

Gruppenarbeit zum Thema

Erdbeben

Fach:	Geographie
Schulstufe:	Gymnasium, 9. bis 11. Schuljahr
Art der Gruppenarbeit:	Partnerarbeit
Dauer:	2 Lektionen à 45 Minuten
Autoren:	Matthias Huss, Jürg Alean
Betreuer:	Dr. Jürg Alean, Kantonsschule Zürcher Unterland, Bülach
Fassung vom:	18. 10. 2004
Schulerprobung:	2004, Kantonsschule Zürcher Unterland, Bülach

Diese Partnerarbeit zum Thema Erdbeben umfasst zwei Lektionen. Während sich der erste Teil vor allem auf die Erdbebenskalen konzentriert, setzt die zweite Stunde ihr Schwergewicht auf die Interpretation von Seismogrammen. Da dabei höhere Anforderungen an die mathematischen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler gestellt werden, ist die Unterrichtseinheit so gestaltet, dass sich die erste Lektion einzeln halten lässt. Für eine Vertiefung dient der zweite Teil der Gruppenarbeit.

Leitidee und Lernziele

Leitidee

Erdbeben sind schockierende und dramatische Ereignisse. Das Thema findet deshalb bei Schülerinnen und Schülern reges Interesse. Da jedes Jahr irgendwo auf der Erde ein starkes Erdbeben statt findet, werden am Beispiel dieser Partnerarbeit die wichtigsten Grundbegriffe des Themas erlernt. Mit Hilfe des erworbenen Wissens bestimmen die Schülerinnen und Schüler selber das Epizentrum eines Erdbebens.

Dispositionsziel

Die Schülerinnen und Schüler erkennen den Sinn von zwei Erdbebenskalen. Es braucht eine erste, um die Kraft einer Erschütterung zu messen und eine andere, um deren Schäden zu beschreiben. In der zweiten Lektion führt die Klasse selbstständig eine einfache Interpretation eines Seismogramms durch. Dies vermittelt einerseits eine Vorstellung eines Erdbebens und gewährt andererseits einen Einblick in die erdwissenschaftliche Arbeitsweise.

Operationalisierte Lernziele

1. Lektion: Die Schülerinnen und Schüler

- weisen auf einer schematischen Darstellung die Begriffe Epi- und Hypozentrum den korrekten Stellen zu und wissen, was dort vor sich geht.
- können einer Mitschülerin in wenigen Sätzen den Unterschied zwischen Richter- und Mercalli-Skala erklären und begründen, wozu es zwei Skalen braucht.

2. Lektion: Die Schülerinnen und Schüler

- können verschiedene Typen von Erdbebenwellen erklären;
- sind in der Lage, mit Hilfe von Taschenrechner und Zirkel das Epizentrum eines Erdbebens zu bestimmen.

Voraussetzungen

Die Klasse hat das Thema Erdbeben noch nicht behandelt.

Voraussetzungen für die 1. Lektion:

- a) Die Gymnasiasten haben in der Zeitung oder im Fernsehen schon Berichte über grosse Erdbeben gelesen oder gesehen. Sie haben daher eine gewisse Vorstellung von Naturkatastrophen und ihren Folgen für die betroffene Bevölkerung.

- b) Die Schülerinnen und Schüler haben im früheren Geographieunterricht gelernt, dass sich die Erdoberfläche in ständiger Bewegung befindet und sich Kräfte zwischen den einzelnen Teilen der Erdkruste aufbauen können.

Voraussetzungen für die 2. Lektion:

- c) Im Mathematikunterricht hat die Klasse gelernt, mit dem Taschenrechner umzugehen. Alle können gegebene oder selbst ermittelte Werte in einfache Formeln einsetzen und das Ergebnis ausrechnen.
- d) Die Klasse kann selbstständig einfache geometrische Probleme lösen.

