Erdbeben in Graubünden: gestern, heute, morgen

Markus Weidmann, Chur

Verschiedene Wunden, welche die Unwetter im Jahr 2002 unserem Kanton zufügten, sind auch heute noch nicht vollständig verheilt. Die Verheerungen im Puschlav (1987) sind vielen Bündnerinnen und Bündnern noch präsent; und vom Lawinenwinter 1951/52 kann jene Generation, die ihn miterlebt hat, noch heute eindrückliches berichten.

Hochwasser, Rüfen, Lawinen: aktuell, präsent, erlebt, im Extremfall sogar überlebt – doch wie sieht es aus mit Erdbeben? Wer mag sich noch erinnern an das Beben von Vaz, 1991 (Magnitude 4.6)? Und wer hat in Graubünden je ein starkes Schadenbeben erlebt, überlebt? Gibt es solche überhaupt?

Ja, es gibt sie. Am 3. September 1295 ereignete sich in der Region Churwalden ein Erdbeben mit Magnitude 6.5 – damit setzte es rund 700-mal so viel Energie frei wie das Vazer Beben im Jahr 1991. Den wichtigsten Hinweis auf dieses Ereignis findet man in den zeitgenössischen Annalen des Klosters Osterhofen (in der Nähe von Passau, Deutschland): «In demselben Jahr [...] wurden das Kloster des Prämonstratenser Ordens in Churwalden und fünfzehn Burgen in demselben Gebiet durch ein Erdbeben gänzlich zerstört.»

Gemäss Schweizerischem Erdbebendienst führte das Beben im Epizentralgebiet Mittelbünden zu Auswirkungen der Intensität VIII



Abbildung 1. Vorstehendes Mauerwerk an der Westfassade der Kathedrale Chur (Pfeile). Foto M. Weidmann, Chur.

(auf der zwölfstufigen «Europäischen Makroseismischen Skala 1998», EMS-98). Intensität VIII bedeutet, dass an vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz schwere Schäden auftreten (beispielsweise kann es zum Einsturz von Giebelteilen oder Dachgesimsen kommen). Gebäude sehr einfacher Bauart können einstürzen. Viele Personen verlieren das Gleichgewicht.

Das Beben von 1295 führte nicht nur im Gebiet des heutigen Kantons Graubünden zu Schäden, sondern auch im angrenzenden In- und Ausland. So ist gesichert, dass es sogar in Bergamo, Verona und Konstanz zu Schäden führte; und sogar in Heilsbronn, Milano, Monza und Wien hatte es Auswirkungen, deren Ausmass jedoch unbekannt ist.

Obwohl das Beben über siebenhundert Jahre zurückliegt, gibt es vielleicht heute noch Zeugen seiner Auswirkungen. So fiel den Restauratoren während Arbeiten an der Kathedrale in Chur – diese wurde zwischen 1150 und 1272 erbaut – an der Westfassade unregelmässig erstelltes Mauerwerk auf (Abbildung 1). Gewisse Steinblock-Reihen stehen gegenüber darüber- oder darunterliegenden vor, andere Reihen bestehen aus auffallend kleinen Quadern. Wurden hier nach dem Erdbeben von 1295 Reparaturarbeiten durchgeführt? Möglich ist es, jedoch nicht gesichert.

Nur 60 Jahre nach dem starken Ereignis in Graubünden wurde Basel von einem katastrophalen Beben heimgesucht. In Zusammenhang mit diesem Beben im Jahre 1356 sind Reparaturarbeiten eindeutig nachgewiesen: Am Basler Münster wurde ein Riss (in der Seitenfassade, oberhalb der Galluspforte) mit sieben Stahlklammern repariert (Abbildung 2).

1905: Erdbeben in Serie

Im Dezember 1905 wurde der Kanton Graubünden gleich mehrfach durchgeschüttelt. Die Erdbebenserie mit Zentrum in der Region Domat/Ems – Tamins – Rhäzüns begann am 20. Dezember. Insbesondere am 25. Dezember (18:05 Uhr) und am 26. Dezember (01:25 Uhr) traten zwei relativ starke Beben auf, die beide zu leichten Schäden führten. Die letzte wahrnehmbare Erschütterung wurde am 25. Januar 1906 verzeichnet.



