

### Jeannine Preißler

In den letzten Jahren ist weltweit eine Zunahme seismischer Aktivitäten zu beobachten. Besonders in tektonisch aktiven Regionen wie dem Pazifischen Feuerring oder dem Mittelmeerraum ereignen sich regelmäßig Erdbeben, die erhebliche Schäden verursachen (vgl. Jorzik, o.J.). Doch auch in weniger gefährdeten Gebieten, wie zum Beispiel in Österreich, werden immer wieder leichte bis moderate Erschütterungen registriert. So kam es am 10. März 2025 in der Steiermark im Raum Judenburg zu einem spürbaren Erdbeben der Magnitude 1,9 (vgl. ZAMG, o.J.). Während globale Erdbeben oft mit katastrophalen Folgen einhergehen, verdeutlichen aber auch diese kleineren seismischen Ereignisse die geodynamische Aktivität der Erde.

Ein Erdbeben ist eine plötzliche Erschütterung des Erdbodens, die durch die Freisetzung von Energie in der Erdkruste entsteht. Diese Energie wird in Form von **seismischen Wellen** abgestrahlt, die sich durch den Boden ausbreiten und die Erdoberfläche zum Zittern bringen (vgl. Grotzinger, 2017, S.336). Um die Entstehung von Erdbeben besser zu verstehen, müssen zuerst der Aufbau der Erde sowie die Plattentektonik genauer erläutert werden.

### Die Erde - Ein Blick in das Innere

Die Erde ist in mehrere Schichten gegliedert: die Erdkruste, der Erdmantel und der Erdkern. Die äußerste Schicht ist die Erdkruste. Unter der Kruste liegt der Erdmantel. Der obere Mantel ist zähflüssig und bildet die Asthenosphäre, auf der die tektonischen Platten "schwimmen". Der untere Mantel ist aufgrund des hohen Drucks fest. Darunter befindet sich der äußere Kern, der flüssig ist und hauptsächlich aus Eisen und Nickel besteht. Im Zentrum der Erde liegt der innere Kern, der trotz hoher Temperaturen aufgrund des enormen Drucks fest ist (vgl. Szeglat, o.J.).

### Wenn die Erde in Bewegung gerät – Die Theorie der Plattentektonik

Die Plattentektonik ist eine vom deutschen Geologen Alfred Wegener entwickelte wissenschaftliche Theorie, die beschreibt wie die äußerste Schicht der Erde, die **Lithosphäre**, in große, starre Platten unterteilt ist, die sich über die Asthenosphäre bewegen. Diese Platten umfassen sowohl kontinental- als auch ozeanische Kruste und verändern kontinuierlich ihre Position. Diese Bewegungen werden durch Kräfte angetrieben, die aus dem Erdinneren stammen, insbesondere durch **Konvektionsströme** im Mantel. Das bedeutet, dass heiße Gesteinsmassen aufgrund ihrer geringen Dichte nach oben steigen, abkühlen und dann wieder nach unten absinken, da sie dichter und schwerer werden. Dieser Kreislauf sorgt für diese langsame, aber kontinuierliche Bewegung.

Die Interaktion zwischen den tektonischen Platten findet an ihren Grenzen statt. Es gibt drei Haupttypen von Plattengrenzen, die unterschiedliche Bewegungsarten aufweisen. An divergierenden Plattengrenzen bewegen sich die Platten voneinander weg. Als Folge tritt hierbei ständig Lava auf und sorgt dafür, dass sich die Platten noch weiter voneinander entfernen. Ein Beispiel dafür ist der Mittelatlantische Rücken in Island. An konservativen Plattengrenzen, auch Transformströmungen genannt, driften die Platten seitlich aneinander vorbei. Ein Beispiel dafür ist der San-Andreas-Graben in Kalifornien. An konvergierenden Plattengrenzen bewegen sich die Platten aufeinander zu. Meist taucht die dichtere ozeanische Platte unter die leichtere kontinentale Platte in den Erdmantel ab. Dabei gibt es drei verschiedene Arten der Kollision:

1. Die ozeanische Platte kollidiert mit der kontinentalen Platte. Es kommt zu Gebirgsbildung und Vulkanismus.
2. Zwei ozeanische Platten kollidieren: Dabei entstehen Inselbögen, wie beispielsweise der Marianengraben.
3. Zwei kontinentale Platten kollidieren: Hier entstehen große Gebirge, wie zum Beispiel der Himalaya (vgl. Szeglat, o.J.).

