

SEISMISCHE BEOBACHTUNGEN 2011

Die seismischen Beobachtungen und die technische Ausrüstung sind in folgende Abschnitte gegliedert:

- Bebenstatistik des Österreichischen Erdbebendienstes
- Das seismisches Stationsnetz in Österreich
- Erdbeben in Österreich
- Ausgewählte weltweite Erdbeben

1. BEBENSTATISTIK

Im Jahr 2011 wurden mit dem seismischen Stationsnetz des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG weltweit 6.979 seismische Ereignisse registriert und ausgewertet. Das waren 38% mehr als im Jahr 2010. Der Grund liegt in der hohen Nachbebenetätigkeit zum Tohoku-Erdbeben in Japan.

Unter den Ereignissen waren 5.361 Erdbeben, 851 Sprengungen und 726 Gebirgsschläge aus dem Bergbau (hauptsächlich aus Polen und Slowenien). Ein Fünftel aller registrierten Ereignisse (1131) wurden in Österreich lokalisiert, wobei es sich um 621 tektonische Beben und 510 Sprengungen handelte. Aufgrund von Erdbebenschwärmen in Tirol und in Salzburg lag auch im Jahr 2011 die Anzahl der registrierten Erdbeben höher als jene der Sprengungen.

Etwa ein Viertel aller Ereignisse war stark genug, um automatisch detektiert zu werden (siehe Abb.1). Jedes einzelne der insgesamt 6.979 Ereignisse wurde durch eine Seismologin oder einen Seismologen manuell ausgewertet, wobei insgesamt 103.301 Phaseneinsätze der Bodenbewegung der verschiedenen Erdbebenstationen bearbeitet wurden. Über das Internet-Wahrnehmungsformular langten im Jahr 2011 über 1.100 Berichte der betroffenen Bevölkerung über die Auswirkungen von Erdbeben an der ZAMG ein.

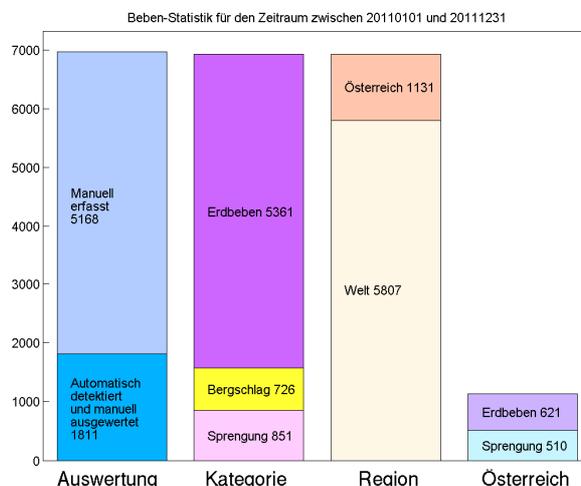


Abbildung 1: Bebenstatistik des Österreichischen Erdbebendienstes für das Jahr 2011

Der Österreichische Erdbebendienst wertet seit 1999 die seismischen Ereignisse mittels Antelope[®]-Software von BRTT, Inc (Boulder Real Time Technology, www.brtt.com) aus. Die analysierten Daten der jeweils letzten zwei Wochen sind auf der Webseite der ZAMG zu sehen:

<http://www.zamg.ac.at/cms/de/geophysik/erdbeben/aktuelle-erdbeben/karten-und-listen>

2. DAS SEISMISCHE STATIONSNETZ IN ÖSTERREICH

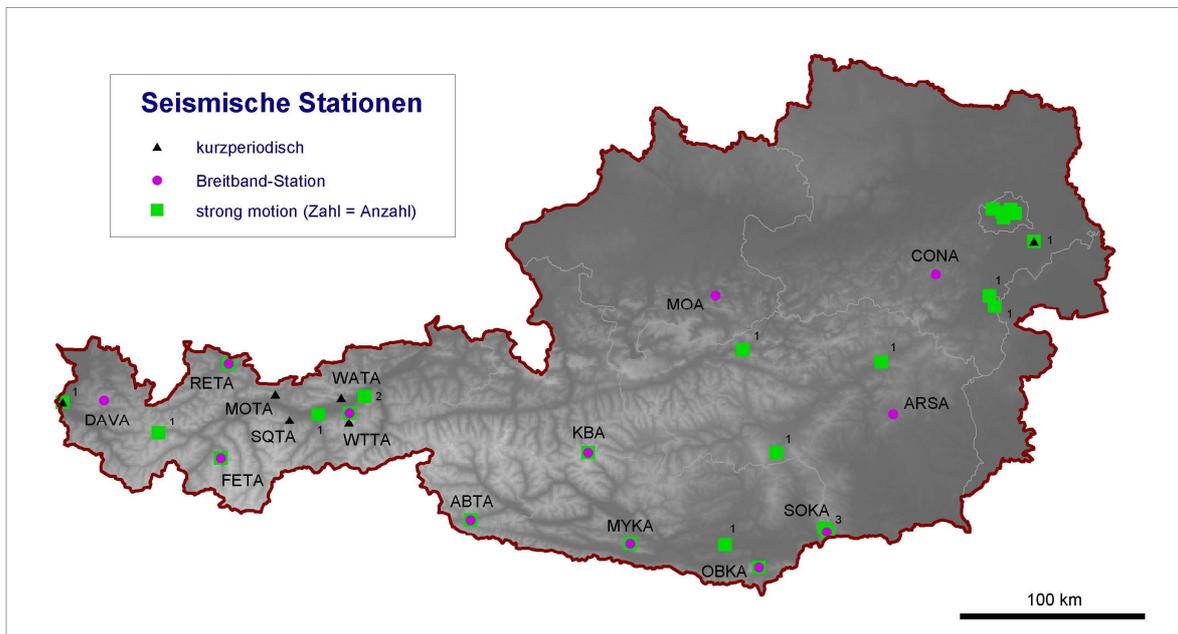
Um Erdbeben und andere Erschütterungen in und außerhalb Österreichs zu registrieren, betreibt der Österreichische Erdbebendienst ein seismisches Messnetz. Es besteht zurzeit aus 13 Breitband- und 6 kurzperiodischen Erdbebenstationen (Abb. 2), die über das Bundesgebiet verteilt sind. Sie liefern ihre Daten kontinuierlich mit einer maximalen Verzögerung von 10 Sekunden in die Zentrale auf der Hohen Warte in Wien, wo sie von Seismologen analysiert werden. Die Geräte arbeiten mit extrem hoher Genauigkeit, um Erdbeben aus dem Nah- und Fernbereich registrieren zu können. Breitband-Seismometer zeichnen Bodenbewegungen im Nanometerbereich (ein Nanometer entspricht einem Millionstel Millimeter) auf, und sind somit die höchstempfindlichen Erdbeben-Messgeräte. Derzeit sind Breitbandstationen bei Molln (OÖ), in Arzberg (Stmk.), in der Kölnbreinsperre (Ktn.), am Hochobir (Ktn.), Bad Bleiberg (Ktn.), Damüls (Vbg.), bei Wattenberg (Tirol), Feichten (Tirol) und Reutte (Tirol) und im Conrad Observatorium (nahe Pernitz in Niederösterreich) in Betrieb.

22 Strong-Motion Stationen sind mit Beschleunigungssensoren ausgerüstet, die nur bei starken Bodenbewegungen eine Aufzeichnung liefern. Die Daten dieser Stationen dienen der Bewertung von Gebäudereaktionen auf Erdbeben und sind deshalb wichtig für die erdbebengerechte Konstruktion von Bauwerken aller Art. Sie werden auch zur Untersuchung der Auswirkungen der lokalen Untergrundverhältnisse auf die Erschütterungsintensität verwendet.

Die Messgeräte der fünf Standort in Wien (1., 4., 9., 17. und 22. Bezirk) wurden 2011 durch moderne Strong-Motion-Sensoren ersetzt.

Es erfolgt ein permanenter Datenaustausch mit den Erdbebendiensten benachbarter Ländern, wodurch eine verbesserte Lokalisierungsgenauigkeit erzielt werden kann. Dies ist vor allem bei Erdbeben in Grenzregionen von Bedeutung. Die Seismogramme der österreichischen Erdbebenstationen können allen Interessierten über AutoDRM (**A**utomatic **D**ata **R**equest **M**anager, seismischer Datenaustausch über Email) zugänglich gemacht werden.

Alle Stationen sind mit Blitzableitern sowie einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (UPS) ausgerüstet. Im Einsatz sind Strong-Motion Sensoren der Firma Kinematics[®] - FBA23 und EpiSensoren mit Q330 data loggers, Breitbandsensoren STS-2 zusammen mit verschiedenen Quanterra dataloggers. Zeitsignale werden über DCF oder GPS empfangen. Sechs kurzperiodischen Sensoren vom Typ Teledyne S13 sind noch im Gebrauch.



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Hohe Warte 38
A-1190 Wien

© ZAMG 2009

Österreichischer Geophysikalischer Dienst
an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
<http://www.zamg.ac.at>

Abbildung 2: Verteilung der seismischen Stationen in Österreich

SEISMISCHE STATIONEN

vom ÖSTERREICHISCHEN ERDBEBENDIENST / ZAMG betrieben bzw. im Ausland mitbetreut

ISC-Code Lage Breite Länge Höhe in Betrieb seit

DIGITALE STATIONEN

Breitbandstationen (Breitband: STS2 / Streckeisen)

| | | | | | | |
|------|---|------------------------------|---------|---------|--------|-----------|
| ABTA | + | Abfaltersbach/Pustertal | 46.7474 | 12.5123 | 1041 m | 2006 |
| ABSI | + | Aberstckl/Sarntal/ITA | 46.7285 | 11.3205 | 1801 m | 2006 **** |
| ARSA | + | Arzberg | 47.2505 | 15.5232 | 577 m | 1997 |
| BOSI | + | Bozen/Zivilschutzzentrl./ITA | 46.4952 | 11.3185 | 242 m | 2006 **** |
| CONA | + | Conrad-Observatorium | 47.9282 | 15.8618 | 1046 m | 2001 |
| CSNA | + | CONA - Schacht | 47.9283 | 15.8588 | 1039 m | 2007 |
| DAVA | + | Damüls | 47.2867 | 09.8803 | 1602 m | 1999 |
| FETA | + | Feichten/Kaunertal | 47.0211 | 10.7291 | 1632 m | 2006 |
| JAVC | + | Velka Javorina/CZ | 48.8591 | 17.6707 | 828 m | 1994 ** |
| KRUC | + | Moravsky Krumlov/CZ | 49.0619 | 16.3952 | 341 m | 1994 ** |
| KBA | + | Kölnbreinsperre | 47.0784 | 13.3447 | 1721 m | 1997 |
| KOSI | + | Kohlern/Titschen/ITA | 46.4630 | 11.3778 | 1604 m | 2006 **** |
| MOA | + | Molln | 47.8495 | 14.2659 | 572 m | 1996 |
| MORC | + | Moravsky Beroun/CZ | 49.7768 | 17.5425 | 753 m | 1997 *** |
| MOSI | + | Gromontoni/Vinschgau/ITA | 46.6164 | 10.5495 | 1957 m | 2006 **** |

| Code | | Lage | Breite | Länge | Höhe | in Betrieb seit |
|------|---|-----------------------------|---------|---------|--------|-----------------|
| MYKA | + | Terra Mystica/Bad Bleiberg | 46.6299 | 13.6416 | 909 m | 2006 |
| OBKA | + | Hochobir | 46.5092 | 14.5489 | 1075 m | 1998 |
| RETA | + | Reutte/Plansee | 47.4871 | 10.7623 | 965 m | 2006 |
| RISI | + | Rein in Taufers/Ahrntal/ITA | 46.9480 | 12.0787 | 1785 m | 2006 **** |
| ROSI | + | Rokopf/Sterzing/ITA | 46.9281 | 11.4118 | 1917 m | 2006 **** |
| SOKA | + | Soboth, Koralpe | 46.6779 | 15.0327 | 1008 m | 2007 |
| WTTA | + | Wattenberg | 47.2638 | 11.6363 | 1764 m | 2002 |