Abbildung 2. Nach dem Beben von 1356 wurde ein Riss im Basler Münster mit sieben Stahlklammern repariert. Foto T. Wenk, Zürich.

Gemäss Berichterstattung des «Freien Rätiers» war in Schiers während einem der stärkeren Ereignisse dieser Serie ein Rollen hörbar, «als führe ein schwerer Frachtwagen über holperiges Strassenpflaster». In Rabius empfand man das Beben, als «brauste draussen ein unbändiger Gewitterwind. Ein dumpfes Grollen kam immer näher, und im Vorbeigehen erlitten die Holzhäuser ein gewaltiges Stossen, sodass beispielsweise aufgehängte Lampen in der Stube hin und her schwankten».

In Domat/Ems ereignete sich einer der Erdstösse während der Rosenkranz-Andacht; die Kirche war voll. «Bänke, Kerzen, ja sogar Altäre wackelten; Leute zitterten, Gesang und Orgel verstummten. Im Chor war ein Jammern und Durcheinanderlaufen der Kinder. Auch Erwachsene wurden von einem panischen Schrecken ergriffen und flüchteten sich zur Kirche hinaus. Man befürchtete den Einsturz des Gewölbes.»

In Igis hörten Vorübergehende «an den Häusern die Fenster klirren, die Dach-Kanäle schienen herunter fallen zu wollen und sogar Bretterstösse schwankten heftig. In den Häusern wankten alle Möbel und Gegenstände, und die oberen Stockwerke und Dachböden wurden so heftig erschüttert, dass man in den unteren Stockwerken fast deren Einsturz befürchtete. Ein eigentümliches Stampfen und Rollen ging über die oberen Räume.»

Der Bergüner Korrespondent des «Freien Rätiers» berichtete unter anderem: «Die Erschütterung und das Getöse war ähnlich, als führe eine Lokomotive unter den Gebäuden durch. Die Fensterscheiben klirrten und die überfrorenen sprangen sogar entzwei.» Aus Rothenbrunnen kam die Nachricht: «Alles sprang vor die Häuser. Die Wände der Gebäude erzitterten und krachten. Kaminsteine lösten sich oben los und rollten durch die Kamine herunter auf die Kochherde.» Noch gespenstischer ging es in Maienfeld zu und her: «Ein zwölfjähriger Knabe wurde aus dem Bette geschleudert und ein älterer Mann meinte, es gehe nicht mit rechten Dingen zu, denn das Ruhebett wanderte mit ihm zirka 30 Zentimeter vom Ofen weg in die Diele hinaus.»

Die «Engadiner Post» deutete die Erdbebenserie als göttliche Mahnung zu Demut: «Summa Summarum: Der Herrgott hat das rätische Völklein zu Weihnachten ziemlich energisch am linken Ohrläppchen gezupft und seine ‹bescheidenen› Kinder wieder einmal deutlich an ihre ‹Allmacht› erinnert.»

Die «Neue Bündner Zeitung» dagegen nahm die Ereignisse eher auf die leichte Schulter. So würzte sie die Berichterstattung zu den Auswirkungen in Chur mit einer Prise Humor: «Es klirrten Fenster und Gläser, erzitterten Türen, und in einem Hause stürzte sogar ein Ofen ein, gerade nachdem ein Kind sich von der gefährlichen Stelle entfernt hatte. Zum Glück waren die Männer in der Nacht alle brav zu Hause, so dass sie Gelegenheit hatten, sich als das stärkere Geschlecht zu bewähren. Böse Zungen behaupten, manche hätten sich auch nur als das faulere erwiesen.»



Abbildung 3. Haus Voa Nova 28, Vaz/Obervaz (Muldain). Risse in der Nordfassade als Folge des Erdbebens vom 20. November 1991, Magnitude 4.6. Foto M. Weidmann, Chur.

