

Erdbeben und Seismische Wellen

Daniel Evdokimov

Physikalisches Proseminar, 01.01.2023

1

I. Einführung

2

II. Erdbeben als Naturphänomen

- Entstehung von Erdbeben
- Messung und Klassifizierung von Erdbeben

3

III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

- Arten von seismischen Wellen
- Ausbreitung von seismischen Wellen

4

IV. Techniken zur Erforschung von Erdbeben

- Seismographen und Seismogramme
- Erdbebenfrühwarnsysteme

5

V. Auswirkungen und Schutz vor Erdbeben

- Erdbebenschäden und ihre Ursachen
- Bauingenieurwesen und seismische Sicherheitsmaßnahmen

6

VI. Erdbeben auf anderen Himmelskörpern

- Seismische Aktivitäten auf dem Mond
- Seismische Aktivitäten auf dem Mars
- Bedeutung und Implikationen der Erforschung von seismischen Aktivitäten auf anderen Himmelskörpern

- Täglich finden weltweit zahlreiche Erdbeben statt (ca. 830.000 pro Jahr, 7000 spürbar)
- Das stärkste jemals gemessene Erdbeben war in Chile (1960)
- Erdbeben kennen keine geografischen Grenzen
- Tohoku-Erdbeben 296 Milliarden Euro Schaden

Plattentektonik und Erdbebengebiete

- Erdbeben treten hauptsächlich an den Grenzen der tektonischen Platten auf
- Die Erdoberfläche ist in verschiedene Platten unterteilt, die sich ständig gegeneinander bewegen
- Erdbebengebiete konzentrieren sich entlang dieser Plattengrenzen
- Der pazifische Feuerring ist ein bekanntes Erdbebengebiet

II. Erdbeben als Naturphänomen

Entstehung von Erdbeben



Verschiebung und Spannungen an den Plattengrenzen

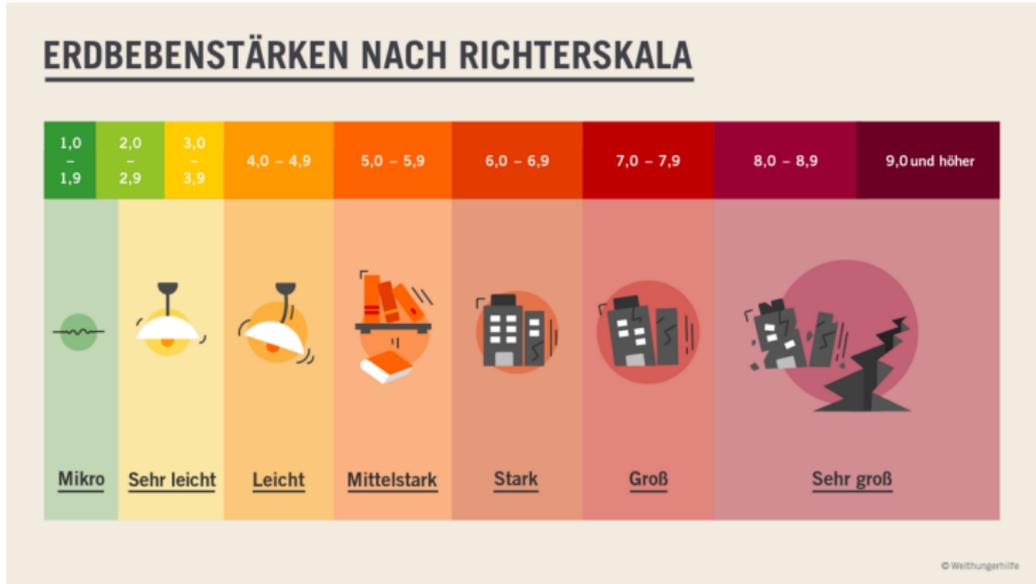
- Plattenverschiebung an den Plattengrenzen führt zur Entstehung von Erdbeben
- Spannungen bauen sich im Laufe der Zeit auf, wenn die Platten aneinander vorbeigleiten
- Wenn die Spannungen ein bestimmtes Mass überschreiten, wird die Energie freigesetzt und ein Erdbeben tritt auf