Diese Bewegung der tektonischen Platten verursachen eine gewaltige Spannung in der Erdkruste. Wenn diese Spannungen ruckartig freigesetzt werden, entsteht ein Erdbeben. Doch wie lassen sich diese Erschütterungen erfassen und wie wird ihre Stärke bestimmt?

### **Seismische Aktivität – Wie Erdbeben gemessen werden**

Erdbeben werden mit speziellen Geräten und Skalen gemessen, die sowohl die Stärke als auch die Auswirkungen eines Bebens erfassen. Ein Seismograf, auch Seismometer genannt, ist ein Gerät, das die Bewegungen des Bodens während eines Erdbebens registriert. Ein empfindlicher Sensor misst die Bodenbewegungen. Ein Schreibarm oder ein elektronischer Detektor zeichnet dann diese Bewegungen als sogenannte Seismogramme auf. Die instrumentelle Erdbebenaufzeichnung bildet die Grundlage für die Bestimmung der Magnitude. Sie wurde in den 1930er Jahren von Charles Francis Richter in Kalifornien entwickelt. Nach ihm wurde dann die Richter-Skala benannt. Die Magnitude ist ein logarithmisches Maß für die Schwingungsenergie, die am Erdbebenherd freigesetzt wird. Zum Beispiel weist ein Erdbeben der Magnitude 7 eine ca. 30mal größere Energie auf als ein Erdbeben der Magnitude 6 (vgl. ZAMG, o.J.).

Das **Epizentrum** ist der Punkt auf der Erdoberfläche, der senkrecht über dem **Erdbebenherd (Hypozentrum)** liegt (Abbildung 1). Es ist der Ort, an dem die Auswirkungen des Erdbebens an der Oberfläche in der Regel am stärksten wahrgenommen werden. Das Hypozentrum ist der Punkt in der Tiefe, an dem ein Erdbeben entsteht. Hier entladet sich die aufgestaute Spannung, die sich entlang einer **Verwerfungslinie** oder eines Bruches in der Erdkruste aufgebaut hat. Vom Hypozentrum aus breiten sich seismische Wellen in alle Richtungen aus. Sie erreichen das Epizentrum zuerst, weshalb die stärksten Erschütterungen dort auftreten. Das Epizentrum wird durch seismologische Messungen bestimmt. Seismografen an verschiedenen Standorten messen die Ankunftszeiten der Primärwellen (P-Wellen) und der Sekundärwellen (S-Wellen). Mithilfe dieser Zeitunterschiede kann der Ort des Epizentrums erfasst werden (vgl. Grotzinger, 2017, S.339).

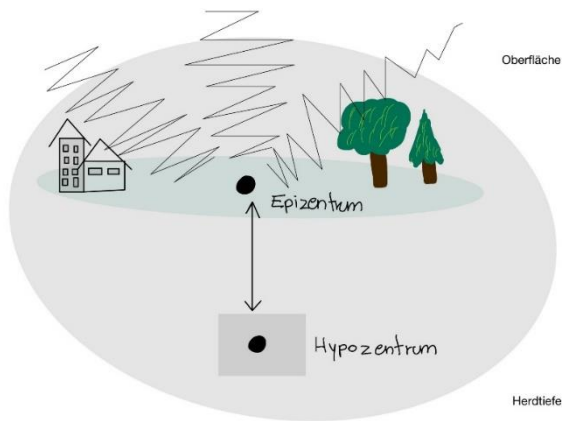


Abbildung 1: Darstellung des Epizentrums und des Erdbebenherdes nach dem Forschungsheft von Mitterbauer, 2013