Erdbeben in Graubünden: immer wieder

Blickt man zurück auf die letzten tausend Jahre Bündner Geschichte (genauer gesagt, auf den Zeitraum zwischen den Jahren 1000 und 2003), so sieht das Kapitel «historische Erdbeben» gemäss neuesten Erkenntnissen des Schweizerischen Erdbebendienstes folgendermassen aus (siehe auch Abbildung 4):

1. Das Beben von Churwalden, 1295 ist (mit Intensität VIII im Epizentralgebiet) das stärkste bekannte Ereignis auf Bündner Boden. 2. Mit Intensität VII (mittlere Gebäudeschäden) sind zwei Ereignisse bekannt: Ardez, 1504 und Unterengadin/Ftan, 1622. 3. Ereignisse mit leichten Gebäudeschäden (Intensität VI) im Epizentralgebiet kennt man sechs: Zernez, 1785; Unterengadin/Tarasp, 1857; zwei Beben der Serie von 1905; Oberengadin/Silvaplana, 1917 sowie Vaz, 1991. 4. Ereignisse mit Intensität V – diese werden im Epizentralgebiet zwar stark verspürt, führen jedoch nicht zu Schäden – sind in Graubünden in den letzten tausend Jahren rund 60 bekannt.

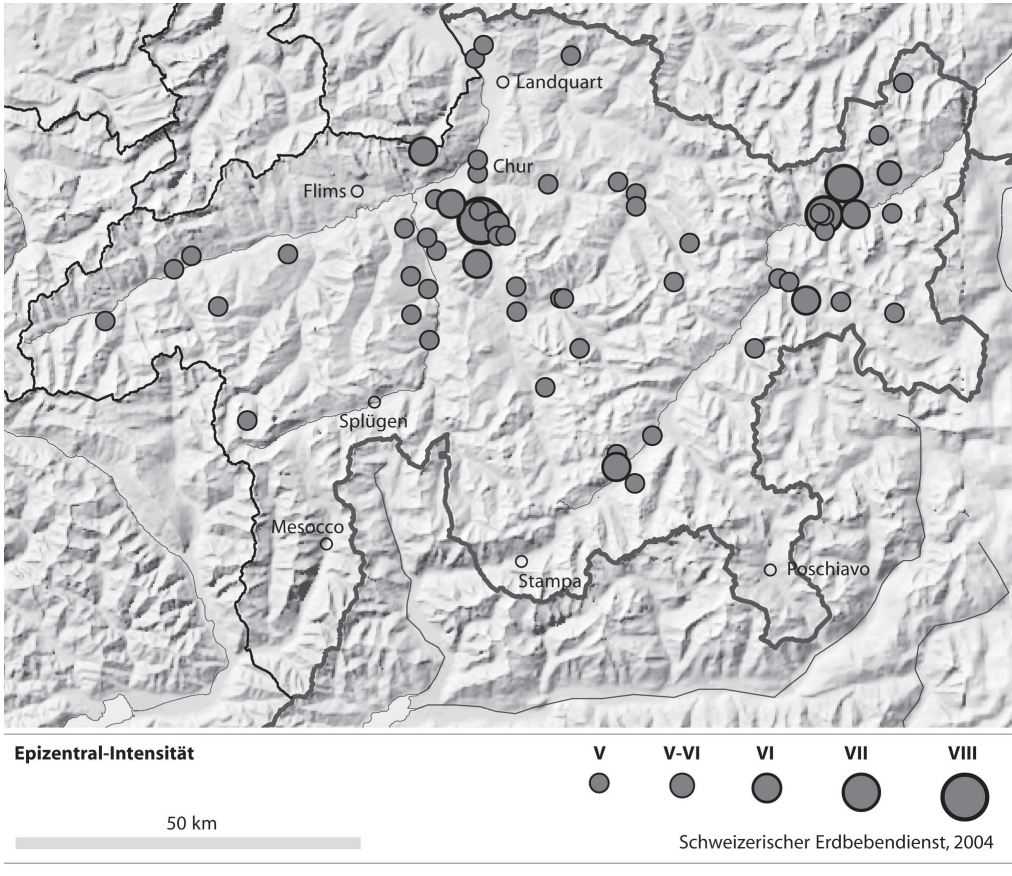


Abbildung 4. Bekannte Erdbeben in Graubünden zwischen 1000 und 2003: Intensität VIII (1), VII (2), VI (6), V-VI (2) und V (58).