Kurzperiodische Stationen (S13, vertikal / GEOTECH)

| | | | | | | |
|------|---|------------|---------|---------|--------|------|
| MOTA | + | Moosalm | 47.3448 | 11.1037 | 1575 m | 1990 |
| SQTA | + | St. Quirin | 47.2205 | 11.2087 | 1307 m | 1989 |
| WATA | + | Walderalm | 47.3357 | 11.5763 | 1492 m | 1989 |
| WTTA | + | Wattenberg | 47.2638 | 11.6363 | 1764 m | 1990 |
| LFVA | * | Feldkirch | 47.2667 | 09.5833 | 435 m | 1997 |
| RSNA | * | Schwadorf | 48.0698 | 16.5813 | 160 m | 1996 |

DIGITALE STRONG-MOTION STATIONEN (Daten werden nicht offiziell verteilt)

Strongmotion Station (SMACH / SIG-SA)

| | | | | | | |
|------|---|---------------------------|--------|--------|-------|------|
| VIE1 | * | Vienna/Palais Festetics | 48.218 | 16.362 | 168 m | 1992 |
| VIE2 | | Vienna/Uhrenmuseum | 48.211 | 16.370 | 170 m | 1992 |
| VIE3 | | Vienna/Hauptschule | 48.191 | 16.369 | 180 m | 1993 |
| VIE4 | | Vienna/Kindergarten | 48.230 | 16.424 | 160 m | 1992 |
| VIE5 | | Vienna/Schloss Neuwaldegg | 48.236 | 16.290 | 318 m | 1992 |
| WRN3 | | Wr.Neustadt/Eichbuechl | 47.760 | 16.277 | 361 m | 1994 |

Strongmotion Station (FBA23 / Kinematics)

| | | | | | | |
|------|---|----------------------------|---------|---------|--------|------|
| ADSA | * | Kindergarten, Admont | 47.5771 | 14.4570 | 633 m | 2001 |
| BITA | * | Berufsfeuerwehr, Innsbruck | 47.2613 | 11.4055 | 579 m | 1997 |
| DFSA | * | Dammfuss, Koralpe | 46.6779 | 15.0362 | 998 m | 1995 |
| DKSA | * | Dammkrone, Koralpe | 46.6779 | 15.0362 | 1076 m | 1995 |
| KBA | + | Koelnbreinsperre | 47.0784 | 13.3447 | 1721 m | 1997 |
| KEKA | * | Kelag, Klagenfurt | 46.6210 | 14.3103 | 438 m | 1999 |
| LFVA | * | Feldkirch (incl. S13) | 47.2705 | 09.6091 | 437 m | 1997 |
| OBSA | * | Admontbichl, Obdach | 47.0781 | 14.6839 | 884 m | 2001 |
| RSNA | * | Schwadorf (incl. S13) | 48.0695 | 16.5811 | 162 m | 1996 |
| RKSA | * | Gemeindeamt, Kindberg | 47.5051 | 15.4484 | 569 m | 1999 |
| RWNA | * | Rathaus, Wr.Neustadt | 47.8122 | 16.2432 | 265 m | 1997 |
| SKTA | * | Kienberg 1, Schwaz | 47.3453 | 11.7407 | 555 m | 1995 |
| SPTA | * | Putzenzeche, Schwaz | 47.3461 | 11.7444 | 555 m | 1995 |
| SVKA | * | St.Vinzenz, Koralpe | 46.6962 | 15.0131 | 1090 m | 1995 |
| WOTA | * | Wolfsgraben, Arlberg | 47.1333 | 10.2772 | 1280 m | 2002 |

Strongmotion Station (EpiSensor / Kinematics)

| | | | | | | |
|------|---|------------------------------|---------|---------|--------|-----------|
| ABTA | + | Abfaltersbach/Pustertal | 46.7474 | 12.5123 | 1041 m | 2006 |
| ABSI | + | Aberstck/Sarntal/ITA | 46.7285 | 11.3205 | 1801 m | 2006 **** |
| BOSI | + | Bozen/Zivilschutzzentrl./ITA | 46.4952 | 11.3185 | 242 m | 2006 **** |
| CSNA | + | CONA - Schacht | 47.9283 | 15.8588 | 1039 m | 2007 |
| FETA | + | Feichten/Kaunertal | 47.0211 | 10.7291 | 1632 m | 2006 |
| KOSI | + | Kohlern/Titschen/ITA | 46.4630 | 11.3778 | 1604 m | 2006 **** |
| MOSI | + | Gromontoni/Vinschgau/ITA | 46.6164 | 10.5495 | 1957 m | 2006 **** |
| MYKA | + | Terra Mystica/Bad Bleiberg | 46.6299 | 13.6416 | 909 m | 2006 |
| OBKA | + | Hochobir | 46.5092 | 14.5489 | 1075 m | 1998 |
| RETA | + | Reutte/Plansee | 47.4871 | 10.7623 | 965 m | 2006 |
| RISI | + | Rein in Taufers/Ahrntal/ITA | 46.9480 | 12.0787 | 1785 m | 2006 **** |

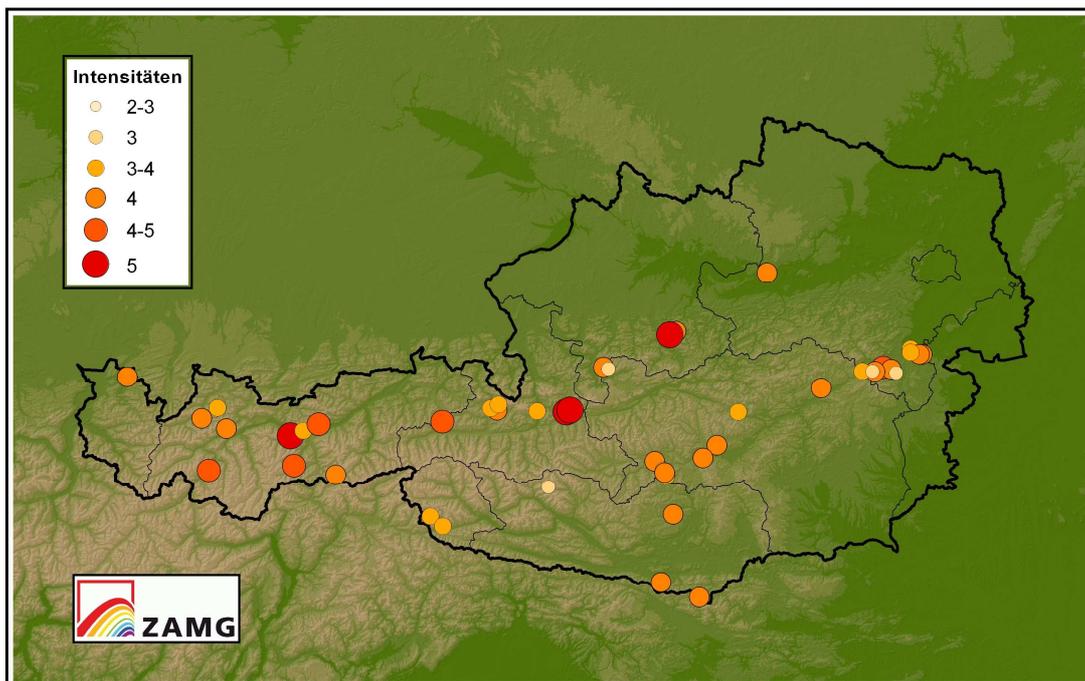
| Code | Lage | Breite | Länge | Höhe | in Betrieb seit |
|------|-----------------------|---------|---------|--------|-----------------|
| ROSI | + Rokopf/Sterzing/ITA | 46.9281 | 11.4118 | 1917 m | 2006 **** |
| SOKA | + Soboth, Koralpe | 46.6779 | 15.0327 | 1008 m | 2007 |
| WTTA | + Wattenberg | 47.2638 | 11.6363 | 1764 m | 2003 |

- + Direkte Verbindung per Telefonleitung zu ZAMG-Wien
- * Wählleitung von ZAMG-Wien
- ** Datenverteilung durch IPE-Brno
- *** Stationsverbindungen GFZ-Potsdam (GEOFON), ZAMG and IPE (Tschechien)
- **** Stationsverbindung mit Südtirol/Italien

3. ERDBEBEN IN ÖSTERREICH

Bei 626 Erschütterungen des Jahres 2011 der weltweit knapp 7000 seismischen Ereignisse handelte es sich um Erdbeben, die sich in Österreich ereigneten. Insgesamt konnten 51 Erdbeben von der Bevölkerung wahrgenommen werden (siehe Karte).

Verspürte Erdbeben in Österreich im Jahr 2011



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Hohe Warte 38
A - 1190 Wien

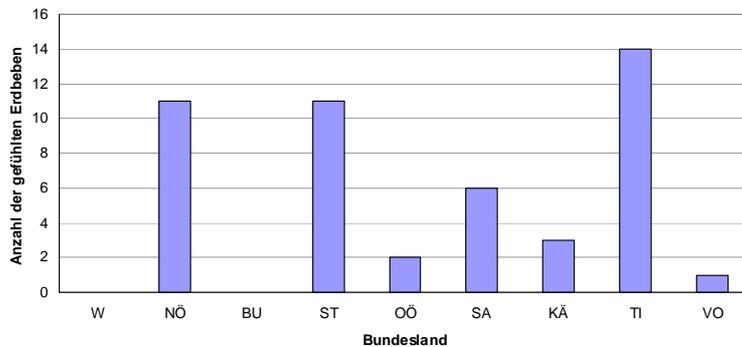
© ZAMG 2011

Österreichischer Geophysikalischer Dienst
an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
www.zamg.ac.at

Abbildung 3: Verteilung der Epizentren verspürter Erdbeben in Österreich des Jahres 2011;
Größe und Farbe der Punkte entsprechend der Epizentralintensität.

Vierzehn verspürte Erdbeben gab es in Tirol, jeweils elf in Niederösterreich und in der Steiermark, sechs in Salzburg, drei in Kärnten, zwei in Oberösterreich und eines in Vorarlberg (siehe Diagramm). Weiters konnte

jeweils ein Erdbeben aus Ungarn, Slowenien und Italien auch in Österreich wahrgenommen werden. Es gab im Jahr 2011 in Österreich keine nennenswerten Gebäudeschäden durch Erdbeben.



Neben der Registrierung der tektonischen Erdbeben wurden weitere 510 Ereignisse in Österreich lokalisiert, deren Ursache auf Sprengungen und Bergschläge zurückzuführen sind.

Die **makroseismische Intensität** ist eine Klassifizierung der Bodenbewegung basierend auf den beobachteten Effekten in einem begrenzten Gebiet eines Erdbebens.

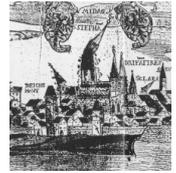
Um die seismische Intensität auf der 12-stufigen EMS-98 Skala eines Erdbebens zu ermitteln, ist der Österreichische Erdbebendienst darauf angewiesen, Fühlbarkeitsmeldungen von der betroffenen Bevölkerung zu erhalten. Im Jahr 2011 gingen 1100 Erdbeben-Wahrnehmungsberichte über das Internet-Wahrnehmungsformular <http://www.zamg.ac.at/cms/de/aktuell/erdbeben> in der Zentrale ein. Auch aus dem angrenzenden Ausland (vor allem aus Südtirol) wurde von 425 Personen über die Erschütterungswirkungen via Internet-Wahrnehmungsformular berichtet. Die Daten ermöglichen dem Österreichischen Erdbebendienst die genaue Ermittlung des Intensitätsgrades auf der EMS-98.

Jeder Ortschaft, in der ein Erdbeben verspürt wurde, wird ein Intensitätsgrad zugeschrieben. Die höchste Intensität wird im Bereich des Epizentrums erzielt, weiter entfernt wird die Erschütterungswirkung immer schwächer. Die Bewertungen für jedes gefühlte Erdbeben werden in einer Datenbank festgehalten.

