



Erdbeben auf der Insel Ischia

Ursachen, historische Ereignisse und Risiken auf einer aktiven Vulkaninsel

Einleitung

Erdbeben gehören zu den eindrucksvollsten und zugleich gefährlichsten Naturereignissen der Erde. Sie entstehen durch plötzliche Spannungsentladungen im Untergrund und können innerhalb weniger Sekunden große Schäden verursachen. Durch das abrupte Auftreten ist eine Vorhersage und Frühwarnung schwer möglich. Besonders in vulkanisch aktiven Gebieten treten tektonisch und vulkanisch bedingte Erdbeben auf. Die Insel Ischia ist beispielhaft für Regionen, in denen geologische Prozesse bis heute aktiv sind und immer wieder Erdbeben auslösen. Im Folgenden werden die Entstehung verschiedener Erdbebenarten, die Unterschiede zwischen Intensität und Magnitude sowie die historische und aktuelle Erdbebenaktivität auf Ischia erläutert.



Abb. 1: Casamicciola - Erdbeben 2017

Auf einen Blick

- **Erdbeben** entstehen durch plötzliche Spannungsentladungen im Untergrund.
- Auf **Ischia** stehen viele Beben mit Vulkanismus, Hebung und Bruchstrukturen im Zusammenhang.
- Die stärksten historischen Schäden traten besonders im Raum **Casamicciola** und **Lacco Ameno** auf.
- Auch geringe Magnituden können bei geringer Herdtiefe und ungünstiger Bauweise große Schäden verursachen.

Entstehung von Erdbeben - einige mögliche Ursachen

Bei den meisten Erdbeben handelt es sich um „tektonische Erdbeben,..“ Sie ereignen sich entlang von Plattengrenzen, als Folge der Verschiebung von Gesteinsblöcken, die sich gegeneinander bewegen. Deformationskräfte führen zu steigenden Spannungen im Gestein bis es zur plötzlichen Spannungsentladung kommt, bei der die Gesteine ruckartig gegeneinander versetzt werden. Die dadurch verursachten Bodenschwingungen spüren wir als Erdbeben.

In vulkanisch aktiven Gebieten kann es infolge von Magmenbewegungen ebenfalls zu Erdbeben kommen, wobei zwei Erdbebenarten unterschieden werden. „Vulkanotektonische Erdbeben,“ werden durch aufsteigendes Magma und dem damit einhergehenden Zerbrechen des umliegenden Gesteins im Untergrund ausgelöst. Die Ursache für „Hydrothermale Erdbeben,“ ist die Bewegung von heißen Wässern im Untergrund durch hohe geothermale Aktivität in Vulkangebieten. Es handelt sich meist um schwache Beben, die jedoch auch schwarmartig auftreten können. Das Epizentrum befindet sich in der Regel sehr nahe an der Oberfläche.

Induzierte Erdbeben werden durch hohe menschliche Aktivitäten bzw. Eingriffe in geologischem Untergrund verursacht. Dabei kommt es zu einer Änderung der Spannung im Gestein, was die Bewegung vom Gesteinsverband begünstigt oder zum Anlegen neuer Spannungen führt. Charakteristisch ist die geringe Herdtiefe meist unter 5 km. Induzierte Erdbeben entstehen zum Beispiel, wenn sich wegen starker Nutzung von Thermalwasser der Porendruck im Untergrund rasch ändert. Menschlich verursachte Beben zeigen meist eine starke Reaktion der Öffentlichkeit. Sie werden oft als stark verspürt, weil sie flach sind und sich in der Nähe urbaner Zentren ereignen. Ein Beispiel für hydrothermale Erdbeben ereignete sich in Katla, Island am 30.09.2016 mit der Magnitude 3.6. Induzierte Erdbeben können zudem durch folgende Eingriffe in die Natur ausgelöst werden: Bergbau, Erdgas- und Erdöl-Förderung, Verpressen von Fluiden im Untergrund, Fracking, Bau von Stauseen, Geothermie, Explosionen in Steinbrüchen und unterirdische Waffentests.

Durch Klimawandel führen „Niederschlag-Erdbeben,“ in einzelnen Gebieten zu Schwarmbeben von geringer Magnitude. Zum Beispiel in Bad Reichenhall am 24.04.2012 mit der Magnitude 3.2. Außerdem gibt es



Einsturzerdbeben bei natürlich vorkommenden Hohlräumen nahe der Erdoberfläche und Frostbeben, die durch plötzliches Gefrieren von Grundwasser Erschütterungen verursachen.