Das Attribut «bekannt» ist in diesem Zusammenhang wichtig - denn insbesondere bei den weniger starken Beben wie jene mit Intensität V kann man davon ausgehen, dass sie sich viel häufiger ereigneten, jedoch nicht aufgezeichnet und überliefert wurden.

Wenn's in der Nachbarschaft schüttelt

Starke Erdbeben kennen keine Kantons- oder Landesgrenzen. Präziser formuliert: Starke Erdbeben können auch dann in Graubünden zu spürbaren Auswirkungen oder sogar Schäden führen, wenn ihr Epizentrum weit ausserhalb der Kantonsgrenze liegt.

Beispiel: Am 10. September 1774 ereignete sich in der Region Altdorf UR mit Magnitude 5.9 ein stärkeres Erdbeben, welches in der Epizentral-Region zu schweren Gebäudeschäden führte und zwei Todesopfer forderte. Ein Zürcher Landvogt mit Sitz auf Schloss Forsteck im Rheintal schrieb seinen Obrigkeiten in Zürich: «Beÿ heütiger durchreis berichtet mich Herr Zunftmeister von Salis, in Chur seÿ es sehr stark gewäsen, so dass Schornstein von täcHERen gefallen, und 1 haus hab einen riss bekommen.»

Auch das Beben im Jahre 1601 in der Region Unterwalden (Magnitude 6.2) hatte genügend Kraft, um Chur dermassen stark durchzuschütteln, dass es beinahe zu Schäden gekom-

men wäre. Dazu der Bündner Chronist Hans Ardüser in seiner Rätischen Chronik: «Zuo Chur vor S. Marti hat es den grossen turnn also starck erschütted, dass die gloggen angeschlagen haben; man beforcht sich der hüsren infal.»

Unter Graubünden pulsieren die Erdbeben

Erdbeben im Untergrund Graubündens gibt es eigentlich recht häufig – nur sind die meisten Ereignisse «unauffällig». So gab es in Graubünden und dem grenznahen In- und Ausland zwischen 1975 und 2003 650 Erdbeben mit Magnitude gleich oder grösser 2 – das sind durchschnittlich mehr als zwanzig Ereignisse pro Jahr. Rund 90 Prozent dieser Beben waren jedoch so schwach, dass sie von den seismischen Stationen zwar erfasst, von der Bevölkerung jedoch nicht verspürt wurden.

Die Aufzeichnung von Erdbeben in Graubünden feiert übrigens ihr hundertjähriges Jubiläum. 1907 wurde in Davos – eine Premiere für die Schweiz – ein Seismograph installiert. Es war ein sogenanntes «Horizontalpendel System Bosch-Omori»-Gerät mit einer Pendelmasse von hundert Kilogramm. Dieses Gerät zeichnete die Bodenerschütterung 95fach vergrössert auf. 1915 wurde es nach Chur gebracht – ins Physikgebäude der Kantonsschule Chur.

Nach dem Ersten Weltkrieg wurde am selben Standort ein grosser Seismograph nach «System de Quervain-Piccard» installiert (Abbildung 6). Die würfelförmige Ruhemasse dieses Gerätes war rund dreizehn Tonnen schwer; sie bestand aus fünfhundert mit Mörtel zusammengefügten Eisenblöcken, welche ursprünglich für die Herstellung von Granaten gegossen worden waren. Entsprechend der friedlichen Umnutzung des für kriegerische Zwecke bestimmten Metalles wurden in die Ruhemasse die Worte eingeritzt: «Sie werden ihre Schwerter zu Pflugscharen schmieden und ihre Spiesse zu Rebmessern.» Der imposante Seismograph zeichnete von 1927 an die drei Komponenten der Bodenbewegung (auf-ab, hin-her, vor-zurück) tausendfach vergrössert auf, und zwar auf berusstes Papier, da dies für eine kontinuierliche Registrierung viel billiger war als Photopapier. Als man feststellte, dass er vor allem gebäude-interne Erschütterun-



Abbildung 5. Nach dem Erdbeben in der Region Visp/Törbel VS, 1855, Magnitude 6.4: Gottesdienst im Zeltlager in Visp. Bei diesem Beben stürzte in Disentis die Diele eines Zimmers ein, und in Tavetsch brach ein Schornstein zusammen.