Erdbeben treten täglich auf, die meisten jedoch in einer Stärke, die kaum spürbar ist. Sie haben eine Magnituden-Stärke von 2 oder 3. Die stärksten Erdbeben haben eine Magnitude über 9.0. Diese sind selten, aber verheerend, wenn sie auftreten. Das stärkste je gemessene Erdbeben war das große Chile-Erdbeben von 1960 mit einer Magnitude von 9.5. Das Erdbeben wurde durch einen plötzlichen Bruch entlang der Grenze zwischen der Nazca-Platte und der Südamerikanischen Platte ausgelöst. Diese Platten kollidierten in der Region des sogenannten Peru-Chile-Grabens, wobei die ozeanische Nazca-Platte unter die Kontinentalplatte abtauchte. Das Erdbeben löste einen gewaltigen Tsunami aus, der den gesamten Pazifikraum erreichte (vgl. Grotzinger, 2017, S.343-346, 354). Ganze Städte, darunter Valdivia und Puerto Montt, wurden stark beschädigt oder zerstört. Es kam zu massiven Bodenabsenkungen und Erdrutschen, die Flüsse blockierten und neue Seen bildeten. Die genaue Zahl der Todesopfer ist nicht bekannt. Schätzungen gehen von 1.000 bis 6.000 Toten aus und über 2 Millionen Menschen wurden obdachlos (vgl. Geomar, 2017).

### **Zerstörung und Chaos – Die Folgen von Erdbeben**

Erdbeben können Schäden an oder sogar die Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur verursachen. Zusätzlich treten häufig Sekundäreffekte auf, wie Erdrutsche oder Brände. Bei Seebeben, die sich am Meeresboden ereignen, können Tsunamis entstehen. Diese Flutwellen richten insbesondere in flachen Küstengebieten großflächige Zerstörungen an, wenn sie auf Land treffen. Viele Menschen verlieren ihre Häuser und müssen in Notunterkünften untergebracht werden. In stark gefährdeten Gebieten wie beispielsweise Japan werden Bauvorschriften so ausgelegt, dass Gebäude den erwarteten Belastungen standhalten können. Parallel dazu wird ein Netzwerk aus Seismografen und Sensoren entwickelt, um frühzeitige Warnungen vor Erdbeben und Tsunamis zu ermöglichen. Durch vorausschauende Planung und den Ausbau von Frühwarnsystemen können Behörden besser auf solche Naturereignisse vorbereitet sein. Ebenso ist es entscheidend, die Bevölkerung in gefährdeten Regionen über Vorsorgemaßnahmen zu informieren und darauf vorzubereiten, wie sie sich während eines Erdbebens verhalten sollte (vgl. Grotzinger, 2017, S.362-365).

## **Der Schutz vor der Naturgewalt**

Bei einem Erdbeben ist es wichtig, ruhig zu bleiben und richtig zu handeln, um sich selbst und andere zu schützen. Man sollte am besten Schutz unter stabilen Möbeln wie einem Tisch suchen. Nach dem Erdbeben bleibt immer noch Vorsicht geboten. Nachbeben können jederzeit auftreten und sind oft weniger stark, aber dennoch gefährlich. Falls möglich, sollte man Verletzten helfen und Rettungskräfte alarmieren. Offizielle Anweisungen der Behörden, die über Radio- oder Notfallmeldungen verbreitet werden, sind unbedingt zu befolgen.