Richterskala und Magnitudenbestimmung

- Die Richterskala misst die Magnitude eines Erdbebens, die seine Stärke angibt
- Die Skala ist logarithmische
- Die Magnitude wird anhand der aufgezeichneten seismischen Wellen bestimmt

II. Erdbeben als Naturphänomen

Messung und Klassifizierung von Erdbeben



II. Erdbeben als Naturphänomen

Messung und Klassifizierung von Erdbeben

Intensitätsskalen und Schadensbewertung

- Intensitätsskalen bewerten die Auswirkungen eines Erdbebens an einem bestimmten Ort
- Die Modifizierte Mercalli-Skala ist eine bekannte Intensitätsskala
- Die Bewertung basiert auf beobachteten Schäden und wahrgenommenen Auswirkungen auf Menschen und Infrastruktur
- Die Schadensbewertung hilft bei der Entwicklung von Risikominderungsstrategien und dem Schutz vor zukünftigen Erdbeben



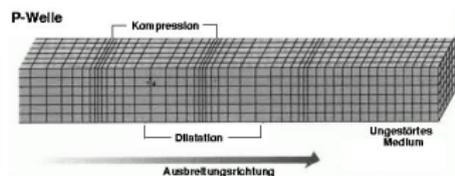
Abbildung: Erdbeben in San Francisco

III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

Arten von seismischen Wellen

Primärwellen (P-Wellen)

- Breiten sich durch Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase aus
- Verursachen Kompressions- und Dehnungsbewegung des Bodens
- Können durch alle Materialien dringen

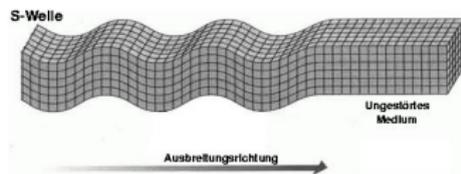


III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

Arten von seismischen Wellen

Sekundärwellen (S-Wellen)

- Erreichen Messstationen nach den Primärwellen
- Breiten sich nur durch feste Materialien aus
- Verursachen seitliche Schwingung des Bodens
- Können beträchtliche Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen verursachen

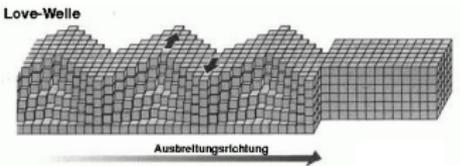
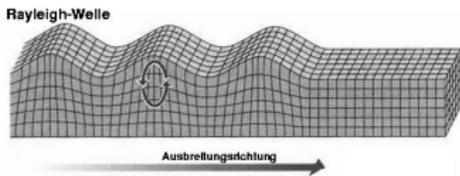


III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

Arten von seismischen Wellen

Oberflächenwellen

- Breiten sich entlang der Oberfläche der Erdkruste aus
- Verantwortlich für die meisten Schäden bei einem Erdbeben
- Zwei Haupttypen: Love-Wellen und Rayleigh-Wellen
- Love-Wellen: horizontale seitliche Bewegung des Bodens
- Rayleigh-Wellen: elliptische, rollende Bewegung
- Verursachen erhebliche Zerstörung



III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

Arten von seismischen Wellen

Geschwindigkeiten und Ausbreitungscharakteristika

- Geschwindigkeiten der seismischen Wellen variieren
- P-Wellen breiten sich schneller aus als S-Wellen
- P- und S-Wellen breiten sich schneller aus als Oberflächenwellen
- Geschwindigkeiten hängen von Materialeigenschaften ab (Dichte, Druck, Elastizität)
- Dispersion: Geschwindigkeit der Wellen ändert sich mit Frequenz
- Dämpfung: Amplitude der Wellen nimmt mit Entfernung ab