Eine Liste mit allen gefühlten Erdbeben in Österreich samt der ermittelten Intensitäten in den Epizentren ist in der nachfolgenden Liste angeführt.



MAKROSEISMISCHE BEOBACHTUNGEN IN ÖSTERREICH IM JAHR 2011



| Nr | Datum | Weltzeit | Lokalzeit | Breite | Länge | Herdtiefe | Epizentrum | Land | I ₀ | M _L |
|----|----------|----------|--------------------|--------|-------|----------------|-------------------------|------|------------------|----------------|
| 1 | 1. Jan | 20:55 | 21:55 | 47,25 | 10,74 | 4 | Imst | TI | 3-4 | 1,8 |
| 2 | 5. Jan | 23:52 | 00:52 ⁺ | 47,66 | 15,95 | 5 | Gloggnitz | NÖ | 4-5 | 2,6 |
| 3 | 27. Jan | 01:24 | 02:24 | 47,50 | 9,92 | 16 | Nörtl. Bregenzerwald | VO | 4 | 3,5 |
| 4 | 29. Jan | 18:41 | 19:41 | 47,52 | 18,33 | - | <i>Oroszlany</i> | HU | 2-3* | 4,2 |
| 5 | 31. Jan | 11:44 | 12:44 | 47,25 | 10,73 | 7 | Imst | TI | 4 | 2,7 |
| 6 | 5. Feb | 01:06 | 02:06 | 47,15 | 14,13 | 6 | NW von Murau | ST | 4 | 2,5 |
| 7 | 22. Feb | 00:31 | 01:31 | 47,76 | 16,17 | 7 | N von Pitten | NÖ | 3-4 | 2,3 |
| 8 | 12. Mär | 08:01 | 09:01 | 47,34 | 12,44 | 12 | Jochberg | TI | 4-5 | 3,5 |
| 9 | 5. Apr | 07:14 | 09:14 | 47,66 | 13,71 | 1 [#] | Altaussee | ST | 4 | 3,1 |
| 10 | 19. Apr | 23:32 | 01:32 ⁺ | 47,65 | 16,01 | 4 | SO von Gloggnitz | NÖ | 4 | 2,1 |
| 11 | 20. Apr | 19:14 | 21:14 | 47,36 | 10,65 | 5 | Namlos | TI | 3-4 | 1,9 |
| 12 | 29. Apr | 17:21 | 19:21 | 46,82 | 12,37 | 8 | Innervillgraten | TI | 3-4 ⁻ | 2,5 |
| 13 | 13. Mai | 13:25 | 15:25 | 46,86 | 14,28 | 5 | Gurk | KÄ | 4 | 2,3 |
| 14 | 4. Juni | 14:36 | 16:36 | 47,64 | 15,88 | 7 | Semmering | NÖ | 4 | 2,7 |
| 15 | 21. Juni | 22:14 | 00:14 ⁺ | 47,23 | 11,24 | 5 | Axams | TI | 5 | 2,9 |
| 16 | 29. Juni | 05:19 | 07:19 | 47,64 | 15,78 | 8 | Semmering | NÖ | 3-4 | 2,4 |
| 17 | 2. Juli | 04:50 | 06:50 | 47,64 | 15,86 | 9 | Semmering | NÖ | 3 | 2,2 |
| 18 | 8. Juli | 08:01 | 10:01 | 47,41 | 13,19 | 8 | Bischofshofen | SA | 3-4 | 2,5 |
| 19 | 10. Juli | 14:51 | 16:51 | 47,55 | 15,45 | 4 | Veitsch | ST | 4 | 2,2 |
| 20 | 20. Juli | 4:16 | 6:16 | 47,00 | 13,29 | (7) | Hochalmspitze | KÄ | (3) | 2,3 |
| 21 | 29. Juli | 10:37 | 12:37 | 46,41 | 14,49 | | <i>Seeberger Sattel</i> | SL | (4) | 3,3 |
| 22 | 31. Juli | 22:37 | 00:37 ⁺ | 47,30 | 10,53 | 2 | Häselgehr | TI | 4 | 1,5 |
| 23 | 5. Aug | 20:10 | 22:10 | 46,49 | 14,19 | 6 | S von Feistritz | KÄ | 4 | 2,5 |
| 24 | 10. Aug | 16:16 | 18:16 | 47,65 | 13,75 | 0 [#] | Altaussee | ST | 3 | 2,0 |
| 25 | 14. Aug | 23:12 | 01:12 ⁺ | 47,24 | 14,62 | 10 | Fohnsdorf | ST | 4 | 3,0 |
| 26 | 15. Aug | 14:22 | 16:22 | 47,73 | 16,26 | 8 | NO von Pitten | NÖ | 4 | 2,8 |
| 27 | 5. Sep | 02:45 | 04:45 | 47,07 | 11,28 | 5 | Milders im Stubaital | TI | 4-5 | 2,6 |
| 28 | 8. Sep | 07:23 | 09:23 | 47,86 | 14,29 | 3 | Molln | OÖ | 4 | 1,8 |
| 29 | 26. Sep | 22:35 | 00:35 ⁺ | 47,63 | 16,05 | 3 | Maria Schutz | NÖ | 3 | 1,2 |
| 30 | 29. Sep | 07:57 | 09:57 | 46,77 | 12,47 | 8 | NO von Sillian | TI | 3-4 | 2,4 |
| 31 | 3. Okt | 19:16 | 21:16 | 47,02 | 10,61 | 4 | Serfaus | TI | 4-5 | 2,3 |
| 32 | 23. Okt | 06:53 | 08:53 | 47,09 | 14,20 | 5 | Murau | ST | 3-4 | 1,9 |
| 33 | 23. Okt | 10:11 | 12:11 | 47,10 | 14,20 | 4 | Murau | ST | 3-4 | 1,7 |
| 34 | 28. Okt | 05:49 | 07:49 | 48,18 | 15,02 | 3 | St. Martin/Ybbsfeld | NÖ | 4 | 1,7 |
| 35 | 29. Okt | 04:13 | 06:13 | 45,74 | 10,95 | - | <i>Gardasee</i> | ITA | 4* | 4,8 |
| 36 | 31. Okt | 14:54 | 15:54 | 47,73 | 16,24 | 7 | bei Pitten | NÖ | 4 | 2,7 |
| 37 | 2. Nov | 04:44 | 05:44 | 47,07 | 14,22 | 2 | Murau | ST | 3-4 | 1,1 |
| 38 | 3. Nov | 03:51 | 04:51 | 47,09 | 14,21 | 4 | Murau | ST | 4 | 2,0 |
| 39 | 9. Nov | 08:07 | 09:07 | 47,42 | 14,79 | 5 | Kalwang | ST | 3-4 | 2,0 |
| 40 | 14. Nov | 03:51 | 04:51 | 47,03 | 11,61 | 4 | NO vom Brennerpass | TI | 4 | 2,2 |
| 41 | 20. Nov | 03:24 | 04:24 | 47,41 | 12,87 | 9 | Saalfelden | SA | 4 | 2,9 |
| 42 | 20. Nov | 03:27 | 04:27 | 47,42 | 12,82 | - | Saalfelden | SA | 3-4 ⁻ | 2,7 |
| 43 | 20. Nov | 03:30 | 04:30 | 47,44 | 12,88 | - | Saalfelden | SA | 3-4 ⁻ | 2,5 |
| 44 | 26. Nov | 08:59 | 09:59 | 47,26 | 11,34 | 6 | Innsbruck | TI | 3-4 | 2,2 |

| Nr | Datum | Weltzeit | Lokalzeit | Breite | Länge | Herdtiefe | Epizentrum | Land | I ₀ | M _L |
|----|---------|----------|-----------|--------|-------|-----------|-------------------|------|----------------|----------------|
| 45 | 6. Dez | 22:48 | 23:48 | 47,74 | 16,17 | 4 | Pitten | NÖ | 4 | 2,2 |
| 46 | 11. Dez | 17:13 | 18:13 | 47,30 | 11,46 | 4 | Rum bei Innsbruck | TI | 4-5 | 2,4 |
| 47 | 14. Dez | 12:37 | 13:37 | 47,41 | 13,42 | 10 | Radstadt | SA | 5 | 3,7 |
| 48 | 14. Dez | 12:37 | 13:37 | 47,42 | 13,45 | 11 | Radstadt | SA | 5 | 3,8 |
| 49 | 15. Dez | 11:31 | 12:31 | 47,17 | 14,51 | 7 | W von Judenburg | ST | 4 | 2,7 |
| 50 | 16. Dez | 06:55 | 07:55 | 47,84 | 14,24 | 6 | Molln | OÖ | 4-5 | 2,9 |
| 51 | 24. Dez | 02:49 | 03:49 | 47,27 | 11,27 | 3 | Zirl | TI | 3-4 | 1,4 |

Weltzeit UTC = GMT
 Lokalzeit Mitteleurop. Zeit (MEZ) bzw. Mitteleurop. Sommerzeit (MESZ)
 Breite, Länge geographische Epizentralkoordinaten
 h Makroseismische Herdtiefe in km ($\log h = (M_L - 0.67 * I_0 + 2) / 2.33$)
 I₀ Epizentralintensität (EMS-98 - Europ. Makroseismische Skala) in Grad
 M_L Lokalmagnitude nach Richter
 () Lokalintensität
 # Herdtiefe festgesetzt
 * Maximalintensität in Österreich
 + Datumssprung beachten!
 - Intensität abgeschätzt, keine genauen Angaben

INTENSITÄTSSKALA EMS-98

Auszug aus der 12-stufigen Europäischen Makroseismischen Skala 1998, basierend auf Mercalli-Sieberg

| Grad | Erdbebenwirkungen an der Erdoberfläche |
|------|--|
| 3 | Schwach fühlbar: Wird von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen empfinden ein leichtes Schaukeln oder Rütteln. |
| 4 | Deutlich fühlbar: Wird in Gebäuden von vielen Personen und im Freien vereinzelt wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Fenster, Türen und Geschirr klirren. |
| 5 | Stark fühlbar: Wird in Gebäuden von allen Personen, im Freien von einigen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Einige Personen erschrecken. Das gesamte Gebäude schwankt. Hängende Gegenstände pendeln stark. Kleine Objekte werden verschoben. Türen und Fensterläden schlagen auf und zu. |

Die stärksten Erdbeben

Das stärkste österreichische Erdbeben des Jahres 2011 ereignete sich am 14. Dezember um 13:37 Uhr MEZ bei **Radstadt** in Salzburg mit einer Magnitude von 3,8 nach Richter. 19 Sekunden früher fand ein kräftiges Vorbeben der Magnitude 3,6 statt.

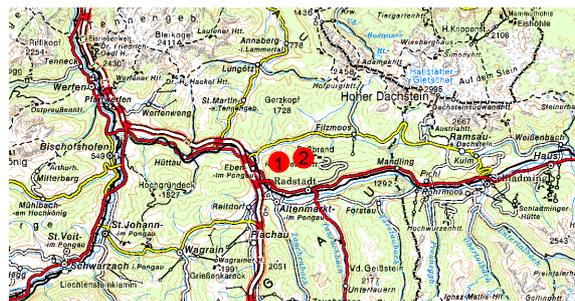


Abbildung 4: Lage der Epizentren der beiden stärksten Beben am 14. Dezember 2011 (AMAP)

Die Epizentren befanden sich zwischen Radstadt und Eben im Pongau. Den beiden Hauptbeben gingen zwei Vorbeben um 13h35 mit Magnituden von 1,7 und 1,9 voran, knapp 50 Nachbeben wurden registriert, die aber unter der Fühlbarkeitsgrenze lagen. Beim Österreichischen Erdbebendienst an der Hohen Warte in Wien gingen mehr als 270 Erdbebenmeldungen der betroffenen Bevölkerung via Internet ein. Es wurde von umgefallenen Gegenständen berichtet, auch leichte Schäden wie Risse im Verputz wurden vereinzelt beobachtet. Das Beben wurde bis Ybbs (NÖ) verspürt, welches vom Epizentrum 140 km entfernt liegt. Die Epizentralintensität erreichte nach vorläufigen Auswertungen den Grad 5 auf der zwölfteiligen Europäischen Makroseismischen Skala (EMS-98).

