

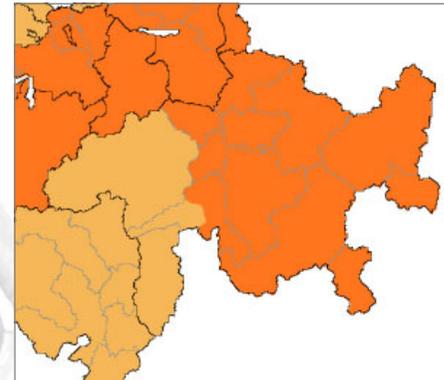
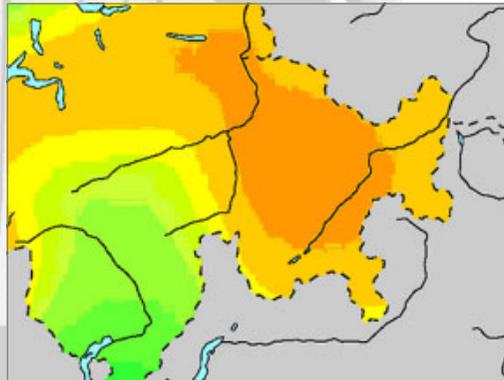
Die Erdbebengefährdung im Kanton Graubünden



Donat Fäh, Domenico Giardini,
Schweizerischer Erdbebendienst,
ETH-Zürich

Thomas Wenk,
Wenk Erdbebeningenieurwesen
und Baudynamik GmbH, Zürich

Markus Weidmann,
Büro für Erdwissenschaftliche
Öffentlichkeitsarbeit, Chur



Faktenblatt zum Thema «Erdbeben in Graubünden»
der Gebäudeversicherung des Kantons Graubünden
Zweite überarbeitete Ausgabe / März 2004

Die Erdbebengefährdung in Graubünden

Die Erdbebengefährdung gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein Erdbeben einer bestimmten Auswirkung innerhalb eines gewissen Zeitraumes in einem gewissen Gebiet auftritt.

Erdbebengefährdung in Graubünden: gering bis mittel

Im weltweiten Vergleich ist die Erdbebengefährdung in Graubünden gering bis mittel.

In Europa sind die weitaus aktivsten Erdbebenländer (mit entsprechend grosser Erdbebengefährdung) Italien, Griechenland und die Türkei.

Im Vergleich zu diesen Ländern ist die Erdbebenaktivität im gesamten Alpengebiet (und damit auch in Graubünden) eher gering.

Gegenüber anderen Ländern nördlich der Alpen (Frankreich, Deutschland, Belgien, usw.) ist die Erdbebengefährdung in Graubünden generell höher.

Gemäss dem Schweizerischen Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich muss in der Schweiz mit folgender durchschnittlicher Erdbebenhäufigkeit gerechnet werden:

- mehr als 10'000 Beben in hundert Jahren mit Magnitude kleiner 3 (maximale Intensität II-III; siehe Seite 6).

Das heisst: Das hochempfindliche Messnetz des SED registriert ein bis zwei Beben pro Tag, von denen aber nur die wenigsten gespürt werden.

- 1'000 Beben in hundert Jahren mit Magnitude 3 (maximale Intensität IV).

Das heisst: In der Schweiz ereignen sich im Schnitt etwa zehn Erdbeben pro Jahr, welche leicht bis deutlich verspürt werden.

- 100 Beben in hundert Jahren mit Magnitude 4 (maximale Intensität V-VI).

Das heisst: In der Schweiz ist im Schnitt einmal pro Jahr mit einem erschreckenden Erdbeben zu rechnen, bei dem jedoch kaum Schäden zu erwarten sind.

- 10 Beben in hundert Jahren mit Magnitude 5 (maximale Intensität VII).

Das heisst: In der Schweiz ist im Schnitt etwa alle zehn Jahre mit einem Erdbeben der Magnitude 5 zu rechnen, einem Beben, bei dem Schäden zu erwarten sind. Beispiel: Vaz GR, November 1991.

- 1 Beben in hundert Jahren mit Magnitude 6 (maximale Intensität VIII).