III. Seismische Wellen und ihre Eigenschaften

Arten von seismischen Wellen

Reflexion, Brechung und Beugung von Wellen

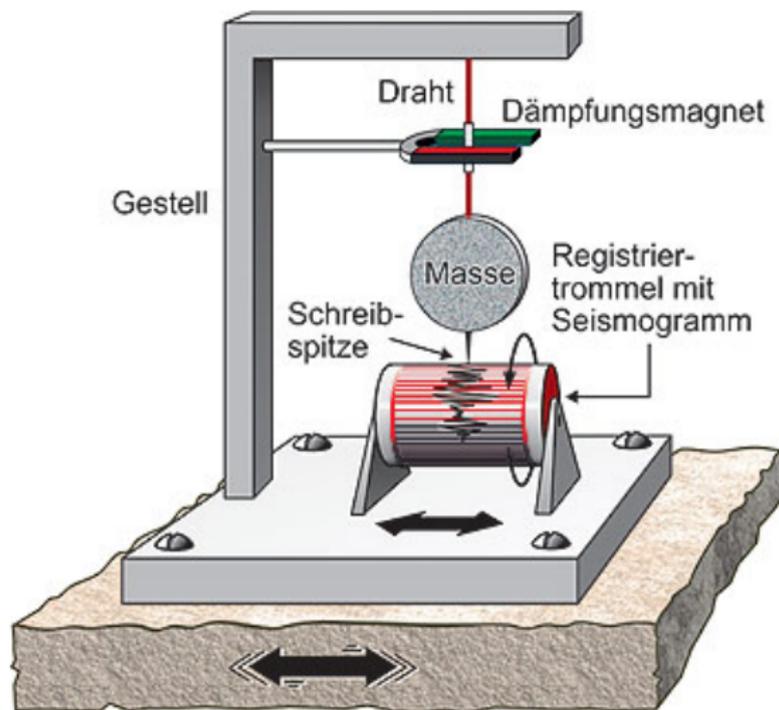
- Wellen werden an Grenzflächen reflektiert und kehren zurück
- Reflexion gibt Informationen über die Struktur der Erdkruste
- Wellen ändern ihre Richtung beim Übergang zwischen Materialien
- Brechung führt zu Ausbreitung um Hindernisse herum oder Konzentration an bestimmten Stellen
- Wellen passieren Hindernisse und breiten sich dahinter aus
- Beugung ermöglicht Nachweis von Wellen an abweichenden Orten

Funktionsweise und Aufzeichnung von seismischen Daten

- Seismographen messen und zeichnen seismische Wellen auf
- Funktionsweise: Massensystem wird durch Bodenbewegungen in Schwingung versetzt
- Eine feststehende Basis hält das Massensystem relativ ruhig
- Aufzeichnungseinheit (z. B. Trommel oder digitales System) hält die Bewegungen des Massensystems fest
- Aufzeichnungen werden als Seismogramme bezeichnet

IV. Techniken zur Erforschung von Erdbeben

Seismographen und Seismogramme



IV. Techniken zur Erforschung von Erdbeben

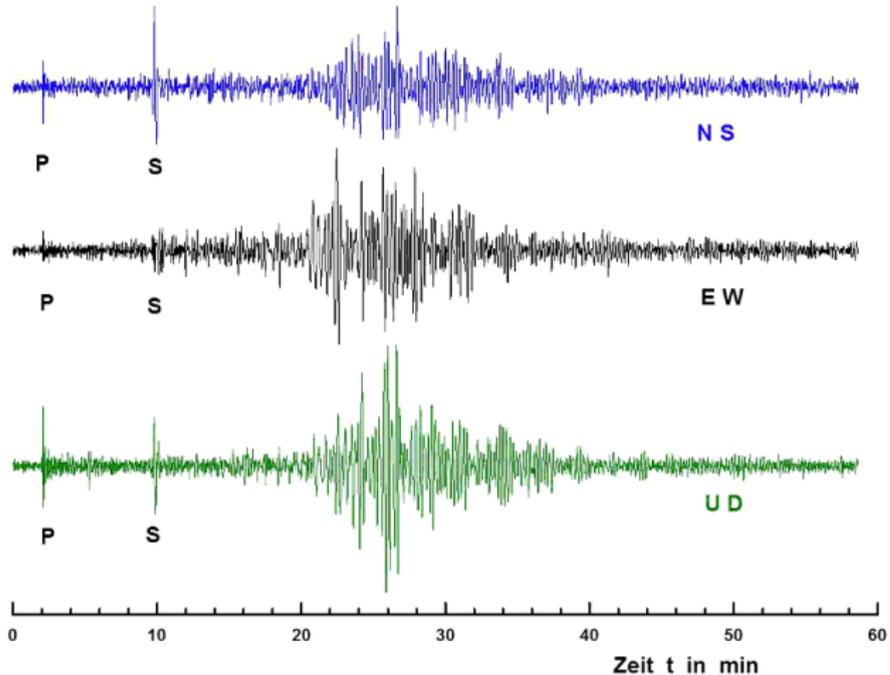
Analyse von Seismogrammen zur Bestimmung von Erdbebeneigenschaften