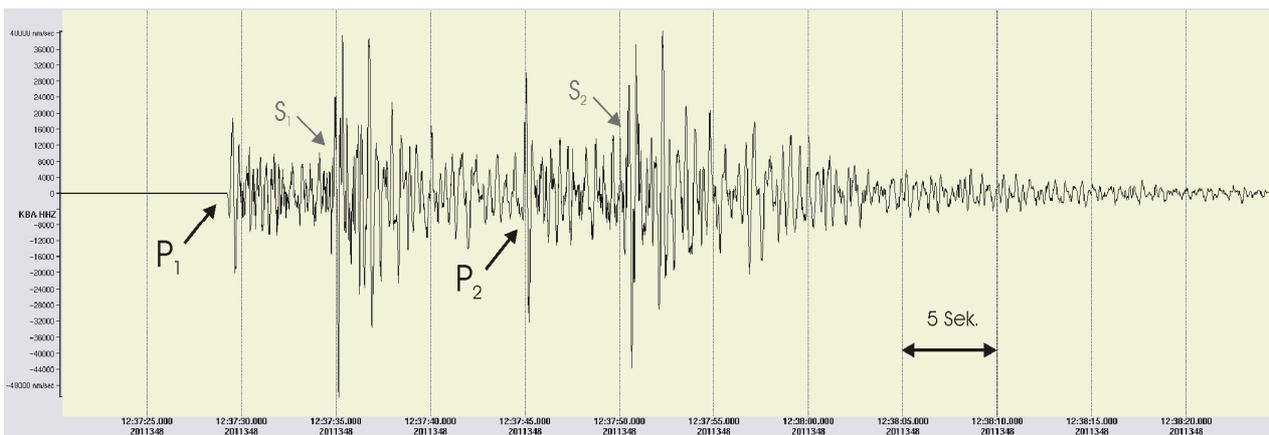


Abbildung 5: Die Registrierung der Erdbebenwellen für die beiden Beben am 14. Dezember 2011 an der Station Kölnbreinsperre in Kärnten (Österreichischer Erdbebendienst, ZAMG). Die Beschriftung zeigt die Einsätze der P- und S-Wellen und lässt die Überlappung des zweiten Bebens mit dem ersten erkennen (P..Longitudinalwellen, S..Scherwellen).

Das Erdbeben in **Axams** bei Innsbruck am 22. Juni um 00:14 Uhr MESZ erreichte ebenfalls eine Intensität vom Grad 5 auf der EMS-98, die Magnitude nach Richter betrug 2,9. Mehr als 600 Meldungen sind via Internet-Wahrnehmungsformular beim Österreichischen Erdbebendienst eingelangt.

Sehr stark wurde das Erdbeben bei **Molln** in Oberösterreich am 16. Dezember um 07:55 Uhr MEZ verspürt, das sich in geringer Tiefe ereignet hat. Die Magnitude betrug 2,9, die Intensität wies ebenfalls 4-5 Grad auf der EMS-98 auf.

Das Erdbeben im **nördlichen Bregenzerwald** am 27. Jänner um 02:24 Uhr MEZ wurde trotz der relativ hohen Magnitude von 3,5 nach Richter nur mäßig stark verspürt. Der Grund dafür liegt in der großen Herdtiefe, die im Bereich von 20 km ermittelt wurde. Es sind 22 Meldungen aus Vorarlberg, Deutschland, Liechtenstein und der Schweiz eingelangt; die Intensität betrug 4 Grad auf der EMS-98.

Ebenfalls eine Magnitude von 3,5 nach Richter hatte das Erdbeben bei **Jochberg** in Tirol am 12. März um 09:01 Uhr MEZ. Hier betrug die Epizentralintensität 4 – 5 Grad (EMS-98).

Erdbebenserien

In manchen Orten machten sich im Jahr 2011 gleich mehrere Erdbeben bemerkbar:

Im Gebiet von **Murau** in der Steiermark wurde am 5. Februar um 02:06 Uhr MEZ ein deutlich fühlbares Erdbeben der Magnitude 2,5 nach Richter registriert, es folgten dann vier weitere Beben zwischen dem 23. Oktober und dem 3. November mit einer maximalen Magnitude von 2,0.

Im Zeitraum von 4. Juni bis 2. Juli bebte am **Semmering** in Niederösterreich die Erde drei Mal (Magnituden bis 2,7).

In **Saalfelden** in Salzburg ereigneten sich am 20. November innerhalb von 7 Minuten drei fühlbare Erdbeben mit Magnituden von 2,9, 2,7 und 2,5.

Im Zeitraum vom 30. November bis 3. Dezember wurde bei **Hall in Tirol** ein großer Bebenschwarm registriert, der insgesamt 152 schwache Erdbeben umfasste. Sie blieben unter der Wahrnehmungsgrenze und konnten nur instrumentell erfasst werden. Das stärkste Ereignis hatte eine Magnitude von 1,6 nach Richter, die kleinsten Magnituden lagen bei -1,5. Da der Österreichische Erdbebendienst im Raum Innsbruck ein Nahbebenstationsnetz mit hochempfindlichen Messgeräten betreibt, ist es möglich, auch diese energieschwachen Ereignisse aufzuzeichnen und auszuwerten.

In Abbildung 6 ist ein Seismogramm dargestellt, das an der Station am Wattenberg (WTTA), ca. 8 km von Hall entfernt, aufgezeichnet wurde.

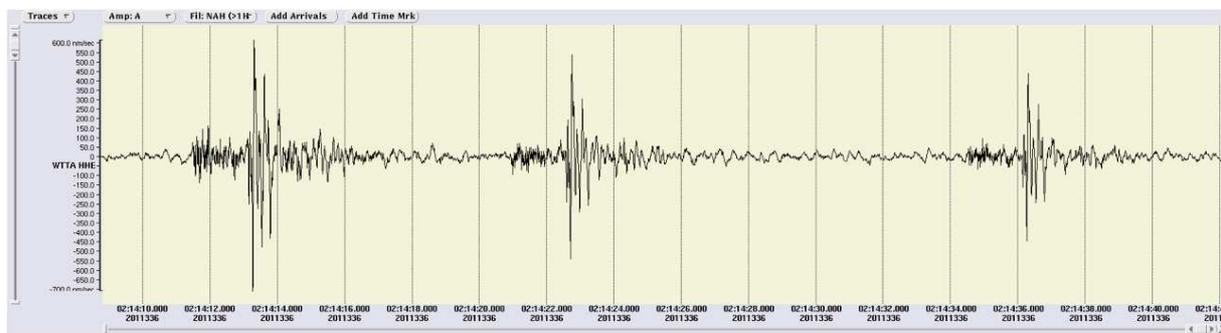


Abbildung 6: Registrierung von drei sehr schwachen Erdbeben innerhalb von 30 Sekunden bei Hall in Tirol an der Station WTTA des Österreichischen Erdbebendienstes (ZAMG)

Solche Erdbebenschwärme sind ein bekanntes Phänomen, das besonders in Tirol immer wieder beobachtet werden kann. Zuletzt sorgten zwei Schwärme im Oktober 2010 für Aufsehen, die sich bei Schwaz und bei Ehrwald ereigneten. Damals konnten auch mehrere Erdbeben verspürt werden.

Abbildung 7 zeigt Diagramme, die das zeitliche Auftreten der Beben zwischen 30. November und 3. Dezember sowie die Anzahl der Beben pro Magnitudenklasse darstellen.

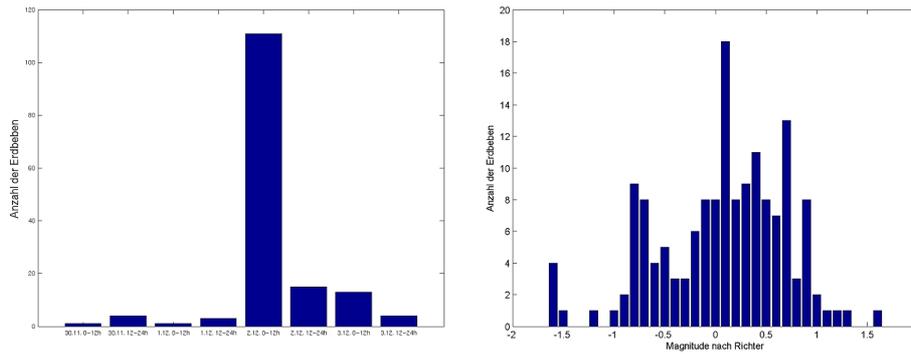


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf und auftretende Magnituden des Bebenschwarms bei Hall zwischen 30. November und 3. Dezember 2011

Während in den ersten zwei Tagen nur wenige Erdbeben stattfanden, stieg die Häufigkeit am 2. Dezember sprunghaft an - es gab zwischen 0 und 12 Uhr UTC 111 Ereignisse. Danach ging die Anzahl wieder zurück. Das Beben mit der größten Magnitude wurde erst gegen Ende der Serie am 3. Dezember um 04:40 UTC (05:40 Uhr MEZ) registriert. Die meisten Erdbeben wiesen Magnituden zwischen $-0,8$ und $0,9$ auf, die Anzahl der schwächeren bzw. stärkeren Ereignisse war relativ gering.

Tektonisch gesehen ereignen sich die Erdbeben im Raum Hall an der Inntalstörung, sie ist die aktivste Störungslinie in Tirol. Eine Analyse der Ersteinsatzrichtungen des stärksten Bebens dieser Serie lässt vermuten, dass es sich um eine Unterschiebung gehandelt hat. Dies bedeutet, dass eine tektonische Decke unter die andere abtaucht. Die Herdtiefen der Schwarmereignisse liegen im Bereich von 6 bis 7 km und entsprechen der durchschnittlichen Herdtiefe in Tirol (Lenhardt et al., 2007, Austrian Journal of Earth Sciences, Vol. 100).

Hall in Tirol war während der vergangenen Jahrhunderte immer wieder Schauplatz stärkerer Erdbeben, das größte und folgenschwerste ereignete sich am 17. Juli 1670. Damals sind schwere Gebäudeschäden entstanden, die rekonstruierte Magnitude nach Richter wird mit 5,2 angegeben.

Das Erdbeben geschehen in Tirol und Norditalien in Vergangenheit und Gegenwart steht im Mittelpunkt des internationalen Forschungsprojektes INTERREG IV Projektes – HAREIA. Die wichtigsten Ziele sind, einen neuen Erdbebenkatalog für diese Region zu erstellen sowie eine aktuelle Einschätzung der Erdbebengefährdung zu erhalten. Unter der Leitung des Amtes der Tiroler Landesregierung (Zivil- und Katastrophenschutz) sind die ZAMG und mehrere Institute in Südtirol und Friaul-Julisch-Venetien an den Forschungsarbeiten beteiligt (<http://www.tirol.gv.at/themen/sicherheit/katziv/lwz/hareia/>).

Registrierung infolge eines Felssturzes



Abbildung 8:
Lage des Felssturzes (AMAP)

Am Sonntag, den 23. Oktober 2011 ereignete sich am Nachmittag ein Felssturz im Bereich des **Loiblpasses in Kärnten**. Es stürzten 30.000 Kubikmeter Felsen und Geröll aus einer Felswand südlich von Unterloibl in die Tiefe, zwei ungewöhnlich große Felsblöcke (120 bzw 60 Tonnen) donnerten auf die Parkplätze des beliebten Ausflugszieles der Tschepaschlucht (siehe Fotos in Abbildung 9). Die Straße wurde wegen der Gefahr nachfolgender Felsstürze gesperrt. Hunderte Menschen, die im Tal leben, waren vorerst eingeschlossen. Die auslösende Ursache für den natürlichen Prozess der Gebirgsabtragung dürfte im Wechsel zwischen Frost und Tauwetter liegen.