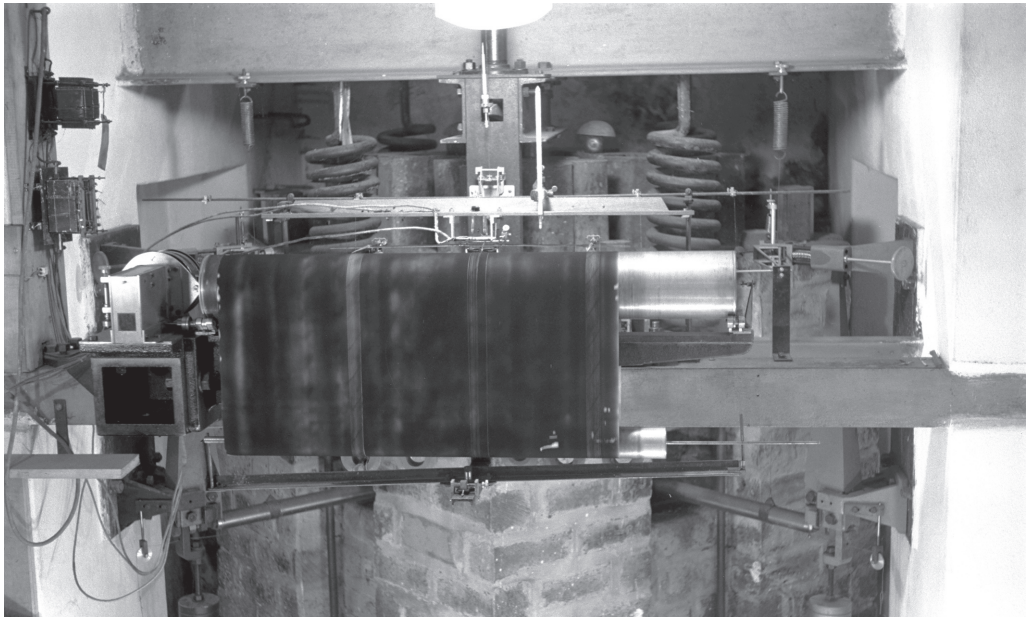


Abbildung 6. Der Seismograph in der alten Kantonsschule Chur. Im Vordergrund der berusste Papierbogen für die Aufzeichnung, im Hintergrund die an Federn aufgehängte Ruhemasse aus gemauerten Eisenblöcken. Bild: R. Florin, Chur.

gen aufzeichnete – zum Beispiel das Herumlaufen der Kantonsschüler – wurde er demontiert und in einem tieferen Keller neu aufgebaut. 1970 musste er zusammen mit dem Schulgebäude dem Neubau der Kantonsschule weichen.

Zum aktuellen Zeitpunkt betreibt der Schweizerische Erdbebendienst in Graubünden vier hochempfindliche seismische Stationen, welche auch die Wellen von stärkeren Erdbeben auf der gegenüberliegenden Seite der Erde registrieren können. Stationiert sind diese im Raum Davos, bei der Staumauer Valle di Lei sowie am Bernina- und Ofenpass. Die Davoser Station (Abbildung 7) ist seit 1996 – als einzige in der Schweiz – Teil eines globalen Netzwerks von 170 seismischen Stationen, welches von der «Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation» (CTBTO) als Überwachungssystem für die Einhaltung des internationalen Atomteststopp-Abkommens betrieben wird. Denn: mit seismischen Stationen kann man nicht nur Erdbebenherde lokalisieren, sondern auch unterirdische Nuklear-Explosionen feststellen und orten (im Seismogramm ist die Aufzeichnung der «nuklear erzeugten» Erdbebenwellen von den «natürlich» entstandenen unterscheidbar).