Das heisst: In der Schweiz ist einmal in hundert Jahren mit einem Beben zu rechnen, welches zu mittleren bis schweren Schäden führt. Beispiel: Wallis, 1855 und 1946.

Das stärkstmögliche Erdbeben

Gemäss dem Schweizerischen Erdbebendienst sind in der Schweiz nicht beliebig starke Erdbeben möglich; so ist kaum zu erwarten, dass sich je ein Erdbeben mit Magnitude 9 ereignet.

Bezüglich starken und sehr starken Beben in der Schweiz gelten folgende Erkenntnisse als gesichert:

- Das Beben von Basel 1356 (Intensität IX; Magnitude 6,5 bis 7) war das stärkste Erdbeben, welches sich in der Schweiz in den letzten tausend Jahren ereignet hat. Ein solches Beben kann sich in der Region Basel jederzeit wiederholen.

- Ein Beben dieser Stärke kann – mit anderer Auftretenswahrscheinlichkeit – auch an anderen Orten in der Schweiz auftreten.

- In der Schweiz sind theoretisch auch noch stärkere Beben als das Basler Beben von 1356 möglich – jedoch mit entsprechend geringerer Auftretenswahrscheinlichkeit.

Das Erdbeben von Churwalden von 1295 ist mit einer geschätzten Magnitude 6,5 und Intensität VIII das stärkste bekannte Erdbeben, welches sich in den letzten tausend Jahren in Graubünden ereignete.

Man weiss jedoch nicht, mit welcher Wahrscheinlichkeit dies wieder auftritt.

Die neue Erdbeben-gefährdungskarte der Schweiz

Die neue Erdbeben-Gefährdungskarte des Schweizerischen Erdbebendienstes finden Sie im Internet unter http://www.earthquake.ethz.ch/research/Swiss_Hazard/index_DE

Im Jahr 2003 hat der Schweizerische Erdbebendienst an der ETH Zürich die neue Erdbeben-gefährdungskarte der Schweiz publiziert.

Diese Karte gibt an, welche maximale Bodenbeschleunigung (in cm/s^2) bei einem Erdbeben im Durchschnitt einmal in 500 Jahren erreicht oder überschritten wird (so genanntes «500-jähriges Beben»).

Grundsätzlich gilt: Je stärker die maximale Bodenbeschleunigung in einem gewissen Gebiet, desto grösser sind auch die Auswirkungen.

Zwei wichtige Faktoren müssen jedoch noch berücksichtigt werden:

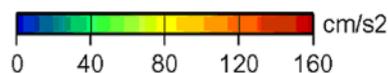
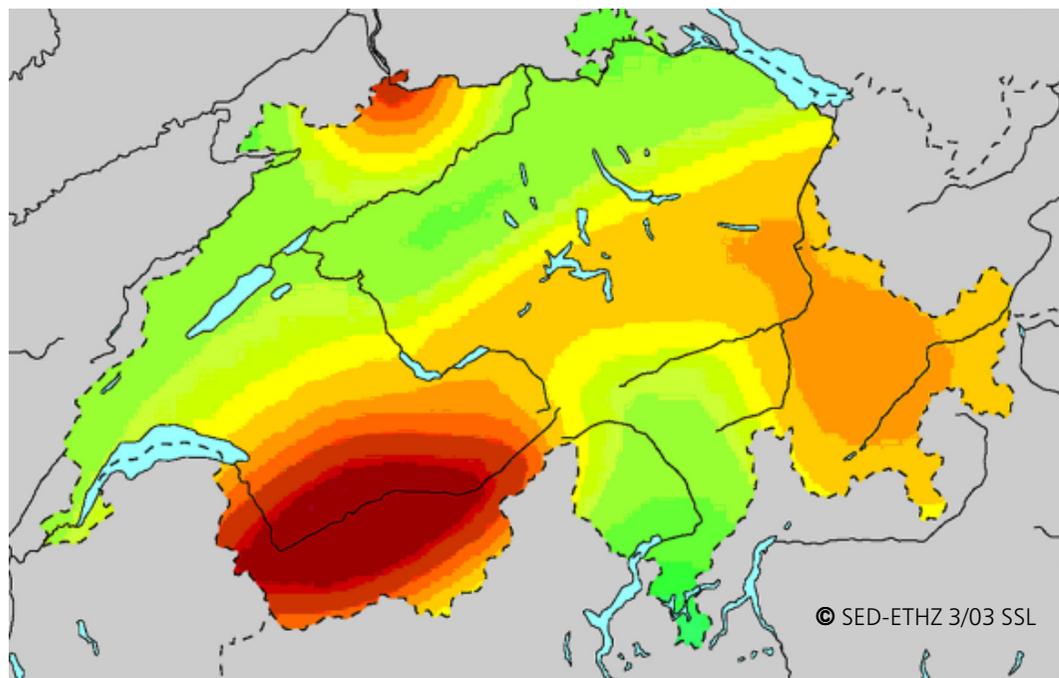
- Erdbebenverhalten des Untergrundes. Nicht jeder Untergrund verhält sich bei einem Erdbeben gleich; so tendiert beispielsweise Untergrund mit schlechtem Erdbebenverhalten (weicher Boden) dazu, die Bodenbewegungen zu verstärken.