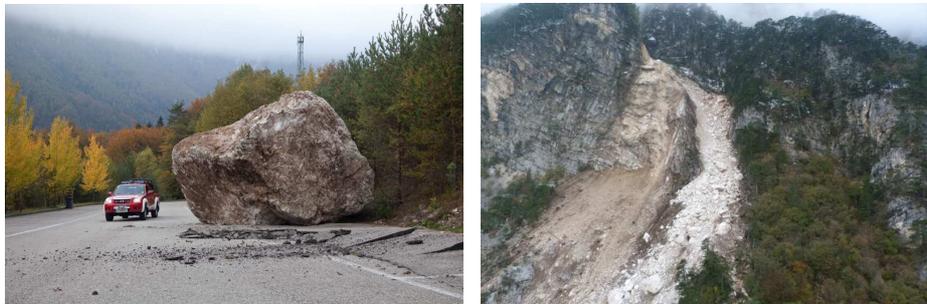


Abbildung 9: Felssturz am 23. Oktober 2011 im Bereich Loiblpass in Kärnten

Quelle der Fotos: <http://www.kleinezeitung.at/nachrichten/chronik/2861248/loiblpass-felssturzes-gesperrt.story>

Der Österreichische Erdbebendienst der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik registrierte dieses Ereignis in einer Entfernung von 21 km an der seismischen Station OBKA, die in einem Bergstollen am Hochobir bei Bad Eisenkappel liegt. Die Aufzeichnung ist im Seismogramm (Abbildung 10) zu sehen, die sich deutlich von der Signalform eines Erdbebens unterscheidet. Unter Zuhilfenahme dreier weiterer Stationen wurde das Ereignis mit einer Genauigkeit von nur wenigen Hundert Metern lokalisiert. Die Magnitude betrug 0,7. Dank der Aufzeichnungen des Österreichischen Erdbebendienstes könnte die exakte Uhrzeit des Felssturzes mit 16h44 und 34 Sekunden angegeben werden.

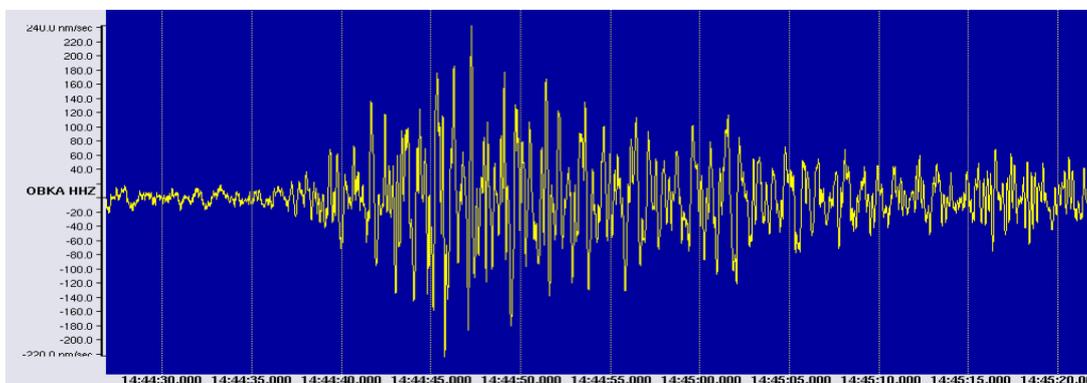


Abbildung 10: Seismische Registrierung des Felssturzes am 23. Oktober 2011 an der Station OBKA am Hochobir

3. AUSGEWÄHLTE WELTWEITE ERDBEBEN

Im Jahr 2011 ereignete sich weltweit ein einziges Erdbeben mit einer Magnitude größer 8, das Tohoku-Erdbeben mit einer Magnitude von 9,1. Dieser Wert entspricht dem langjährigen Durchschnitt. Das seismische Messnetz des Österreichischen Erdbebendienstes erfasste alle 19 weltweiten Erdbeben, die Magnituden größer oder gleich 7 hatten.

182 Erdbeben wiesen Magnituden zwischen 6,0 und 6,9 auf. Mehr als die Hälfte aller Beben, die sich weltweit mit Magnituden zwischen 5,0 und 5,9 ereigneten, wurden mit den seismischen Stationen in Österreich aufgezeichnet. Der von USGS angegebene Wert von insgesamt 2200 Erdbeben im Jahr 2011 mit Magnituden größer gleich 5 übersteigt die durchschnittliche Anzahl von 1590 (seit dem Jahr 2000) deutlich. Dieses Faktum ist einerseits auf die hohe Anzahl von Nachbeben nach dem Tohoku-Erdbeben zurückzuführen, andererseits können durch ein dichteres Messnetz auch in entlegenen Regionen Erdbeben detektiert werden.

Durch die weltweite Erdbebenaktivität waren im Berichtsjahr entsprechend den Abgaben von U.S. Geological Survey (USGS) 16,947 Todesopfer zu beklagen, wobei die Großzahl dem Tohoku-Erdbeben und seinem Tsunami in Japan zu Opfer fielen.

In Abbildung 11 und in der nachfolgenden Tabelle sind jene Erdbeben wiedergegeben, die Schäden hervorriefen oder Magnituden größer oder gleich 7 aufwiesen.

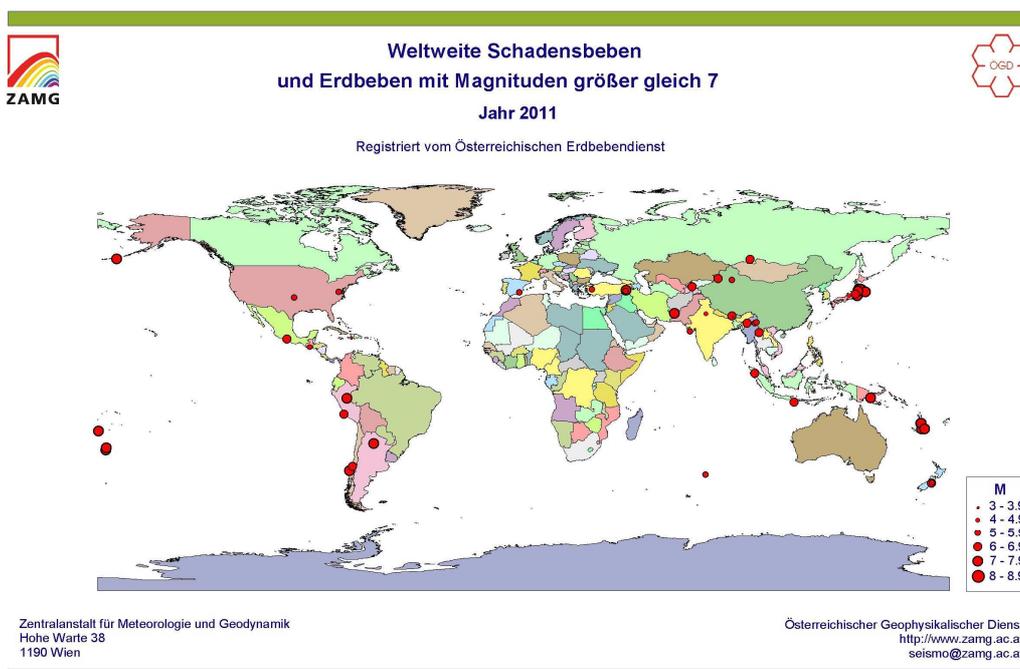


Abbildung 11: Weltweite Verteilung von Erdbeben mit Schadenswirkung bzw. mit Magnituden $M \geq 7$ des Jahres 2011

Weltweite Erdbeben

mit Schadenswirkung oder mit Magnituden $M \geq 7$ des Jahres 2011 (USGS)

| Datum | Weltzeit | M | Epizentrum | Kommentar |
|---------|----------|-----|---|--|
| 1. JAN | 09:56 | 7,0 | Argentinien, Santiago del Estero 26,80°S 63,24°W | Herdtiefe 577 km |
| 2. JAN | 20:20 | 7,2 | Chile, Araucania 38,36°S 73,33°W | minimale Schäden |
| 13. JAN | 16:16 | 7,0 | Loyalitätsinseln 20,63°S 168,47°O | verspürt auf Noumea, Neukaledonien |
| 18. JAN | 20:23 | 7,2 | Südwest-Pakistan 28,78°N 63,95°O | 3 Todesopfer (2 durch Herzinfarkt), mehrere Verletzte und mind. 200 beschädigte Gebäude; verspürt bis Südindien, Usbekistan und Saudi-Arabien |
| 1. FEB | 07:11 | 4,8 | Grenzregion Myanmar/China 24,69°N 97,94°O | Mind. ein Verletzter in Pingyuan; 80 000 Obdachlose und mind. 700 beschädigte oder zerstörte Häuser in der Region Yingjiang |
| 4. FEB | 13:53 | 6,2 | Grenzregion Myanmar/Indien 24,62°N 94,68°O | Ein Todesopfer und einige zerstörte Häuser und beschädigte Brücken in der Region Monywa, Myanmar |
| 11. FEB | 20:05 | 6,9 | Chile, vor Küste von Bio-Bio 36,47°S 72,13°W | Stromausfälle; lokaler Tsunami (Wellenhöhe 30 cm) bei Talcahuano |
| 21. FEB | 23:51 | 6,1 | Neuseeland, Südsinsel 43,58°S 172,68°O | Mind. 181 Tote, 1500 Verletzte, 10 000 Obdachlose und etwa 100 000 beschädigte oder zerstörte Gebäude in Region Christchurch; Erdbeben und Bodenverfl. |
| 9. MAR | 02:45 | 7,3 | Japan, vor Ostküste Honshus 38,44°N 142,84°O | Vorbeben zu Tōhoku-Erdbeben |
| 10. MAR | 04:58 | 5,5 | Grenzregion Myanmar/China 24,72°N 97,97°O | 25 Todesopfer, 250 Verletzte, 1039 zerstörte und 12 528 beschädigte Gebäude, mehrere beschädigte Straßen |
| 11. MAR | 05:46 | 9,0 | Japan, vor Ostküste Honshus 38,30°N 142,37°O | Tōhoku-Erdbeben: Mind. 15.550 Todesopfer, 5.344 Vermisste, 5.314 Verletzte u. 130.927 Obdachlose. Mind. 332.395 Gebäude, 2.126 Straßen, 56 Brücken und 26 Bahngleise zerstört oder beschädigt durch Erdbeben oder Tsunami in Küstenregion zwischen Chiba und Aomori; Nuklearunfälle in AKW Fukushima; 309 Mrd. US\$ Gesamtschaden |
| 11. MAR | 06:15 | 7,9 | Japan, vor Ostküste Honshus 36,28°N 141,11°O | Nachbeben zu Tōhoku- Erdbeben |
| 11. MAR | 06:25 | 7,7 | Japan, vor Ostküste Honshus 38,06°N 144,59°O | Nachbeben zu Tōhoku - Erdbeben |
| 24. MAR | 13:55 | 6,9 | Myanmar 20,687°N 99,822°O | Mind. 74 Todesopfer, 111 Verletzte und 413 beschädigte Gebäude, eine zerstörte Brücke, Hangrutschungen |
| 7. APR | 14:32 | 7,1 | Japan, Ostküste von Honshu 38,276°N 141,588°O | Mind. 3 Todesopfer, 132 Verletzte, Stromausfälle; Nachbeben Tōhoku-Erdbeben |
| 11. APR | 08:16 | 6,6 | Japan, Ost-Honshu 37,001°N 140,401°O | 6 Todesopfer bei einer Hangrutschung in Iwaki und eines in Ibaraki |
| 11. MAI | 16:47 | 5,1 | Spanien, Region Murcia 37,699°N 1,672°W | Mind. 10 Todesopfer und dutzende Verletzte in der Region Lorca |
| 19. MAI | 20:15 | 5,8 | West-Türkei 39,137°N 29,074°O | 3 Todesopfer und 20 Verletzte, Schäden an Gebäuden und Stromkabeln in Region um Simav |
| 8. JUN | 01:53 | 5,3 | China, Nord-Xinjiang 43,015°N 88,247°O | Mind. 8 Verletzte, 50 beschädigte Häuser und Erdbeben in Region um Dabancheng |
| 13. JUN | 02:20 | 5,9 | Neuseeland, Südsinsel 43,564°S 172,743°O | 45 Verletzte, 100 beschädigte Gebäude, einige beschädigte Straßen und eine zerstörte Brücke, Bodenverflüssigungen und Erdbeben bei Christchurch |
| 20. JUN | 10:16 | 5,3 | Grenzregion Myanmar/China 25,075°N 98,721°O | 4 Verletzte und einige Zerstörungen in der Region um Baoshan, China |
| 24. JUN | 03:09 | 7,3 | Alaska, Aleuteninseln 52,050°N 171,836°W | kleiner Tsunami (maximale Wellenhöhe 10 cm) |
| 24. JUN | 14:06 | 3,5 | Haiti Region 18,335°N 72,406°W | 7 Menschen wurden bei einer Panik verletzt |
| 29. JUN | 23:16 | 4,7 | Japan, Ost-Honshu 36,261°N 137,679°O | Mind. 7 Personen in Nagano verletzt |
| 6. JUL | 19:03 | 7,6 | Kermadek-Inselregion 29,539°S 176,340°W | Herdtiefe 17 km; keine Schäden gemeldet |