Erdbeben auf Ischia

Auf Ischia treten immer wieder Erdbeben auf. Die meisten mit einer Magnitude unter 2 und daher für uns Menschen nicht spürbar. Nur selten kommt es zu Erdbeben, die eine Magnitude von 4 oder mehr erreichen. Die Ursachen dieser Erdbeben liegen in der vulkanischen Entstehungsgeschichte der Insel. Bei der Heraushebung der Insel vor ca. 33.000 Jahren zerbrach der Deckel der Magmakammer in einzelne Blöcke, die unterschiedlich stark angehoben wurden. An dessen Grenzen kam es als Folge zum Verkanten der Gesteinsblöcke.

Durch die Bewegungen des Magmas im Untergrund oder die geothermale Aktivität können im Gestein aufgebauten Spannungen ihr Maximum erreichen und bei Überschreiten zu einem Erdbeben führen (s. Abb.2). Besonders auffällig ist die Lage der Epizentren auf der Insel. Sowohl die historischen als auch die jüngeren Erdbeben wurden überwiegend in einem Streifen nördlich des Epomeo-Massivs in den Gemeinden Casamicciola Terme und Lacco Ameno lokalisiert. Ein Blick auf die tektonische Struktur im Untergrund zeigt den Grund: im Norden des Epomeo kam es bei der Hebung zu einem stärkeren Zerbrechen in einzelne Blöcke, wodurch Spannungen im Gestein erzeugt werden.

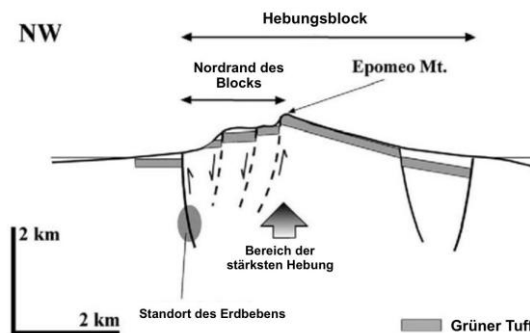


Abb.2: Schematisches Modell des Untergrundes der Insel Ischia (INGV 2017)

Intensität und Magnitude

Um die Stärke eines Erdbebens bzw. die Erdbebenerschütterung zu klassifizieren werden in der Wissenschaft zwei unterschiedliche Skalen genutzt: die Intensitätsskala und die Magnitudenskala. 1. Intensitätsskala Mit Hilfe der Intensitätsskala werden die Erschütterungswahrnehmung durch den Menschen und der Grad der Erdbebenschäden klassifiziert. Die erste Skala wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vom italienischen Vulkanologen Giuseppe Mercalli eingeführt und nach ihm benannt. Er dokumentierte die Schäden nach einem Erdbeben und erstellte daraus eine Tabelle mit 10 Intensitätsstufen. Dadurch konnte man grob das Epizentrum bestimmen, da man davon ausgeht, dass die Schäden in der Nähe des Epizentrums am größten sind. Im Laufe der Zeit wurde diese Skala immer wieder überarbeitet und den neuesten Erkenntnissen angepasst. Seit 1998 kommt in Europa die Europäische Makroseismische Skala (kurz: EMS-98) zum Einsatz, die in 12 Klassen unterteilt ist.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der einzelnen Intensitätsklassen.



Tab.1: Intensitätsklassen der Europäischen Makroseismischen Skala (EMS-98)

EMS	Definition	Maximale Wirkung (verkürzt)
I	Nicht fühlbar	Nicht fühlbar
II	Kaum bemerkbar	Nur vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen
III	Schwach	Von wenigen Personen im Gebäude wahrgenommen
IV	Deutlich	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen wahrgenommen; Geschirr und Fenster klirren.
V	Stark	Von den meisten in Gebäuden wahrgenommen; hängende Gegenstände pendeln, kleine Gegenstände werden verschoben.
VI	Leichte Gebäudeschäden	Viele Personen erschrecken; feine Mauerrisse und kleine Putzschäden möglich.
VII	Gebäudeschäden	Möbel werden verschoben; mäßige Schäden an vielen Häusern, größere Schäden an schwachen Gebäuden.
VIII	Schwere Gebäudeschäden	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht; schwere Schäden an einfacher Bausubstanz.
IX	Zerstörend	Allgemeine Panik; schwere Schäden auch an gut gebauten gewöhnlichen Gebäuden.
X	Sehr zerstörend	Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder schwer beschädigt.
XI	Verwüstend	Die meisten Bauwerke werden zerstört.
XII	Vollständig verwüstend	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