Dementsprechend gilt ganz generell: je schlechter das Erdbebenverhalten des Untergrundes am Standort eines Bauwerks, desto grösser sind die Auswirkungen.

Aus diesem Grund gilt die neue Erdbeben-Gefährdungskarte nur für eine bestimmte Art von Untergrund, die sogenannte Baugrundklasse A (Fels). Für andere Baugrundverhältnisse finden sich in der Baunorm SIA 261 Umrechnungsfaktoren.

- Erdbebensicherheit der Bauwerke. Nicht jedes Bauwerk verhält sich bei einem Erdbeben gleich; so verhält sich ein nach modernen Baunormen konstruiertes Bauwerk wesentlich besser als ein älteres Bauwerk, das ohne Beachtung von Normen für erdbebensicheres Bauen erstellt worden ist.

Dementsprechend gilt ganz generell: je schlechter die Erdbebensicherheit eines Bauwerks, desto grösser sind die Auswirkungen.



Maximale Bodenbeschleunigung für Baugrundklasse A (Fels) nach der SIA-Baunorm 261 für ein 500-jähriges Erdbeben. Gemäss dieser Karte ist beispielsweise in Chur bei einem Beben, welches sich im Durchschnitt einmal in 500 Jahren ereignet, für Bauwerke auf Baugrund der Klasse A mit Bodenbeschleunigungen von 90 bis 100 cm/s^2 zu rechnen. Im Vergleich dazu muss beim 500-jährigen Beben in Zürich und Bern nur mit etwa 60 cm/s^2 gerechnet werden, im Zentral-Wallis jedoch mit rund 160 cm/s^2 .
Quelle: Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich

Die neue Erdbebenzonenkarte der Schweiz

Durch Zusammenfassen und Vereinfachen der neuen Erdbebengefährdungskarte der Schweiz (siehe vorhergehende Seite) haben Erdbeben-Ingenieure eine neue Fassung der sogenannten «Erdbeben-Zonenkarte der Schweiz» erstellt.

Diese Zonenkarte wird primär in Zusammenhang mit der Anwendung von Baunormen (erdbebensicheres Bauen) verwendet. Sie unterteilt die Schweiz in vier Erdbebenzonen.