- Seismogramme liefern Informationen über Stärke, Dauer und Art der seismischen Wellen während eines Erdbebens
- Analyse ermöglicht Bestimmung von Magnitude, Herdtiefe und Wellencharakteristika
- Untersuchung der Ankunftszeiten verschiedener Wellenarten (P-Wellen, S-Wellen)
- Analyse von Amplitude und Frequenz der Wellen
- Hilft bei Bestimmung der Herkunft und Charakterisierung von Erdbeben

IV. Techniken zur Erforschung von Erdbeben

Seismographen und Seismogramme

Erdbeben nahe der Insel Aszension (vor Westafrika)



Prinzip und Funktionsweise von Erdbebenfrühwarnsystemen

- Erdbebenfrühwarnsysteme nutzen Geschwindigkeit der seismischen Wellenausbreitung
- Erfassung von P-Wellen mit einem Netzwerk von Seismographen
- Echtzeitanalyse der P-Wellen, um starkes Erdbeben zu erkennen
- Warnungen werden vor dem Eintreffen der zerstörerischen S-Wellen an gefährdete Gebiete gesendet
- Zeit für Evakuierungen und Schutzmaßnahmen wird bereitgestellt

Anwendungen und Potenzial zur Schadensminderung

- Erdbebenfrühwarnsysteme bieten wertvolle Zeit zur Vorbereitung und Evakuierung
- Schutz von wichtigen Infrastrukturen durch rechtzeitiges Abschalten oder Schutzmassnahmen
- Potenzial zur Verringerung der Auswirkungen von Erdbeben auf Leben und Infrastruktur
- Kontinuierliche Weiterentwicklung der Technologien zur Verbesserung des Schutzes vor Erdbeben

Erdbebenschäden und ihre Ursachen

- Erdbeben verursachen verheerende Schäden an Städten und Infrastrukturen
- Schäden abhängig von Erdbebenstärke und Entfernung zur Epizentralregion
- Beschaffenheit des Untergrunds beeinflusst Schadensausmaß
- Bauweise von Strukturen kann Schäden verstärken oder verringern

Erdbebenabsorption und -isolierungstechniken

- Erdbebenabsorber absorbieren Energie der seismischen Wellen
- Stoßdämpfer zur Reduzierung von Schwingungen und Schäden
- Erdbebenisolierung durch Verwendung flexibler Unterlagen
- Minimierung der Übertragung von seismischen Kräften auf Gebäude

Erforschung von Mondbeben

- Apollo-Missionen ermöglichten Messungen
- Installation von Mondseismometern
- Ergebnisse und Erkenntnisse:
 - Mondbeben sind schwächer, aber länger anhaltend als Erdbeben
 - Zusammenhang zwischen Mondbeben und Sonneneinstrahlung
- Bedeutung für die Raumfahrt:
 - Identifikation stabiler geologischer Umgebungen
 - Hinweise auf mögliche Wasservorkommen

VI. Erdbeben auf anderen Himmelskörpern

Seismische Aktivitäten auf dem Mond

Ursachen von Mondbeben

Mögliche Gründe:

- Gravitationskräfte
- Einschläge von Meteoriten
- Thermische Ausdehnung

Vergleich mit irdischen Erdbeben:

- Mondbeben sind schwächer
- Längere Dauer
- Einfluss fehlender Atmosphäre

Bedeutung der Erkenntnisse:

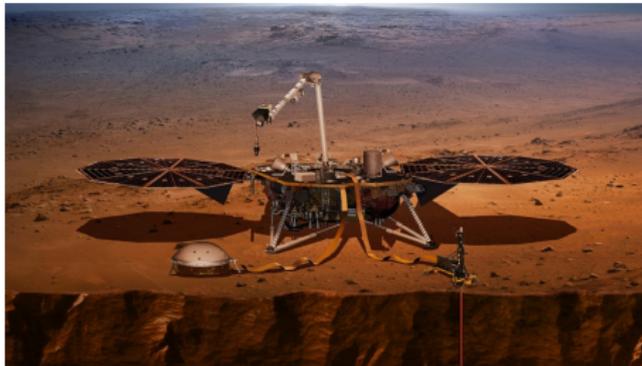
- Verständnis geologischer Prozesse auf dem Mond
- Vorbereitung auf zukünftige Mondmissionen

VI. Erdbeben auf anderen Himmelskörpern

Seismische Aktivitäten auf dem Mars

Erforschung von Marsbeben und die Ursache von Marsbeben

- Marsbeben erstmals durch Mission InSight (2018) erforscht
- Seismograph SEIS auf Marsoberfläche platziert
- Analyse der seismischen Daten für Erkenntnisse über Marsgeologie
- Ursachen ähnlich wie Erdbeben auf der Erde (tektonische Aktivitäten, thermische Ausdehnung)



VI. Erdbeben auf anderen Himmelskörpern

Bedeutung und Implikationen der Erforschung von seismischen Aktivitäten auf anderen Himmelskörpern

Beitrag zur planetaren Geologie und Geophysik

- Seismische Aktivitäten auf anderen Himmelskörpern liefern Erkenntnisse zur planetaren Geologie und Geophysik
- Analyse der seismischen Daten enthüllt innere Struktur des Planeten
- Verständnis der Planetenentwicklung, Krustenstruktur, Mantel und Kern
- Wichtige Informationen für Evolution von Himmelskörpern im Sonnensystem und darüber hinaus

VI. Erdbeben auf anderen Himmelskörpern

Bedeutung und Implikationen der Erforschung von seismischen Aktivitäten auf anderen Himmelskörpern

Potenzial für die Erforschung habitabler Bedingungen

- Seismische Aktivitäten geben Hinweise auf habitable Bedingungen
- Unterirdische Wasserreservoirs und vulkanische Aktivitäten können erfasst werden
- Indirekte Rückschlüsse auf potenziell lebensfreundliche Umgebungen
- Bedeutendes Potenzial für Identifizierung möglicher Lebensräume

Vielen Danke für Ihre Aufmerksamkeit

<https://en.wikipedia.org/wiki/Earthquake>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Erdbeben>
https://www.physik.uni-bielefeld.de/reimann/PROSEMINAR_S23/SeismischeWellen.pdf
https://www.physik.uni-bielefeld.de/reimann/PROSEMINAR_S23/kan2008.pdf
https://www.physik.uni-bielefeld.de/reimann/PROSEMINAR_S23/earthquakes.pdf
<http://authors.library.caltech.edu/6698/1/KANrpp04.pdf>
<http://web.physics.ucsb.edu/complex/research/quakes.htm>
[http://seismic.mgm-monschau.de/german/artikel/artikel₆.php](http://seismic.mgm-monschau.de/german/artikel/artikel_6.php)
<https://www.erdbeben-in-bayern.de/erdbebendienst/erdbebenkunde/seismische-wellen/>
https://www2.klett.de/sixcms/list.php?page=infothek_artikelextra = TERRA – Onlinehttps : // de.wikipedia.org/wiki/InSight
<https://de.wikipedia.org/wiki/Marsbeben>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Mond>
<http://www.das-erdbeben.de/schutzmassnahmen.htm>

<https://www.welthungerhilfe.de/informieren/themen/klimawandel/naturkatastrophen/erdbeben-ursachen-und-folgen>