13 390
1601	Nidwalden	VIII 6.2	8 950	760
1774	Altdorf	VIII 5.9	3 100	450
1881	Bern	VII 5	1250	280
1946	Rawil	VIII 6.1	1900	430
1999	Izmit (Türkei)	7.4	17 800 **	

Tab. 1.1.1
Ereignisschäden an Gebäuden in Millionen Franken (Zahlen über 100 Mio. auf Zehnerstelle gerundet). Bruttoschäden: Totale Schadenssumme in allen Kantonen; Szenario A: Konservative Einschätzung der Ausgangsdaten; Szenario B: Optimistische Einschätzung der Ausgangsdaten (nach Schaad, 1988). *Die Magnituden der schweizer Beben sind dem Erdbebenkatalog des SED entnommen: <http://histserver.ethz.ch/>
**Gesamtschäden Izmit: Münchener Rück (2000)

E Gefährdung, Risiko und Warnzeiten

E1 Gefährdung und Risiko

Die grösste Gefährdung auf dem europäischen Kontinent wird, wie bereits o.e., für Südosteuropa angenommen. Auf Abb.1.1.7a sind diese Gebiete dunkelrot eingezeichnet. Innerhalb der Schweiz sind das Wallis, Graubünden und die Region Basel die Gebiete mit der höchsten Gefährdung (in dunkelbraun; Abb. 1.1.7b).

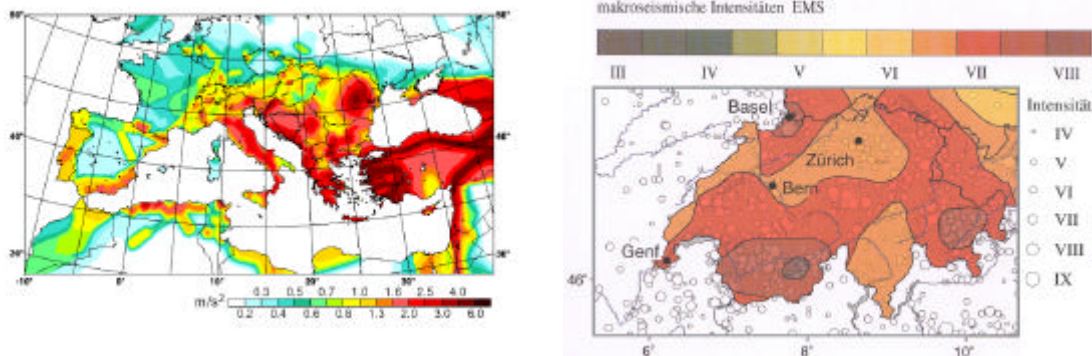


Abb. 1.1.7
a (links) Erdbebengefährdung für das Mittelmeergebiet in Form maximaler horizontaler Bodenbeschleunigung für eine Nichtüberschreitenswahrscheinlichkeit von 10% in 50 Jahren (Projekt: SESAME, 1999); d.h., dass in 50 Jahren eine Wahrscheinlichkeit von 10% besteht, dass die aufgeführte Maximalbeschleunigung an dieser Stelle überschritten wird.
b (rechts) Erdbebengefährdung für die Schweiz in Form berechneter Intensitätswerte für eine Nichtüberschreitenswahrscheinlichkeit von 90% in 50 Jahren (Ausschnitt aus: Erdbebengefährdung für die D-A-CH Staaten, 1998).

Das Risiko ergibt sich nun aus einer Verknüpfung von Eintretenswahrscheinlichkeit und Schadensausmass. Die Kosten für einige Schadensbeben in der Schweiz sowie des Izmit-Bebens können Tabelle 1.1.1 entnommen werden. Die ungefähre Eintretenswahrscheinlichkeit eines Bebens einer bestimmten Magnitude für beide Regionen ist unter 'C' beschrieben. Betrachtet man nun beide Komponenten gemeinsam, so zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit für ein Magnitude 7 Beben in Südosteuropa zwar 10x grösser ist als ein Beben der Magnitude 6.5 in der Schweiz (alle 1000 Jahre). Aus den Bruttoschäden geht jedoch hervor, dass selbst ein Beben (Basel, 1356), das ca. 30 mal schwächer war als das Izmit-Beben, heute in der Schweiz einen ganz ähnlichen, wenn nicht sogar noch grösseren Schaden anrichten könnte. D.h. trotz

einer geringeren Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines starken Bebens in der Schweiz, kann das Schadensausmass für den Fall, das ein solches Ereignis doch eintritt, beträchtlich sein.