Wissenschaftler\*innen sind zwar in der Lage, das potenzielle Erdbebenrisiko für ein bestimmtes Gebiet einzuschätzen, doch eine präzise Vorhersage, die es ermöglichen würde, die Bevölkerung Stunden oder Wochen im Voraus zu warnen, ist derzeit nicht möglich. (vgl. Grotzinger, 2017, S.367-369). Es ist wichtig, dass nicht nur Menschen in Erdbebengebieten über Vorsichtsmaßnahmen und Verhaltensregeln informiert werden, sondern auch diejenigen, die in weniger gefährdeten Regionen leben. Schließlich können Erdbeben auch in sämtlichen Urlaubsländern auftreten. Die Forschung zeigt, dass auch in den südlichen Niederlanden bereits Erdbeben der Magnitude 7 auftraten und auch in Zukunft möglich sind. Da sich Spannungen über einen längeren Zeitraum aufbauen, können zukünftige Beben unerwartet und heftig ausfallen. Trotz seltener Erdbeben in Mitteleuropa darf das Risiko nicht unterschätzt werden, besonders wegen der dichten Besiedelung und Infrastruktur (vgl. Skapski, 2024).

## Glossar

|                          |                                                                                                                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Asthenosphäre            | Schicht des oberen Erdmantels                                                                                                                    |
| Lithosphäre              | äußere, feste Schicht, die die Erdkruste und den obersten Teil des Erdmantels umfasst.                                                           |
| Konvektionsströme        | Bewegungen innerhalb eines flüssigen oder zähflüssigen Mediums, die durch Temperaturunterschiede verursacht werden (im Erdmantel)                |
| Epizentrum               | Punkt auf der Erdoberfläche, der senkrecht über dem Hypozentrum liegt. Ort, an dem die Erschütterungen eines Erdbebens am stärksten spürbar sind |
| Hypozentrum/Erdbebenherd | der Ort in der Tiefe, an dem ein Erdbeben seinen Ursprung hat.                                                                                   |
| Seismische Wellen        | Wellen, die sich durch das Erdinnere ausbreiten und durch die Energie eines Erdbebens oder anderer geophysikalischer Ereignisse erzeugt werden   |
| Verwerfungslinie         | Ein langer Riss in der Erdoberfläche. Erdbeben ereignen sich normalerweise entlang von Verwerfungslinien.                                        |

## **Literaturverzeichnis:**

GROTZINGER, John, & JORDAN, Thomas (2017): Allgemeine Geologie. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

JORZIK, Oliver (o.J.): ESKP. Wissensplattform Erde und Umwelt. Pazifischer Feuerring. <https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/pazifischer-feuerring-935857/> (zuletzt aufgerufen am 11.03.2025).

SKAPSKI, Jens (2024): Erdbebennews.de - Studie: Frühere Erdbeben über Magnitude 7 in den Niederlanden nachgewiesen. <https://erdbebennews.de/2024/04/palaeoerdbeben-niederlande/> (zuletzt aufgerufen am 11.03.2025).

STEFFEN, Jan (2017): Geomar. Heimholz- Zentrum für Ozeanforschung Kiel. <https://www.geomar.de/news/article/rest-spannung-trotz-megabebeben> (zuletzt aufgerufen am 31.12.2024).

SZEGLAT, Marc (o.J.): Vulkane.net. Plattentektonik - Die Lehre von dem Kontinentaldrift. <https://www.vulkane.net/earthview/plattentektonik.html> (zuletzt aufgerufen am 31.12.2024).

ZAMG. Geopshere Austria (o.J.): <https://www.zamg.ac.at/cms/de/geophysik/lexikon/seismometer> (zuletzt aufgerufen am 31.12.2024).

ZAMG. (Geosphere Austria (o.J.): <https://www.zamg.ac.at/cms/de/geophysik/erdbeben/aktuelle-erdbeben/bebenmeldung> (zuletzt aufgerufen am 11.03.2025).

## **Abbildungsverzeichnis:**

Eigene Darstellung in Anlehnung an:

MITTERBAUER, Ulrike, LENHARDT, Wolfgang, & FREUDENTHALER, Christiane (2013): Forschungsheft zum Thema Erdbeben für Kinder und Jugendliche. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG).

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/geophysik/forschungsheft-zum-thema-erdbeben-fuer-kinder-und-jugendliche/view> (zuletzt aufgerufen am 01.01.2025).