Magnitudenskala

Die Magnitudenskala zeigt die gesamte beim Erdbeben freigesetzte seismische Schwingungsenergie. Damit beruht sie ausschließlich auf der instrumentellen Registrierung der tatsächlich gemessenen Geschwindigkeit der Bodenschwingungen. Die Messung erfolgt mit Seismographen, die zum Teil Schwingungen von weniger als einmillionstel Millimeter aufzeichnen können. Die stärksten bisher gemessenen Erdbeben hatten eine Bodenverschiebung von über 10m zur Folge. Um diese Unterschiede übersichtlich darstellen zu können, werden die Erdbeben- Magnituden nach einer logarithmischen Skala angegeben. Das bedeutet, bei einem Erdbeben der Stärke 2 war die Geschwindigkeit der Bodenschwingungen zehnmal höher als bei einem Erdbeben der Stärke 1. Die freigesetzte Schwingungsenergie erhöht sich mit der Zunahme pro Magnitudeneinheit um das dreißigfache. Die bekannteste Magnitudenskala ist die vom US- amerikanischen Seismologen Prof. Richter 1935 eingeführte Richterskala. Sie hat jedoch den Nachteil, dass sie nur für Seismographen gültig ist, die weniger als 1.000 km vom Epizentrum entfernt sind. Außerdem können mit dieser Skala Erdbeben mit einer Magnitude von über 6,5 nur noch sehr ungenau dargestellt werden, da sich die Amplituden im oberen Bereich nur noch wenig erhöhen, wenn mehr Energie freigesetzt wird. Um dieses Sättigungsproblem zu umgehen, wurde 1977 die Momenten-Magnituden-Skala (Mw) eingeführt. Sie basiert auf dem so genannten Seismischen Moment (Mo), einem Skalarprodukt, in der die Größe der Bruchfläche im Untergrund, die mittlere Verschiebung der Gesteinsblöcke und das Schermodul des Gesteins einfließen. Entsprechend dieser Formel ist die Moment-Magnituden-Skala nach oben begrenzt und endet bei 10,6, da bei dieser Magnitude die feste Erdkruste komplett zerbrechen würde.



Tab.2: Richterskala als Beispiel einer Magnitudenskala

Magnitude	Einteilung	Auswirkungen
< 2,0	Mikro	Nicht spürbar
2,0 bis < 3,0	Extrem leicht	Generell nicht spürbar, jedoch gemessen
3,0 bis < 4,0	Sehr leicht	Oft spürbar, aber selten Schäden
4,0 bis < 5,0	Leicht	Sichtbare Bewegungen von Zimmergegenständen, meist kleine Schäden
5,0 bis < 6,0	Mittel	Ernste Schäden an anfälligen Gebäuden, geringe Schäden an robusten Gebäuden
6,0 bis < 7,0	Stark	Zerstörung im Umkreis von bis zu 70 km
7,0 bis < 8,0	Groß	Zerstörung über weite Gebiete
8,0 bis < 9,0	Sehr groß	Zerstörung im Bereich von einigen 100 km
9,0 bis < 10,0	Extrem groß	Zerstörung in Bereichen von 1.000 km
10,0 und höher	Globale Katastrophe	Niemals registriert

Zusammenhang von Magnitude und Intensität

Ein Erdbeben mit der Stärke 4,0 auf der Momenten-Magnituden-Skala entspricht nicht zwangsläufig einer EMS-Intensität von IV. Wie die Ereignisse auf Ischia zeigen, können auch Erdbeben mit einer geringen Magnitude große Schäden anrichten. Die Intensität eines Erdbebens ist nämlich nicht nur von der Magnitude abhängig, sondern auch von der Erdbebentiefe, der Bauweise und der Siedlungsdichte. So gilt im Allgemeinen, dass bei flachen Erdbeben (bis 70 km Tiefe) eine höhere Intensität zu erwarten ist, als bei tiefen Erdbeben (in 300-700 km Tiefe).

Wichtig für Ischia

Die Intensität eines Bebens hängt nicht nur von der Magnitude ab, sondern auch von Herdtiefe, geologischer Struktur, Siedlungsdichte und Bauweise. Deshalb können flache Beben auf Ischia trotz moderater Magnitude starke Schäden verursachen.