E2 Warnzeiten

Eine verlässliche kurzfristige Vorhersage von Erbeben ist derzeit nicht möglich. In manchen Regionen mit sehr hohem Risiko, wie z.B. Japan, gibt es jedoch Alarmsysteme, die während eines Erdbebens aktiviert werden. Diese schicken, falls irgendwo im Land eine grenzwertige Bodenbeschleunigung gemessen wird, eine elektronische Meldung an kritische Infrastrukturen, welche dort zu einem automatischen Abschalten des Systems oder einem Herunterfahren auf ein Notsystem führen. Dies ist deshalb möglich, weil die Ausbreitung der Erdbebenwellen langsamer ist als die elektrischer Impulse, und folglich die Systeme bereits abgeschaltet sind, bevor die Erdbebenwellen eintreffen.

F Interdependenzen

Die Interdependenzen zwischen den einzelnen Risiken werden im Rahmen nationaler Expertenworkshops erarbeitet.

G Folgerungen

G1 Schweiz

Die Gefahr eines grösseren Erbebens in der Schweiz kann als relativ gering eingestuft werden. Da das potentielle Schadensausmass jedoch sowohl finanziell als auch geographisch sehr gross sein kann, müssen für den Fall des Eintretens eines solchen Ereignisses und in seinem Vorfeld zur Herabsetzung der Verwundbarkeit Massnahmen getroffen werden. Das *Bundesamt für Wasser und Geologie* arbeitet im Auftrag der PLANAT (Nationale Plattform Naturgefahren) an einer Studie *Erdbeben*, um Empfehlungen vorzulegen und diese auf Durchführbarkeit, Akzeptanz und Kostenwirksamkeit zu prüfen. Das Massnahmenkonzept umfasst derzeit 18 aufeinander abgestimmte Massnahmen. Hier sind u.a. zu nennen: Erdbebensicheres Bauen sowie Sanierung bereits bestehender Bauten und Anlagen; dies muss in verstärktem Masse kritische Infrastrukturen betreffen, um Lifelines zu sichern, aber auch zum Schutz von Kulturgütern. Ferner die Ausbildung von Fachleuten im Bereich der Erdbebensicherheit, Schaffung von erdbebengerechten Einsatzkonzepten und Ausbildung der Einsatzdienste auf kantonaler und Gemeindeebene, Verstärkung der Massnahmen beim Bevölkerungsschutz sowie Informationsveranstaltungen zur Erdbebensensibilisierung der Öffentlichkeit und der Verwaltung (Götz und Lateltin, 2000).

G2 Europa

Ein grosses Erbeben ($M_t \geq 7$) in Süd- oder Südosteuropa im Verlaufe des 21. Jahrhunderts ist wahrscheinlich. Die Schweiz müsste in der Lage sein, nachbarschaftliche Hilfe bei Bergungsarbeiten und Wiederaufbau zu leisten.

H Rechtsgrundlagen und Zuständigkeiten

Rechtsgrundlagen	Zuständigkeit			
	Bund	Kanton	Gemeinde	div
LGvH (SR 172.212.24)	x			
Art5 ff: Forschung/Information/Beratung				
Art16 : Beurteilung geologischer Risiken				
BG über die SMA(SR 429.1) Art.2: Beobachtung	x			
USG (SR 814.01) Art 10: Katastrophenschutz, Koordination, Mitteilung	x			
RPG(SR700) Art.1 ff: Gefahren(raum)planung	x	x	x	
SIA -Norm 160 (Einwirkungen auf Tragwerke) : Ziff.4 19 1 ff				BH
BMG (SR 520.2) Art 1 ff: Baupflicht für Bevölkerungsschutz			x	BH
• GSchG (SR84.20) Art. 40: Absenkung Stauanlage		x		
• VAG (SR 961.01) Art. 38a: Aufsicht über Versicherer	x			V