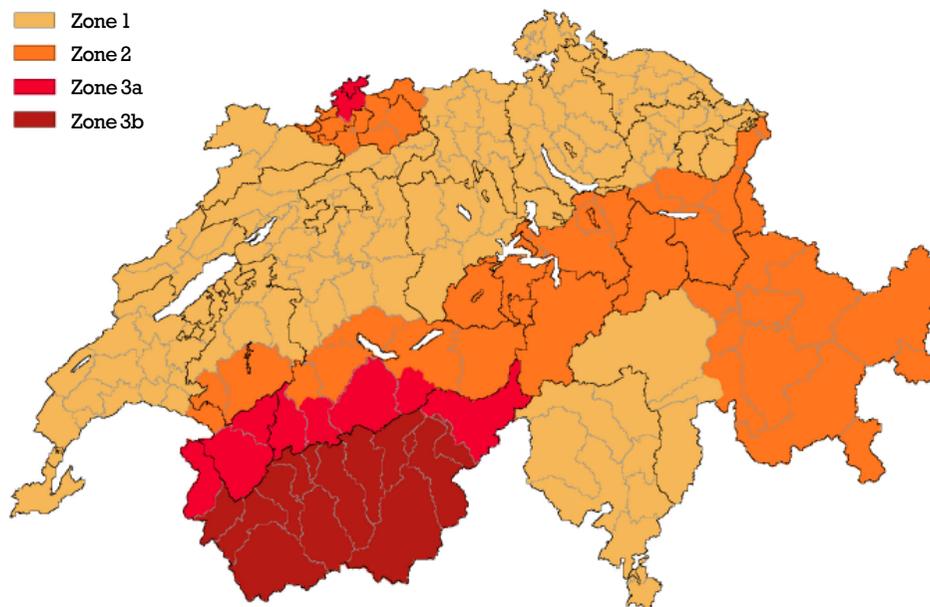
Die Karte bezieht sich auf ein Beben, welches sich im Durchschnitt einmal in 500 Jahren erreicht oder überschritten wird (so genanntes «500-jähriges Beben»).

Im Zusammenhang mit erdbebensicherem Bauen wird dieses Beben als «Bemessungsbeben» für gewöhnliche Gebäude (sogenannte «Bauwerksklasse I») bezeichnet.

Weil die Erdbebengefährdung nicht in allen Teilen der Schweiz gleich gross ist, ist auch die Stärke dieses 500-jährigen Bebens nicht überall gleich gross.

So ist das 500-jährige Erdbeben in erdbebengefährdeteren Gebieten (zB Wallis mit Intensität VIII-IX) stärker als in weniger erdbebengefährdeten (zB Mittelland mit Intensität VI-VII; Erläuterung der Intensitätsangaben: siehe Seite 6).

Die Beschleunigungswerte dieser Zonenkarte beziehen sich auf Untergrund mit relativ günstigem Verhalten bei Erdbeben (Baugrundklasse A: Fels). Für andere Baugrundverhältnisse müssen diese Beschleunigungswerte entsprechend den Angaben in der Norm SIA 261 erhöht werden. Wo der Untergrund ein ungünstiges Erdbebenverhalten (Kies, Sand, Silt oder Ton) aufweist, gelten erhöhte Anforderungen in den Baunormen. Umgekehrt ist dort bei nicht erdbebensicheren Bauwerken mit grösseren Schäden zu rechnen.



Erdbebenzonenkarte der Schweiz mit den vier Erdbebenzonen Z1, Z2, Z3a und Z3b (Kantons- und Landesgrenzen schwarz; Bezirksgrenzen grau). Diese Karte gibt an, mit welchen Bodenbeschleunigungen bzw. Auswirkungen beim fünfhundertjährigen Beben zu rechnen ist.

Gemäss dieser Karte ist beispielsweise in Chur mit Auswirkungen der Intensität VII bis VIII (siehe Tabelle auf Seite 6) zu rechnen. Im Vergleich dazu muss in Zürich und Bern nur mit Auswirkungen der Intensität VI bis VII gerechnet werden, im Wallis jedoch mit Auswirkungen der Intensität VIII bis IX.