| Datum | Weltzeit | M | Epizentrum | Kommentar |
|---------|----------------|------------|--|--|
| 19. JUL | 19:35 | 6,1 | Kirgisistan 40,081°N 71,410°O | Mind. 14 Tote, 86 Verletzte und viele Gebäude zerstört |
| 11. AUG | 10:06 | 5,6 | China, Süd-Xinjiang 39,955°S 77,028°O | 21 Personen verletzt und Schäden in der Region um Kashi |
| 20. AUG | 16:55 | 7,1 | Vanuatu 18,361°S 168,098°O | Keine Schäden gemeldet |
| 20. AUG | 18:19 | 7,0 | Vanuatu 18,311°S 168,218°O | gefühlte in Port Vila und bis nach Lungaville |
| 24. AUG | 17:46 | 7,0 | Nord-Peru 7,641°S 74,525°W | gespürt in vielen Regionen von Peru, sowie im südlichen Ecuador and Bolivien |
| 26. AUG | 17:51 | 5,8 | USA, Virginia 37,936°N 77,933°W | Schäden von Mittel-Virginia bis in Süden von Maryland und Region um Washington D.C. |
| 3. SEP | 22:55 | 7,0 | Vanuatu 20,671°S 169,716°O | Herdtiefe 171 km; keine Schäden gemeldet |
| 5. SEP | 17:55 | 6,7 | Indonesien, Nord-Sumatra 2,965°N 97,893°O | Mind. 10 Todesopfer in Aceh |
| 7. SEP | 17:58 | 4,3 | Indien, Region Delhi 28,724°N 77,189°O | ein Verletzter und geringe Schäden in der Region um Delhi |
| 15. SEP | 19:31 | 7,3 | Region Fidschi-Inseln 21,611°S 179,528°W | Herdtiefe 626 km; keine Schäden gemeldet |
| 18. SEP | 12:40 | 6,9 | Indien, Sikkim 27,730°N 88,155°O | Mind. 111 Tote, viele Verletzte und tausende Gebäude, sowie Straßen und Brücken zerstört |
| 19. SEP | 18:33 | 5,6 | Guatemala 14,186°N 90,142°W | Mind. ein Todesopfer |
| 13. OKT | 03:16 | 6,1 | Indonesien, S von Bali 9,339°S 114,593°O | Mind. 43 Verletzte südlich von Bali |
| 20. OKT | 17:18 | 5,0 | Indien, Gujarat 21,211°N 70,533°O | Mind. 34 Verletzte und mehr als 3.000 Gebäude beschädigt in Region Talala-Maliya |
| 21. OKT | 17:57 | 7,4 | Region Kermadec-Inseln 28,722°S 176,238°W | keine Schäden gemeldet |
| 23. OKT | 10:41 | 7,1 | Ost-Türkei 38,722°N 43,513°O | Mind. 604 Todesopfer, 2 608 Verletzte, 40 000 Obdachlose, 5 739 zerstörte und 4 882 beschädigte Gebäude bei Ercis-Tabanlı-Van; Bodenverflüssigungen, Risse |
| 28. OKT | 18:54 | 6,9 | Peru, Küstenregion 14,438°S 75,699°W | Ein Toter, 103 Verletzte und beschädigte Gebäude in Lima und anderen Städten |
| 29. OKT | 00:43 | 3,5 | Indien, Sikkim 27,449°N 88,684°O | Ein Todesopfer durch Absturz von einer Brücke und 1 Todesfall durch Herzinfarkt |
| 1. NOV | 00:21 | 6,0 | China, Nord - Xinjiang 43,64°N 82,44°O | 824 Unterkünfte zerstört, 3 800 Personen evakuiert; Schaden in etwa 10,5 Mill. US \$ |
| 6. NOV | 03:53 | 5,6 | USA, Oklahoma 35,532°N 96,765°W | Mind. 2 Verletzte und 14 Gebäude zerstört in der Region um Prague und Sparks |
| 9. NOV | 19:23 | 5,6 | Ost-Türkei 38,42°N 43,22°O | Nachbeben des Erdbebens v. 23. Oktober; mehr als 40 Todesopfer und viele Verletzte |
| 11. DEZ | 01:47 | 6,5 | Mexiko, Guerrero 17,844°N 99,963°W | Mind. 2 Todesopfer, 5 Verletzte und 70 beschädigte Häuser; Stromausfälle und Hangrutschungen |
| 14. DEZ | 05:04 | 7,1 | Papua-Neuguinea 7,561°S 146,804°O | Herdtiefe 121 km – keine nennenswerten Schäden |
| 23. DEZ | 00:58 02:18 | 5,8 5,9 | Neuseeland, Südinsel 43,490°S 172,800°O | etwa 60 Verletzte, einige Gebäudeschäden und Bodenverflüssigungen |
| 27. DEZ | 15:21 | 6,6 | Russland, SW-Sibirien 51,842°N 95,911°O | Viele beschädigte Gebäude und etwa 1600 Personen evakuiert |

Weltzeit...Greenwich Mean Time = GMT bzw. UTC
M...Magnitude (logarithmische Energieskala)
Daten weltweiter Erdbeben von U.S. Geological Survey
Die Angaben sind ohne Gewähr

Im Folgenden werden einzelne, bemerkenswerte Erdbeben des Jahres 2011 herausgegriffen und näher beschrieben:

Neuseeland, 21. Feber 2011



Ein schweres Erdbeben der Magnitude 6,3 erschütterte am 22. Februar 2011 um 12:51 Uhr Ortszeit (21. Februar um 23:52 Uhr Weltzeit) die Südinsel Neuseelands. Das Epizentrum lag unmittelbar südlich der Großstadt Christchurch. Durch die geringe Herdtiefe von 5 km waren die Auswirkungen katastrophal.

Abbildung 12: Lage des Epizentrums



Abbildung 13: Schäden nach dem Erdbeben in Christchurch

Bildquelle: http://www.nytimes.com/2011/02/23/world/asia/23zealand.html?_r=1&hp

Durch die starken Erschütterungen stürzten mehrere Gebäude ein, darunter auch ein großer Wohnblock sowie Teile der Kathedrale. Viele Menschen wurden unter den Trümmern verschüttet. Die Todesopferzahl beläuft sich auf mindestens 181. Zahlreiche Nachbeben wurden registriert, die stärksten hatten eine Magnitude von 5,5 und 5,6 nach Richter und wurden auch von den Erdbebenstationen des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG aufgezeichnet.

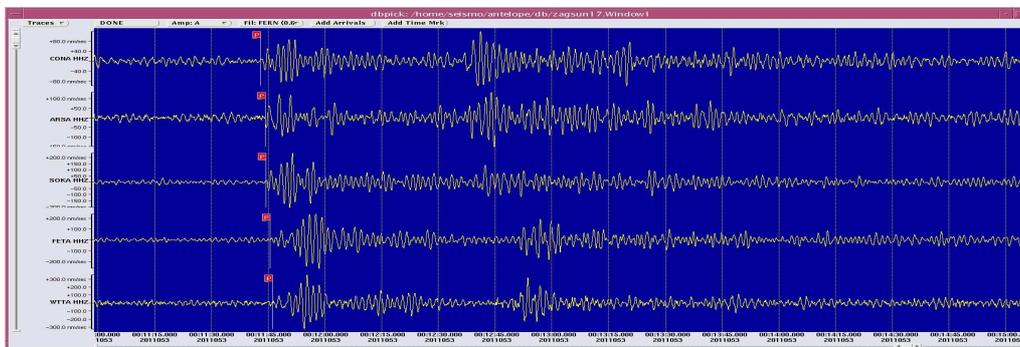


Abbildung 14: Aufzeichnung des Erdbebens in Neuseeland an fünf seismischen Stationen des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG. Markiert ist das Eintreffen der PKP-Welle, deren Weg durch den Erdkern verläuft, um ca. 00:11:45 Uhr Weltzeit am 22. Februar 2011.

Bei diesem verheerenden Erdbeben handelte es sich um das stärkste und östlichste Nachbeben zum Hauptbeben vom 3. September 2010, das eine Magnitude von 7,0 aufwies und sich etwa 50 km weiter nordwestlich ebenfalls in einer Tiefe von 5 km ereignete. Damals gab es zwar schwere Gebäudeschäden, doch keine Todesopfer.

Obwohl das 21. Feber 2011 - Beben eine deutlich geringere Magnitude hatte, sind die Auswirkungen weitaus schlimmer als beim Hauptbeben. Die Ursache dafür ist die Lage des Epizentrums: die unmittelbare Nähe zur Stadt Christchurch.

Das tektonische Spannungsfeld in Neuseeland wird bestimmt durch das Aufeinandertreffen der Pazifischen und Australischen Platte, die sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 6 cm pro Jahr relativ zueinander bewegen. Die eigentliche Plattengrenze befindet sich in der Mitte der Südinsel.

Die vorangegangenen Nachbeben und auch frühere Erdbeben südlich von Christchurch gaben schon Hinweise auf Ost-West verlaufende Bruchzonen in dieser Region. Gemäß der Herdflächenlösung handelte es sich um eine schräge Aufschiebung in Folge der Kompression der Erdkruste in diesem Gebiet, die letztlich zur Entstehung von Neuseeland überhaupt geführt hat.

Japan, 11. März 2011

Das Erdbeben mit den meisten Todesopfern des Jahres 2011, das stärkste Beben des Jahres und das viertstärkste Beben, das je aufgezeichnet wurde, war das Tōhoku-Erdbeben in Japan am 11. März 2011.

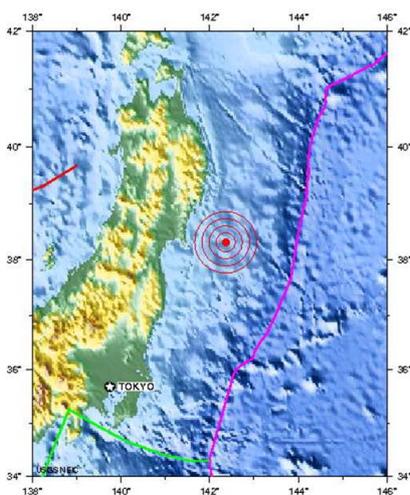


Abbildung 15: Lage des Epizentrums

http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2011/eq_110311_c0001xgp/neic_c0001xgp_1.html
Bildquelle: USGS

Am 11. März 2011 um 05h46 Weltzeit (14h46 Ortszeit) ereignete sich vor der japanischen Hauptinsel Honshu (38,322°N, 142,369°E, Daten von USGS) ein verheerendes Seebeben. Die Magnitude betrug nach Angaben vom U.S. Geological Survey 9,0. Es war somit weltweit das viertstärkste Erdbeben, das seit 1900 mit Messinstrumenten jemals aufgezeichnet wurde, sowie das stärkste Erdbeben in der Geschichte Japans. Das Epizentrum des Bebens lag etwa 130 Kilometer östlich der Hafenstadt Sendai sowie etwa 370 Kilometer nordöstlich der Hauptstadt Tokyo. Die Herdtiefe betrug 32 km.