Zukünftige Erdbeben in Graubünden

Auch wenn starke Ereignisse wie jenes von 1295 weit zurückliegen – ausgestorben sind sie deshalb nicht. Denn es gilt der Grundsatz: Wo sich schwere Beben einmal ereignet haben, werden sie auch in Zukunft wieder auftreten.

Wann und wo wird das nächste Schadenbeben in Graubünden auftreten, wie stark wird es sein? Leider lassen sich Erdbeben auch in heutiger Zeit nicht dermassen konkret vorhersagen, als dass diese Frage mit detaillierten Angaben zu Datum, Zeitpunkt und Stärke zu beantworten wäre.

Was jedoch möglich ist – unter anderem aufgrund des Wissens über historische Erdbeben – sind Aussagen zur Wahrscheinlichkeit, mit der Erdbeben in Zukunft auftreten. So gilt gemäss neuesten Erkenntnissen des Schweizerischen



Abbildung 7. Die Seismische Station in Davos: unter anderem im Dienste des internationalen Atomteststopp-Abkommens. Bild: Schweizerischer Erdbebendienst, Zürich.

Erdbebendienstes: Ein Erdbeben der Intensität VII bis VIII, welches im Epizentralgebiet an vielen Häusern solider Bauart mässige Schäden hinterlässt, ein Erdbeben, welches vornehmlich an Gebäuden in schlechterem Zustand zu größeren Mauerrissen und zum Einsturz von Zwischenwänden führt, ereignet sich in Graubünden im Durchschnitt alle fünfhundert Jahre einmal.

Wer regelmässig Lotto spielt, weiss: die Chance, einen Lottosechser zu machen, ist ausserordentlich gering; trotzdem, der Sechser kann jederzeit eintreffen – diese Woche, in einem Monat, in zehn Jahren. Ähnlich verhält es sich mit dem fünfhundertjährigen Beben: Die Wahrscheinlichkeit, dass es eintritt, ist zwar gering – es kann sich aber jederzeit ereignen: in hundert Jahren, in einem Monat, morgen. «Einmal in fünfhundert Jahren» bedeutet also nicht «Wenn es sich einmal ereignet hat, dann haben wir fünfhundert Jahre lang Ruhe».

Das Beben von 1295 heute

Das Beben von 1295 war etwas stärker als das «fünfhundertjährige Beben»; dementsprechend tritt es nach heutigen Erkenntnissen etwas seltener auf als einmal in fünfhundert Jahren. Wie gross wären seine Auswirkungen, würde es sich heute wieder ereignen? Die Antwort auf diese Frage hängt zu einem wesentlichen Teil von der Erdbebensicherheit der betroffenen Bauwerke ab.

Beispiel 1: Mit Magnitude 6.5 war das Beben von 1295 in etwa gleich stark wie jenes in Northridge, Kalifornien, im Jahr 1994 (Magnitude 6.7). Bei diesem Ereignis wurden gemäss Angaben des Amerikanischen Geologischen Dienstes (USGS) 60 Menschen getötet, mehr als 7'000 verletzt, 20'000 obdachlos; mehr als 40'000 Gebäude wurden beschädigt. Geschätzte Schäden: zwischen 13 und 20 Milliarden US-Dollar.

Beispiel 2: Mit Magnitude 6.5 setzte das Beben von 1295 in etwa so viel Energie frei wie das Erdbeben vom 24. Februar 2004 in Marokko, welches nach Angaben des Amerikanischen Geologischen Dienstes Magnitude 6.4 aufwies. Da die Erdbebensicherheit der Bauwerke in die-

sem Gebiet durchschnittlich schlechter ist als im obgenannten Beispiel aus den USA, waren auch die Auswirkungen grösser – so wurden gemäss USGS mindestens 630 Menschen getötet und mehr als 900 verletzt.

Wie sieht es denn bei uns aus? Grundsätzlich sicher besser als in Marokko. Jedoch ist die Erdbeben-Verletzbarkeit der Bündner Bauwerke grösser, als gemeinhin angenommen wird; unter anderem deshalb, weil Gebäude vor 1989 nicht oder nur nach veralteten Erdbeben-Baunormen erstellt wurden (dies sind rund 85 Prozent der heute versicherten Gebäude. Sie haben eine im allgemeinen nicht näher bekannte, vermutlich aber eher ungenügende Erdbebensicherheit).