BH = Bauherr; V = Versicherung

I Referenzen

- D-A-CH, Einheitliche Erdbebengefährdungskarte für Deutschland, Österreich und die Schweiz, Grünthal, G., und Mayer-Rosa, D., Schweizerischer Pool für Erdbebendeckung, 1998
- Deichmann, N., [Erdbeben und Plattentektonik: vom globalen zum Schweizer Massstab](#) (engl.), Beitrag zum *Nachdiplomskurs in angewandten Erdwissenschaften*, Naturgefahren – Erdbebenrisiko, 15.-19.5.2000, ETH Zürich und Volkshochschule Tiengen, 2000
- Deichmann, N., Baer, M., Braunmiller, J., Ballarin Dolfin, D., Bay, F., Bernardi, F., Delouis, B., Faeh, D., Gerstenberger, M., Giardini, D., Huber, S., Kradofer, U., Maraini, S., Oprsal, I., Schibler, R., Schler, T., Sellami, S., Steimen, S., Wiemer, S., Woessner, J., Wyss, A., Earthquakes in Switzerland and surrounding regions during 2001, *Eclogae Geol. Helv.* 95/2, im Druck, 2002
- Ernst Basler + Partner, Gefährdungsannahmen für den Bevölkerungsschutz, Interner Bericht, 2000
- Götz, A. und Lateltin, O., [Aussichten der Erdbebenverbeugung und Schadenminderung in der Schweiz](#), Beitrag zum *Nachdiplomskurs in angewandten Erdwissenschaften*, Naturgefahren – Erdbebenrisiko, 15.-19.5.2000, ETH Zürich und Volkshochschule Tiengen, 2000
- Hirschgartner, A Hans. Jacob, Informator, 7. 10. 1774, ZBZ HS- Abteilung S 633, Nova Turici collecta A
- Jenny, S., Goes, S., Giardini, D., Kahle, H.-G., Determination of earthquake recurrence parameters from seismic and geodetic rates in the eastern Mediterranean, eingereicht beim *Geophys. J. Int.*, 2002
- Kastrup, U., Seismotectonics and Stress Field Variations in Switzerland, Dissertation ETH Zürich, 2002
- Maurer, H.R., Burckhard, M., Deichmann, N., Green, A.G., Active tectonism in the Central Alps; contrasting stress regimes north and south of the Rhone Valley. *Terra Nova*, 9; 2, 91-94, 1997.
- Marcellinus Ammianus (17.7.1-8), 4.Jhdt, englische Übersetzung: Guidoboni et al., 1994; Anhang zu einem archaeseismologischen Artikel über ein Erdbeben auf Kreta um 365AD, eingereicht beim *Journal of Seismology*, Special Issue (Editor: M. Meghraoui)
- Meghraoui, M., Delouis, B., Ferry, M., Giardini, D., Huggenberger, P., Spottke, I., Granet, M., Active Normal Faulting in the Upper Rhine Graben and Paleoseismic Identification of the 1356 Basel Earthquake, *Science*, 293: 2070-2073, 2001
- Münchener Rück, Münchener Rück topics 2000, http://www.munichre.com/pdf/topics_2000_a5.pdf, 2000
- NFP 20, Nationales Forschungsprogramm Geologische Tiefenstruktur, Prospekt: Echo aus dem Untergrund *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* http://www.ct.ingv.it/ita/vulter/terr_stor_intro.htm#1908
- Schaad, W., Erdbebenszenarien Schweiz, Schweizerischer Pool für Erdbebenversicherung, Schweizer Rück, 1988
- Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich; (<http://seismo.ethz.ch>); Erdbebenkatalog: <http://histserver.ethz.ch/>
- SESAME, Seismotectonic and Seismic Hazard Assessment of the Mediterranean Basin, International Geological Correlation Program n.382, Annual report 1999, 1999
- Udias and Buforn, PAGEOPH, 136, 432-448, 1991
- USGS USGS/NEIC-Katalog; http://wwwneic.cr.usgs.gov/neis/epic/epic_rect.html);
USGS Earthquake Hazard Program:
([Dictionary of Earthquake Terms: http://earthquake.usgs.gov/4kids/eqterms.html](http://earthquake.usgs.gov/4kids/eqterms.html));
<http://earthquake.usgs.gov/faq/plates.html#1>; <http://pasadena.wr.usgs.gov/ABC/pm.html>);
http://neic.usgs.gov/neis/general/handouts/magnitude_intensity.html);
http://quake.wr.usgs.gov/research/geology/turkey/images/turkey_loc.gif,
http://neic.usgs.gov/neis/bulletin/99_EVENTS/990817000138/, <http://earthquake.usgs.gov/faq/11>;