Infolge von Versetzungen des Untergrundes am Meeresboden kam es zur Ausbreitung eines Tsunami, der an der japanischen Küste Wellenhöhen von zehn Metern erreichte. Die Wellen führten auf einem bis zu 10 km breiten Küstenstreifen über hunderte Kilometer, insbesondere an der gesamten Nordostküste Honshus, zu schwersten Verwüstungen.

Für den gesamten Pazifikraum wurde eine Tsunamiwarnung ausgegeben. Die Meereswellen breiteten sich im Laufe von zwanzig Stunden mit abnehmender Wellenhöhe bis zum Südpazifik aus und führten auch in einer Entfernung von tausenden Kilometern zu Schäden. Es wurde von einzelnen Todesopfern in Kalifornien und Papua-Neuguinea berichtet.

Infolge des Tsunami versagten bei mehreren an der Küste gelegenen Kernkraftwerken die Kühlsysteme. Im AKW Fukushima kam es zu Explosionen, eine Kernschmelze droht. Die austretende Radioaktivität bedroht Millionen von Menschen im dicht besiedelten Japan. Obwohl das hochtechnisierte Japan wie kein anderes Land auf Erdbebenkatastrophen vorbereitet und eingerichtet ist, konnte eine erdbebensichere Bautechnik nicht der Kraft der Natur trotzen und brachte grenzenloses Leid über die Bevölkerung. Die genaue Anzahl an Todesopfern wird noch lange Zeit nicht feststehen, tausende Todesopfer und zehntausende Vermisste sind zu beklagen, hunderttausende Personen verloren ihr Heim.

Die Bebenwellen benötigen zwölf Minuten, um vom Bebenherd nach Österreich zu gelangen. Sie wurden an allen Stationen des Österreichischen Erdbebendienstes registriert. Das untenstehende Seismogramm (Abbildung 16) wurde an der seismischen Station am Conrad-Observatorium in Niederösterreich aufgezeichnet und zeigt einen Ausschnitt von etwa 1,5 Stunden.

Es sind darin verschiedene Wellentypen zu erkennen, insbesondere der Ersteinsatz der Kompressionswelle sowie die Scher- und die Oberflächenwellen, welche durch ihre horizontalen Bodenbewegungen zu den stärksten Schäden führen.

Das Erdbeben versetzte den Erdball in leichte Schwingungen mit Perioden von etwa 20 Minuten, den sogenannten Eigenschwingungen. Diese sind auf dem Seismogramm jedoch nicht erkennbar.

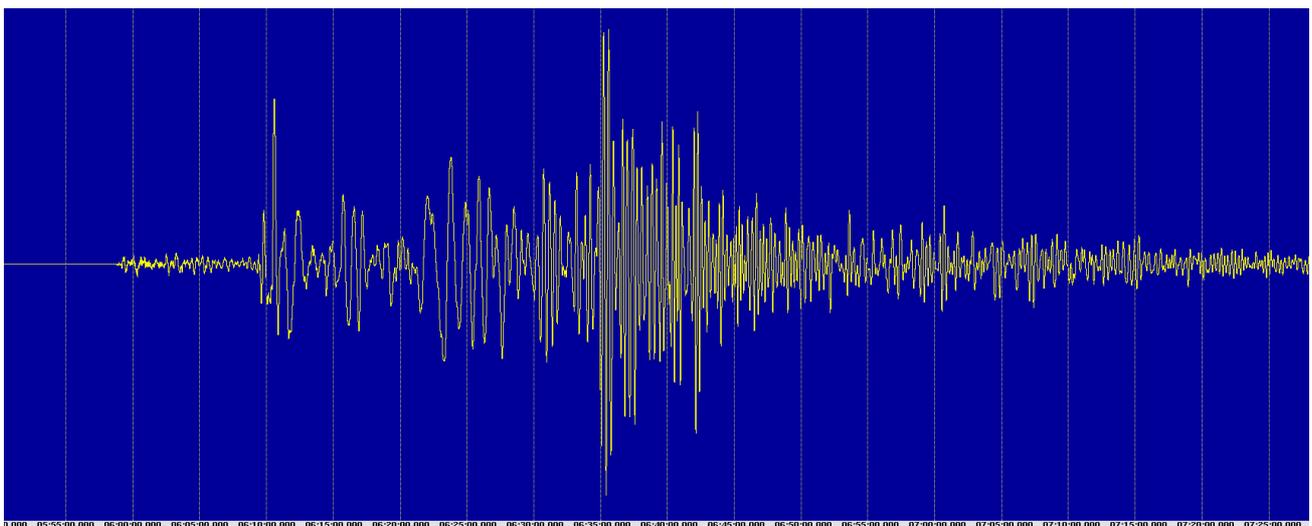


Abbildung 16: Registrierung des Tohoku-Erdbebens an der seismischen Station am Conrad-Observatorium in Niederösterreich (Ausschnitt etwa 1,5 Stunden)



Abbildung 17: Ausmaße einer Katastrophe

Bildquellen: <http://kurier.at/multimedia/bilder/2080517.php?bild=1#bgaltop> (3 Fotos); <http://www.deutschlandwoche.de/wp-content/uploads/2011/03/katastrophe-japan.jpg>; <http://www.spiegel.de/fotostrecke/fotostrecke-65691-3.html>; <http://www.hna.de/bilder/2011/03/14/1160406/2054227836-fukushima-kernkraftwerk-atomkraftwerk.9.jpg>

Dem Hauptbeben am 11. März ging eine Reihe von Vorbeben voraus, beginnend am 9. März mit einem Erdbeben der Magnitude 7,2, dessen Epizentrum 42 km von jenem des Tōhoku-Erdbebens entfernt lag. Der Österreichische Erdbebendienst registrierte 29 weitere Vorbeben, wovon drei Magnituden größer sechs aufwiesen. Dem Hauptbeben der Magnitude 9,0 folgten zahlreiche Nachbeben, das schwerste hatte eine Magnitude von 7,2. Knapp 45 Nachbeben hatten Magnituden größer 6. Der Österreichische Erdbebendienst zeichnete insgesamt 274 Vor – und Nachbeben (bis 16. März) auf, wie in Abbildung 18 links zu sehen ist, worin das Abklingen der seismischen Aktivität seit dem 11. März zu erkennen ist. Die Verteilung der Anzahl an Beben einer bestimmten Magnitudenklasse ist in der Abbildung rechts dargestellt (Zeitbereich: 9. bis 16. März 2011). Der mehr als 9000 km entfernte Österreichische Erdbebendienst ist in der Lage, japanische

Erdbeben ab einer Magnitude von 4,5 zu registrieren, abhängig von der vorherrschenden Bodenunruhe. Erst Erdbeben mit Magnituden größer 5,2 werden vollständig erfasst.

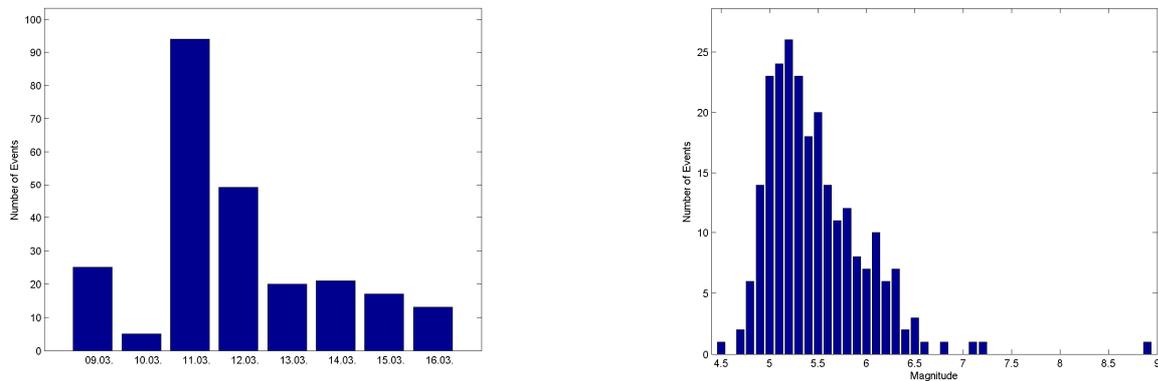


Abbildung 18: Anzahl der vom Österreichischen Erdbebendienst registrierten Erdbeben der Region Japan sowie deren Magnitudenverteilung

Die Epizentren der Nach- und Folgebeben sind über eine weite Region im Bereich vor der Küste Honshus verteilt. Deren Lage vermittelt einen Eindruck über die Ausmaße der Bruchzone, deren Länge mit etwa 500 km abzuschätzen ist.

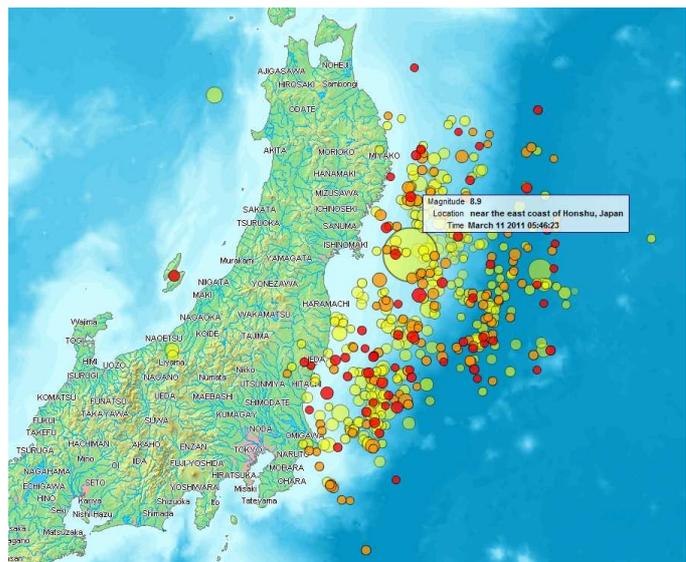


Abbildung 19: Haupt- und Nachbeben, 11-14. März 2011

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Map_of_Sendai_Earthquake_2011.jpg

Japan ist eine der aktivsten Erdbebenregionen der Welt. Die Insel wurde auch in der Vergangenheit mehrmals von schweren Beben heimgesucht, zu nennen wären beispielsweise das Sanriku-Erdbeben vom 15. Juni 1896 (Magnitude 8.5, 27 000 Todesopfer), das Kanto-Erdbeben vom 1. September 1923 (Magnitude 7.9, 143 000 Todesopfer), das Tonankai-Erdbeben vom 7. Dezember 1944 (Magnitude 8.1, 1000 Todesopfer) sowie das Kobe-Erdbeben vom 16. Jänner 1995 (Magnitude 6.9, 5500 Todesopfer).