Historische Erdbeben auf Ischia

Tab.3: Die 12 stärksten Erdbeben von 1000 - 2014 (nach INGV 2017)

Jahr	Magnitude (MW)	Intensität
1275	4,01	VII - IX
1557	3,5	VI - VII
1762	3,5	VI - VII
1767	3,5	VI - VII
1796	2,88	VIII
1828	4,01	IX
1841	3,25	VI
1863	2,87	V
1867	2,99	V - VI
1881	4,14	IX
1883	4,26	X
1980	4,37	V
1980	4,0	VIII



Bereits seit etwa 1.000 Jahren finden sich Aufzeichnungen über die Auswirkungen von Erdbeben auf Ischia. Damals gab es zwar noch keine Messinstrumente, aber die Schäden der Erdschütterungen wurden genau dokumentiert. So ist es heute möglich, die Intensität, das ungefähre Epizentrum und - mit einiger Unsicherheit - auch die Magnitude zu bestimmen. Das erste stärkere dokumentierte Erdbeben auf der Insel Ischia ereignete sich im November 1275 bei Ischia Porto und hatte eine ermittelte Magnitude von 4,01. Bis einschließlich 1980 wurden 11 weitere Erdbeben mit einer Magnitude $M_w > 2,8$ nachgewiesen. Die nachfolgende Tabelle und Abbildung zeigen die betreffenden Jahre und die Lokalisation der Epizentren.

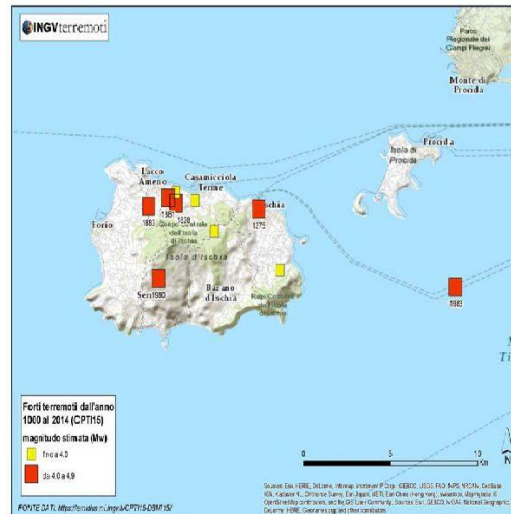


Abb.3: Epizentren der Erdbeben auf Ischia von 1000-1999 (INGV 2017)

Am 28.07.1883 kam es zum bisher verheerendsten nachgewiesenen Erdbeben auf Ischia. Das Erdbeben der Stärke $M_w = 4,26$ kostete 2.333 Menschen das Leben. Die an der stärksten betroffenen Gemeinde war Casamicciola Terme. Insbesondere in den höher gelegenen Ortsteilen waren die Auswirkungen enorm. Insgesamt 80% aller Häuser in Casamicciola Terme wurden zerstört. Auch in Lacco Ameno (70% zerstörte Häuser) und Forio (50% zerstörte Häuser) wurden starke Schäden registriert. Aufgrund der Erdbebenschäden wird die Intensität mit X angegeben. Bereits am Folgetag kamen 1.200 Soldaten auf die Insel, um bei den Aufräumarbeiten zu helfen. Für die obdachlos gewordenen Einwohner wurden bis Ende September 800 Holzbaracken gebaut. Bereits einige Tage vor dem Ereignis konnten in der Natur einige Phänomene beobachtet werden, die man damals jedoch nicht deuten konnte. So wurden in den Tagen vor dem Erdbeben zum Beispiel erhöhte Wassertemperaturen bei einigen Thermalwasserquellen festgestellt. Außerdem erhöhte sich die Aktivität einzelner Fumarolen, während sie bei anderen plötzlich aufhörte.

Erdbeben auf Ischia seit 1990

Seit etwa Mitte der 1990er existieren zuverlässige seismische Daten, die mit Hilfe von Instrumenten gewonnen werden. Die Auswertungen dieser Daten zeigen, dass der Großteil der Erdbeben eine Magnitude zwischen 0,5 und 1,5 aufweisen und nur hin und wieder eine Magnitude bis 2,5 erreicht wurde. In wenigen Ausnahmen wurden auch stärkere Erdbeben registriert. Mit einer maximalen Magnitude von 4,0 sind sie dennoch als leichte Erdbeben einzuordnen.