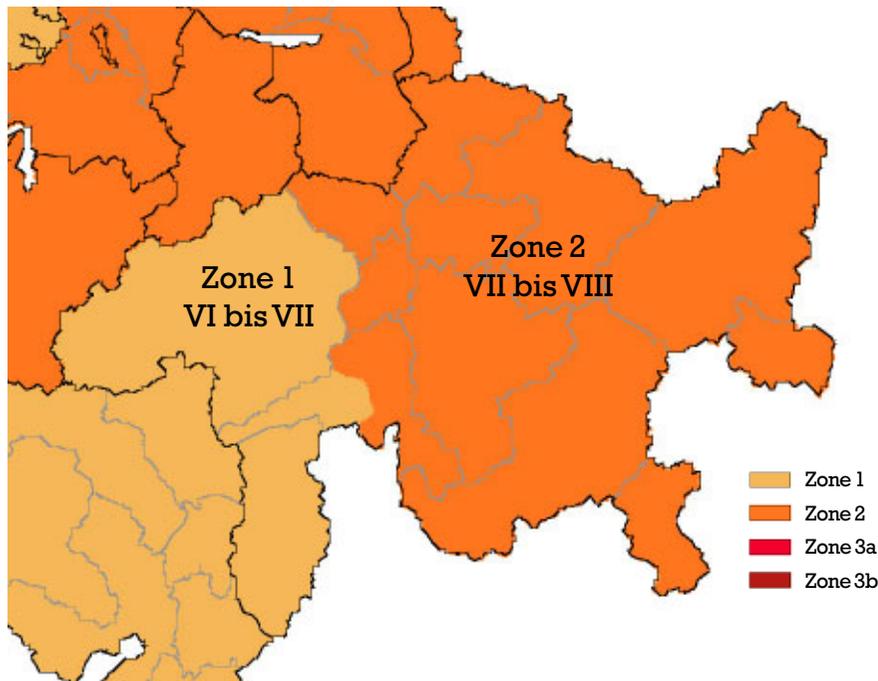
Zone 1. In der Zone 1 erreicht das fünfhundertjährige Beben eine maximale horizontale Bodenbeschleunigung von etwa $0,6 \text{ m/s}^2$; dies entspricht einer maximalen Intensität VI bis VII (VI-VII).

Zone 2. In der Zone 2 erreicht das fünfhundertjährige Beben eine maximale horizontale Bodenbeschleunigung von rund 1 m/s^2 ; dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität VII-VIII.

Zone 3a. In der Zone 3a erreicht das fünfhundertjährige Beben eine maximale horizontale Bodenbeschleunigung von etwa $1,3 \text{ m/s}^2$; auch dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität VII-VIII.

Zone 3b. In Zone 3b (grösste Erdbebengefährdung in der Schweiz) erreicht das fünfhundertjährige Beben eine maximale horizontale Bodenbeschleunigung von etwa $1,6 \text{ m/s}^2$; dies entspricht in etwa einer maximalen Intensität VIII-IX.

Der Kanton Graubünden in der neuen Erdbebenzonenkarte der Schweiz



Zone 1

In der Zone 1 liegt der **westliche Teil des Kantons Graubünden**.
In dieser Zone erreicht das fünfhundertjährige Beben maximale Auswirkungen der Intensität VI bis VII.

Konkret gehören folgende Kreise in die Zone 1:

Bezirk Surselva:
Kreise Disentis • Ilanz • Lumnezia/Lugnez • Ruis • Safien

Bezirk Hinterrhein:
Kreis Rheinwald

Bezirk Moesa:
Kreise Calanca • Misox • Roveredo

Zone 2

Zur Zone 2 gehört der **zentrale und östliche Bereich Graubündens**.

In dieser Zone erreicht das fünfhundertjährige Beben eine maximale Intensität VII bis VIII.

Konkret gehören folgende Kreise in die Zone 2:

Bezirk Albula:
Kreise Alvaschein • Belfort • Bergün • Surses

Bezirk Bernina:
Kreise Brusio • Poschiavo

Bezirk Hinterrhein:
Kreise Avers • Domleschg • Schams • Thusis

Bezirk Imboden:
Kreise Rhäzüns • Trins

Bezirk Inn:
Kreise Ramosch • Suot Tasna • Sur Tasna • Val Müstair

Bezirk Landquart:
Kreise Fünf Dörfer • Maienfeld

Bezirk Maloja:
Kreise Bergell • Oberengadin

Bezirk Plessur:
Kreise Chur • Churwalden • Schanfigg

Bezirk Prättigau-Davos:
Kreise Davos • Jenaz • Klosters • Küblis • Luzein • Schiers • Seewis

Intensität VI bedeutet: leichte Gebäudeschäden.

Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. • 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. Das Erdbeben von Vaz, 1991, hatte Intensität VI.

Intensität VII bedeutet: Gebäudeschäden.

Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. • Möbel werden verschoben. • Gegenstände fallen in großen Mengen aus Regalen. • An vielen Häusern solider Bauart treten mässige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). • Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.

Intensität VIII bedeutet: schwere Gebäudeschäden.

Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. • An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf; d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. • Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.