Die Antwort auf die Frage, zu welchen Auswirkungen das Beben von 1295 heute führen würde, hängt zu einem wesentlichen Teil auch vom Umfang der Werte ab, die vom Ereignis erfasst werden. In Graubünden ist die Siedlungsdichte im Vergleich zum Mittelland relativ gering; trotzdem ist unser Kanton «wert voll»: Er enthält rund 147'000 Gebäude mit einem Versicherungswert von 75 Milliarden Franken (Stand Ende 2003); der versicherte Gebäudeinhalt (Mobiliar, Maschinen, Waren, usw.) hat einen Wert von rund 23 Milliarden Franken (Stand 2002).

In Zusammenhang mit dem Thema «Erdbebensicherheit von Bauwerken» an dieser Stelle noch eine Anmerkung zu den Talsperren: Staumauern sind grundsätzlich um ein Vielfaches erdbebensicherer als alle «normalen» Bauwerke, denn sie müssen auch Erdbeben standhalten können, welche um ein Vielfaches stärker sind als das fünfhundertjährige Ereignis. Das heisst: im Falle eines starken Bebens sind für uns nicht die Staumauern eine primäre Gefahr, sondern die Vielzahl normaler Bauwerke wie Wohn-, Büro- und Gewerbegebäude mit ungenügender Erdbebensicherheit.

Das «Szenario 1295»

Wo es 1295 überall zu Schäden kam, und wie gross dementsprechend das Schadensgebiet war, weiss man zwar nicht; jedoch lässt es sich abschätzen, und zwar aufgrund anderer historischer Erdbeben mit vergleichbarer Stärke und bekanntem Schadensgebiet. So kann man gemäss Schweizerischem Erdbebendienst beim Beben von 1295 von folgender stark vereinfachten, theoretischen Annahme ausgehen (Abbildung 8):

1. Das zentrale Gebiet mit schweren Gebäudeschäden (Intensität VIII; Zentrum Raum Churwalden) weist einen Durchmesser von rund 40 Kilometern auf. 2. Das gesamte Schadensgebiet (Intensität VI und grösser) hat einen Durchmesser von rund 250 Kilometern, ist also

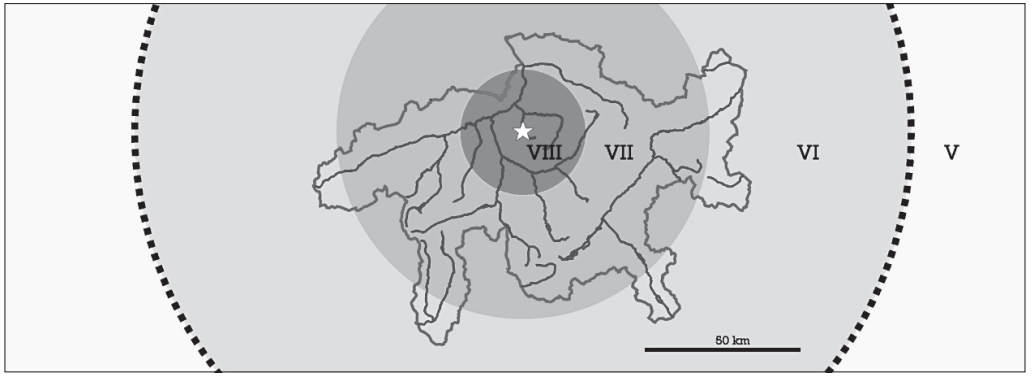


Abbildung 8. Das Erdbeben von Churwalden, 1295 heute. Innerhalb der punktierten Linie das Schadensgebiet (Durchmesser 250 Kilometer) mit Auswirkungen der Intensität VIII, VII und VI. Innerhalb der Fläche mit Intensität VIII ist mit schweren, in jener mit Intensität VII mit mittleren und in jener mit Intensität VI mit leichten Gebäudeschäden zu rechnen. Grafik: M. Weidmann.