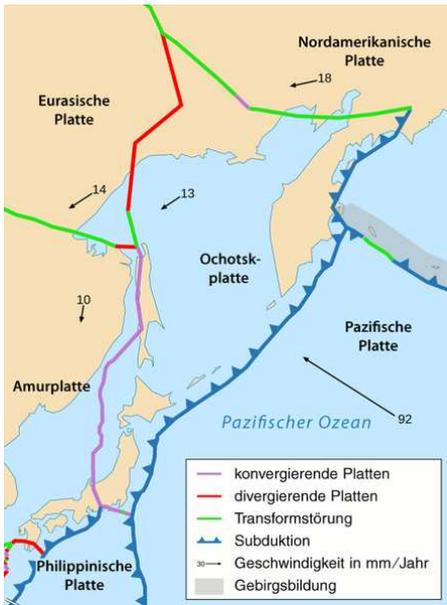


Abbildung 20: Plattentektonische Situation

Bildquelle:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Okhotsk_Plate_map_-_de.png&filetimestamp=20110314195404

Im Bereich des Inselstaates herrschen komplizierte tektonische Verhältnisse vor. Es treffen gleich mehrere tektonische Platten aufeinander, die in der Kombination zu den Bewegungen zwischen der Pazifischen, Nordamerikanischen und Eurasischen Platte und Mikroplatten mit Geschwindigkeiten von etwa 8 cm pro Jahr führen. Eine Subduktion der dichteren Pazifischen Platte unter die weniger dichte kontinentale Eurasische Platte war die Ursache für das extrem starke Seebeben an der Ostküste Japans. Es führte zu einer schnellen Aufwärtsbewegung des Meeresuntergrundes von einigen Metern, die zum Erdbeben und in der Folge aufgrund der Wasserverdrängung zum Tsunami führte.

Bedingt durch das massive Erdbeben kam es zur Verlagerung großer Landmassen, worauf sich die Erdrotationsachse um wenige Zentimeter verschob. Dies hat einen geringfügigen Einfluss auf die Tageslänge.

Spanien, 11. Mai 2011

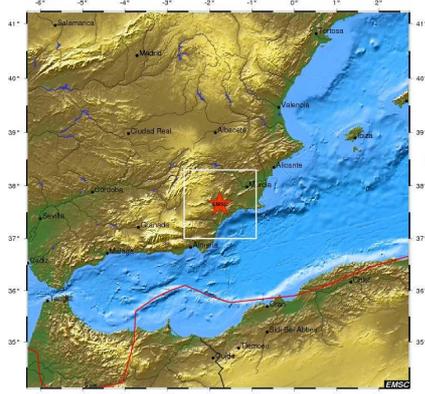


Abbildung 21: Lage des Epizentrums
<http://www.emsc-csem.org/Images/ALERT/2011/05/11/CSEMbm408.jpg>

Am 11. Mai 2011 um 16h47 Weltzeit (18h47 Ortszeit) ereignete sich im Südosten Spaniens (37,70°N, 1,67°W, Daten von USGS) ein Erdbeben der Magnitude 5,1. Ein Vorbeben um 15h05 Weltzeit (17h05 Ortszeit) wies eine Magnitude von 4,5 auf. Da der Bebenherd nur wenige Kilometer unter der Erdoberfläche lag, waren die Auswirkungen heftig.

Besonders betroffen ist die nahe dem Epizentrum gelegene historische Stadt Lorca (ca. 90.000 Einwohner), in der mehrere Häuser von überwiegend historischem Baubestand zerstört wurden. Ein Glockenturm stürzte vor laufender Fernsehkamera ein. Auf Straßen und an einigen Brücken taten sich Risse auf.

Die Behörden sprechen von mindestens zehn Todesopfern, die in der Stadt Lorca und in der Region Murcia geborgen wurden. Die Gesamtzahl der Toten könne aber deutlich höher sein, teilte die spanische Regierung mit. Dutzende Personen wurden verletzt.

Die Erschütterungen wurden auch in der knapp 500 km entfernten Hauptstadt Madrid verspürt.

Das Beben gilt als das Verheerendste in Spanien seit April 1956, als in der Gegend von Granada zwölf Menschen getötet wurden.



Abbildung 22: Schäden

Bildquellen: <http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=221132#pics>, www.kleinezeitung.at/nachrichten/chronik

Die Region gehört zu den am häufigsten von Erdbeben heimgesuchten Gegenden des Landes. Die Ursache für diese Erdbeben sind ruckartige Verschiebungen an der Plattengrenze zwischen der Eurasischen und der Afrikanischen Platte, die sich mit einer Geschwindigkeit von 6 mm pro Jahr nach Nordwesten bewegt. Das Epizentrum des Erdbebens vom 11. Mai liegt im Bereich der Alhama de Murcia - Störungszone, die regelmäßig von starken Erdbeben betroffen ist. Erst im Februar 1999 und im August 2002 ereigneten sich ähnlich starke Erdbeben, die aber keine Todesopfer forderten. Im Süden und Südosten der Iberischen Halbinsel treten auch starke Erdbeben mit großen Herdtiefen von über 600 km auf, deren Ursache in einer Subduktionszone liegt, die vor Millionen von Jahren unter die Eurasische Platte abtauchte.

Die Bebenwellen benötigten knapp vier Minuten, um vom Bebenherd nach Österreich zu gelangen. Sie wurden an allen 15 Stationen des Österreichischen Erdbebendienstes registriert. Das untenstehende Seismogramm wurde an der seismischen Station am Conrad-Observatorium in Niederösterreich aufgezeichnet und zeigt einen Ausschnitt von 24 Minuten.

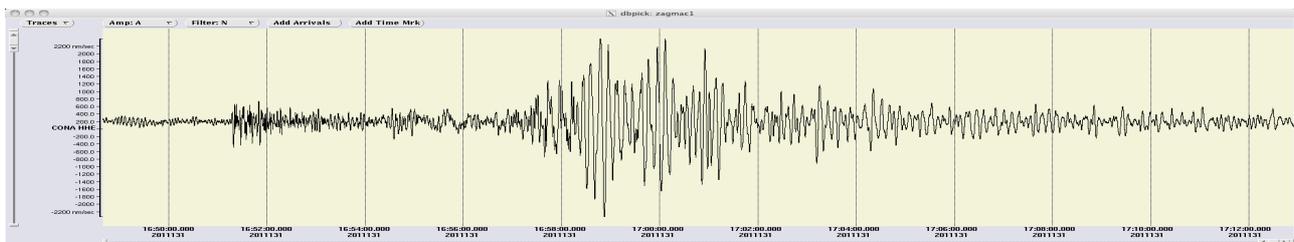


Abbildung 23: Registrierung an der seismischen Station am Conrad-Observatorium in Niederösterreich (Ausschnitt etwa 25 Minuten)

Türkei, 23. Oktober 2011

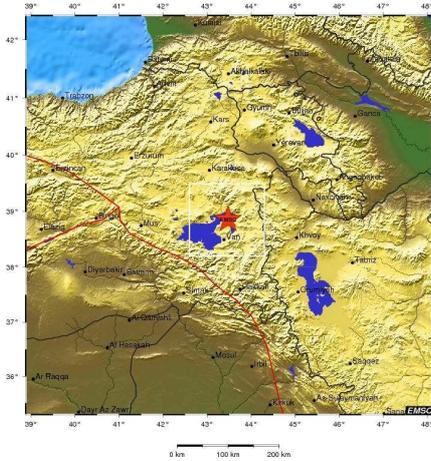


Abbildung 24: Lage des Epizentrums nördlich von Van (EMSC)

Am 23. Oktober 2011 ereignete sich um 10:41 Weltzeit (13:41 Ortszeit) im Osten der Türkei ein schweres Erdbeben. Das Epizentrum lag nach Angaben von U. S. Geological Survey (USGS) etwa 16 km nordöstlich der Stadt Van mit mehr als 300000 Einwohnern (38,63°N, 43,49°E). Die Magnitude betrug 7,2 nach Richter, die Herdtiefe 20 km (USGS).

Es kam zu sehr starken Schäden, zahlreiche Gebäude wurden durch die starken Erschütterungen, die bis zu 20 Sekunden andauerten, zerstört. Unter den Trümmern werden mehr als 1000 Tote befürchtet.

Die Auswirkungen des Erdbebens sind nicht zuletzt wegen des überwiegend schlechten Bauzustandes der Gebäude in dieser Region so katastrophal.

Seit dem Hauptbeben wurden bereits zahlreiche kräftige Nachbeben registriert. Das bisher stärkste ereignete sich am 23. Oktober um 20:45 Weltzeit (23:45 Uhr Ortszeit) mit einer Magnitude von 6,0 nach Richter (USGS).

Das Erdbeben und zahlreiche Nachbeben wurden mit sämtlichen Stationen des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG registriert. Die Entfernung zur Erdbebenstation CONA am Conradobservatorium (NÖ) beträgt etwa 2450 km. Um 10:46:08 Weltzeit wurde die P-Welle (Primärwelle, Ersteinsatz) am Conrad-Observatorium registriert, etwa 4 Minuten später traf die S-Welle (Sekundärwelle) ein. Beide Einsätze sind im Seismogramm deutlich zu erkennen. Danach folgen die Oberflächenwellen mit sehr großen Amplituden.

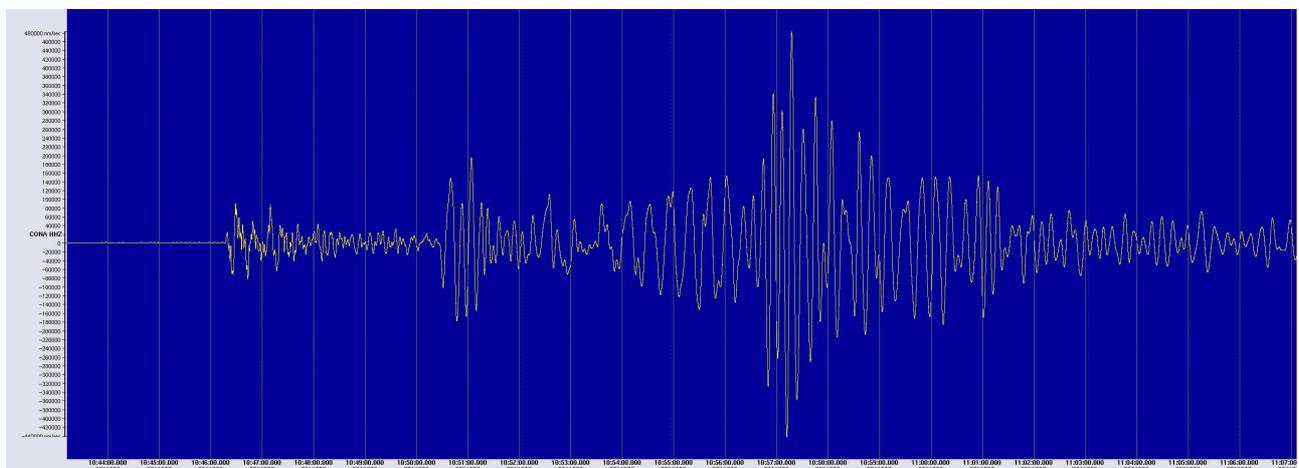


Abbildung 25: Registrierung des Erdbebens im Osten der Türkei am Conrad-Observatorium in Niederösterreich (Österreichischer Erdbebendienst, ZAMG; Ausschnitt etwa 25 Minuten).

In der Türkei gibt es häufig starke Erdbeben, die große Zerstörungen und hohe Opferzahlen mit sich bringen.

Die tektonischen Spannungen im Osten der Türkei werden durch die Kollision der Arabischen mit der Eurasischen Platte verursacht. Die Arabische Platte bewegt sich Richtung Norden mit einer relativen Geschwindigkeit von etwa 24 mm/Jahr, wodurch es zu einer Verdickung der Erdkruste und zur Entstehung von Faltengebirgen (z. B. Zagrosgebirge) in dieser Region kommt. Im Osten der Türkei sind die Bitlis-Naht bzw. die Zagros-Störung maßgeblich für das tektonische und seismische Geschehen verantwortlich. In der West- und Zentraltürkei sind hingegen die Nord- und die Ostanatolische Störung von Bedeutung. Gemäß der Herdflächenlösung handelte es sich um eine schräge Aufschiebung infolge der Kompression der beiden erwähnten tektonischen Platten.



Abbildung 26: Starke Zerstörungen in der Stadt Van am 23. Oktober 2011.

<http://www.emsc-csem.org/Earthquake/earthquake.php?id=239856#pics>; <http://edition.cnn.com/2011/10/23/world/europe/turkey-earthquake/>