Der Erdbebenherd lag dabei in der Regel zwischen 1-2 km Tiefe. Das letzte größere Erdbeben auf Ischia mit der Stärke 4,0 (M_w) ereignete sich am 21.08.2017 um 20:57 Uhr. Das Epizentrum befand sich nördlich des Epomeo im höher gelegenen Teil von Casamicciola Terme in einer Tiefe von 1,73 km. Die stärksten Auswirkungen waren vor allem die Ortsteile La Rita und Maio, sowie Fango in der Gemeinde Lacco Ameno zu verzeichnen. Durch das Erdbeben wurden viele Gebäude zum Teil so stark beschädigt, dass sie nun unbewohnbar sind. Sieben Häuser stürzten sogar ein, einige Mauern fielen um. Zwei Frauen wurden von herabfallenden Trümmern erschlagen, 42 Menschen verletzt, hunderte verloren an diesem Abend ihr Zuhause. 1000 - 1999 aus dem Katalog CPTI15 Großer roter Punkt: Erdbeben vom 21.08.2017

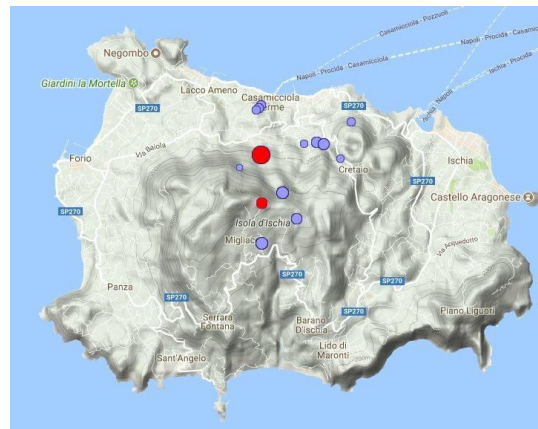


Abb.4: Epizentren der Erdbeben im Zeitraum 1999-2017; roter Punkt: 21.08.2017 (INGV 2017)



Das Nationale Institut für Geophysik und Vulkanologie (INGV) in Rom stufte dieses Erdbeben wegen der entstandenen Schäden mit einer maximalen Intensität von VIII (EMS-98) ein (INGV Gruppo QUEST, 2017). Der Grund für die enormen Auswirkungen dieses Erdbebens liegt nicht alleine in dem sehr flach gelegenen Erdbebenherd. Eine große Rolle spielte die Bauweise und die Lage der Gebäude. So wurden viele Gebäude - oft ohne die nötige Baugenehmigung - oberhalb von Verwerfungslinien und ohne Beachtung der Bauvorschriften gebaut. In anderen Fällen waren die Häuser seit längerer Zeit unbewohnt und wiesen schon vor dem Erdbeben bautechnische Schäden auf. Einige Gebäude wurden nach dem Erdbeben von 1883 auf den zerstörten Grundmauern der früheren Häuser errichtet, ohne das nötige Fundament; oder die Häuser wurden nur als Provisorium nach dem Erdbeben von 1883 errichtet und hätten eigentlich abgerissen werden müssen.



Abb.5 und 6: Casamicciola - Erdbeben 2017

Zusammenfassung

Kernaussage

Erdbeben entstehen durch plötzliche Spannungsentladungen im Untergrund. Neben tektonischen Ursachen können auch vulkanische Prozesse, hydrothermale Aktivitäten oder menschliche Eingriffe Erdbeben auslösen. Auf Ischia stehen die Erdbeben in engem Zusammenhang mit der vulkanischen Entwicklung der Insel und den Bewegungen von Gesteinsblöcken im Untergrund. Obwohl die meisten Beben nur schwach sind, zeigen historische Ereignisse wie das schwere Erdbeben von 1883 und auch aktuellere Beben, z.B. 2017, dass selbst vergleichsweise geringe Magnituden große Schäden verursachen können. Entscheidend sind dann die geringe Herdtiefe, die geologische Struktur und die Bauweise der Gebäude. Die Erdbeben auf Ischia sind eine Folge der anhaltenden geologischen Aktivität der Insel und ein bewusster Umgang mit natürlichen Risiken gehört dort zum Alltag.

Mehr erfahren

- **Geologische Wanderung:** [Ausflugskalender](#)
- **Newsletter:** [Newsletter abonnieren](#)

Quellen

• INGV (2017): Rapporto di sintesi preliminare sul Terremoto dell'isola di Ischia (Casamicciola) M4.0 del 21 agosto 2017, 105 Seiten.