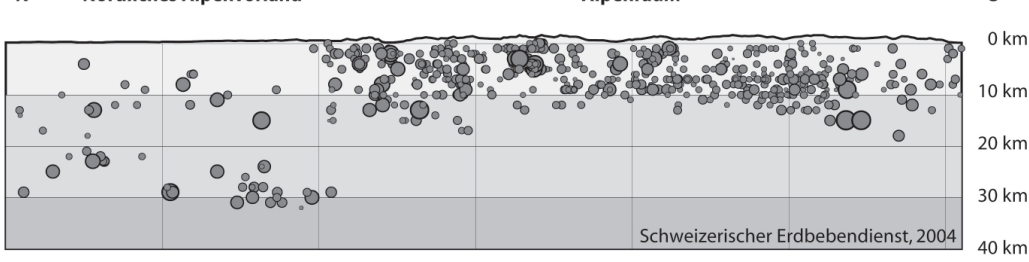


Abbildung 9. Im schweizerischen Alpenraum – und somit auch in Graubünden – entstehen Erdbeben in einer Tiefe von maximal 15 bis 20 Kilometern.

weitaus grösser als der gesamte Kanton Graubünden.

Überträgt man die Erkenntnisse aus weltweiten Erdbebenschäden der letzten zwanzig Jahre auf die heutige Gebäude-Qualität und den heutigen Gebäudewert in Graubünden, so kommt man zum Schluss, dass das Ereignis von 1295 heute zu Gebäudeschäden von rund fünf Milliarden Franken führen würde (diese sind im Kanton Graubünden – wie auch in allen anderen Kantonen exklusive Zürich – nicht versichert). Der Gesamtschaden ist bei einem Erdbeben grundsätzlich zwei- bis dreimal höher als der Schaden an den Gebäuden; in Graubünden würde er sich dementsprechend auf rund zehn bis fünfzehn Milliarden Franken belaufen.

Auch wenn diese Zahlen auf stark vereinfachten, theoretischen Annahmen bezüglich Schadensfläche und Schadenausmass an Gebäuden basieren, zeigen sie eines klar: Das Beben von 1295 würde heute zu Gesamtschäden in der Grössenordnung von mehreren Milliarden Franken führen.

Vorbeugen ist besser ...

Können wir etwas tun, um die Auswirkungen zukünftiger Beben zu verhindern oder wenigstens zu vermindern? Könnten wir beispielsweise mit technischen Mitteln verhindern, dass sich das Beben von 1295 wieder ereignet?

Die Bündner Erdbebenaktivität ist letztendlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass sich der Kontinent Afrika seit Millionen von Jahren mit rund vier bis acht Millimetern pro Jahr nach Norden schiebt und sich dabei in die Südflanke Europas rammt. Dieser Kollisionskurs Afrikas wird sich auch in den nächsten paar Millionen Jahren mit Sicherheit nicht wesentlich ändern - und ist nicht einmal mit unterirdischen Nuklear-Explosionen beeinflussbar. Auf die Ursache der Entstehung von Erdbeben im Bündner Untergrund (maximal 15 bis 20 Kilometer tief; Abbildung 9) haben wir also keinen Einfluss.

Jedoch können wir die Auswirkungen zukünftiger Erdbeben vermindern, indem wir unsere Erdbebenverletzbarkeit präventiv verringern. Wirksamstes Mittel: Bestehende Bauwerke auf ihre Erdbebensicherheit untersuchen und falls nötig verbessern – insbesondere jene, welche im Katastrophenfall eine wichtige Rolle spielen (wie beispielsweise Spitäler, Feuerwehrstützpunkte oder neuralgische Brücken). Und: Neue Bauwerke konsequent gemäss modernsten Baunormen erdbebensicher erstellen. Tun wir es lieber heute als morgen – denn das nächste Beben kommt garantiert.

Literatur

- Monika Gisler, Markus Weidmann, Donat Fäh: Erdbeben in Graubünden: Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. Verlag Desertina, 2005.
- Markus Weidmann: Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst. Verlag Desertina, 2002.
- Florin, Reto: 60 Jahre geophysikalische Arbeiten in Chur. [Erdbebenwarte Chur]. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N.F. Band 101, 1984, S. 31 - 52.