Vollständige Intensitätsskala: siehe folgende Seite.

Die Intensitätsskala zur Entschlüsselung der Gefährdungsangaben

Die «Europäische Makroseismische Skala 1998» (EMS-98)

Mit Hilfe einer sogenannten Intensitätsskala wird den an einem bestimmten Standort auftretenden Auswirkungen eine Intensität zugeordnet. Die Skala ist also eine Art «Massstab für Auswirkungen eines Erdbebens». Grundsätzlich gilt: je stärker der Grad der Auswirkung, desto grösser die zugeordnete Intensität.

Mit der Intensitätsskala kann man auch die Auswirkungen von Erdbeben, welche sich in Zukunft ereignen werden, beschreiben.

Die zwölfstufige «Europäische Makroseismische Skala 1998» (EMS-98) ist die heute in Europa offiziell gültige Intensitätsskala.

Die EMS-98 beinhaltet vor allem Auswirkungen auf Lebewesen, gewöhnliche Gegenstände und Gebäude.

In der EMS-98 werden Intensität III bis V als «schwach», «deutlich» und «stark» bezeichnet; gemeint ist damit «schwach verspürt», «deutlich verspürt» und «stark verspürt».

EMS	Intensität	Beschreibung der maximalen Wirkungen
I	nicht fühlbar	Nicht fühlbar.
II	kaum bemerkbar	Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
III	schwach (verspürt)	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. • Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern.
IV	deutlich (verspürt)	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. • Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
V	stark (verspürt)	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. • Viele Schlafende erwachen. Wenige reagieren verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. • Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Gegenstände werden verschoben. • Türen und Fenster schlagen auf oder zu.
VI	leichte Gebäudeschäden	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. • 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.
VII	Gebäudeschäden	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. • Möbel werden verschoben. • Gegenstände fallen in großen Mengen aus Regalen. • An vielen Häusern solider Bauart treten mässige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). • Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
VIII	schwere Gebäudeschäden	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. • 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. • 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 guter Konstruktionsausführung, werden zerstört.
XII	vollständig verwüstend	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

Die «Europäische Makroseismische Skala 1998» (EMS-98). Quelle: <http://www.gfz-potsdam.de/pb5/pb53/projekt/ems/index.html>

Kontakte

Gebäudeversicherung Graubünden (GVG)

Ottostrasse 22, 7001 Chur
Tel. 081 257 39 08. Fax 081 257 39 59
(telefonisch erreichbar: Mo bis Fr 07:30 bis 12:00
und 13:30 bis 17:30 Uhr; Freitag bis 16:00).
email: info@gvg.gr.ch. Internet: www.gvg.gr.ch

Schweizerischer Erdbebendienst (SED)

ETH Hönggerberg
8093 Zürich
Tel. 01 633 44 55
Fax 01 633 10 65
Internet: www.seismo.ethz.ch

Markus Weidmann

Dipl. Natw. ETH (Geologe)
Büro für Erdwissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit
Untere Gasse 9 / Postfach 705, 7002 Chur
078 719 67 39
email: markus.weidmann@bluewin.ch

weiterführende Literatur

Monika Gisler, Markus Weidmann, Donat Fäh: **Erdbeben in Graubünden**. Verlag Desertina, Chur, 2005.
ISBN 3-85637-300-4

Markus Weidmann: **Erdbeben in der Schweiz**.
In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst.
Verlag Desertina, Chur, 2002.
ISBN 3-85637-271-7
Die WebSite zum Buch: www.bebende.ch

Impressum

Fäh, D.¹⁾; Giardini, D.¹⁾; Wenk, T.²⁾; Weidmann, M.³⁾:
Die Erdbebengefährdung in Graubünden.
Faktenblatt zum Thema «Erdbeben in Graubünden»
der Gebäudeversicherung des Kantons Graubünden.
2. überarbeitete Ausgabe. © GVG Graubünden, Chur, 2004.

- ¹⁾ Schweizerischer Erdbebendienst, ETH-Zürich
²⁾ Wenk Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
GmbH, Zürich
³⁾ Büro für Erdwissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit, Chur

PDF-download von der GVG-WebSite www.gvg.gr.ch