Sequenz der Lernaktivitäten

1. Lektion:

Tätigkeit	Material	Zeit
<i>Einleitung / Motivation:</i> In der Klasse werden mündlich die Ergebnisse der Diskussion des Einstiegstextes zusammentragen.	Einstiegstext: Erbeben können zerstören...	10 min
<i>Lehrervortrag:</i> Einführen der wichtigsten Begriffe (gemäss Unterlagen zum Lehrervortrag: Epizentrum, Hypozentrum, Richter- und Mercalli-Skala)	Unterlagen zum Lehrervortrag (Folien 1 + 2)	10 min
<i>Partnerarbeit:</i> Lösen des Arbeitsblattes 1 in Zweiergruppen; 5 min vor Schluss legt die Lehrperson das Lösungsblattes als Folie auf.	Arbeitsblatt 1 / Lösungen Arbeitsblatt 2 / Lösungen	25 min

2. Lektion:

<i>Einstieg / Reaktivierung:</i> Nach der Diskussion in Zweiergruppen werden die Antworten auf die gestellte Frage (Einstiegsgraphik „Erdbeben sichtbar gemacht“) in der Klasse zusammengetragen. Der Lehrer notiert ohne Wertung alle Wortmeldungen auf dem Hellraumprojektor.	Einstiegsgraphik: Erdbeben sichtbar gemacht	10 min
<i>Lehrervortrag:</i> Vorbereitung auf die Partnerarbeit. Kurze Besprechung der drei Wellentypen anhand Folie 3, sowie auf dem Seismogramm (Folie 4). Die Schüler setzen die Begriffe von Folie 4 in die Felder in Abbildung 2 auf der Einstiegsgraphik ein.	Unterlagen für den Lehrervortrag (Folie 3 und 4) Einstiegsgraphik Abb.2	5 min
<i>Partnerarbeit:</i> Am Schluss der Partnerarbeit gibt die Lehrperson die Lösung der Zusatzfrage. Dabei wird zuerst der Klasse die Chance für die Antwort gegeben. Auflegen der Folie mit Lösungen Arbeitsblatt 3	Arbeitsblatt 3: Bestimmung Epizentrum / Lösung	30 min

Material

1. Lektion: Kein spezifisches Material; **2. Lektion:** Taschenrechner, Zirkel

Quellen der Abbildungen

- Erdbeben im Glanerland: <http://www.seismo.ethz.ch>
- Starkes Erdbeben im Indischen Ozean: <http://folk.uio.no/valeriem/g385/g385.html>
- Wellentypen: <http://www.iaag.geo.uni-muenchen.de/sammlung/Bebenallg.html>

Alle Abbildungen sind geringfügig modifiziert.

Verzeichnis der Folien und Arbeitsblätter

Unterlagen für die Lehrperson:

- Unterlagen für die Lehrervorträge (mit Folien 1 bis 4)
- Folie 1: Epizentrum und Hypozentrum, Erdbebenmechanismus
- Folie 2: Die Richter- und die Mercalli-Skala
- Folie 3: Erdbebenwellen
- Folie 4: Interpretation eines Seismogramms

Unterlagen für Klasse, 1. Lektion:

- Einstiegstext: Erdbeben können zerstören...
- Arbeitsblatt 1: Erdbebenskalen
(Lösungsblatt für Lehrperson)
- Arbeitsblatt 2: Erdbebenmechanismus
(Lösungsblatt für Lehrperson)

Unterlagen für Klasse, 2. Lektion:

- Einstiegsgraphik: Erdbeben sichtbar gemacht / Interpretation eines Seismogramms
- Arbeitsblatt 3: Bestimmung des Epizentrums
(Lösungsblatt für Lehrperson)

Lehrervortrag, Lektion 1

- Das Hypozentrum ist der Ursprung des Erdbebens. Dort verschieben sich zwei Teile der Erdkruste gegeneinander. Dabei werden grosse Energiemengen freigesetzt. Diese Energie wird (in Form von Erdbebenwellen) in alle Richtungen abgestrahlt.
- Das Epizentrum ist der Punkt an der Erdoberfläche, der senkrecht über dem Hypozentrum liegt. Dort treffen die Wellen am schnellsten und am wenigsten abgeschwächt ein und verursachen die grössten Zerstörungen. Die Kraft der Erdbebenwellen nimmt mit zunehmender Distanz vom Epizentrum ab.
- Die Stärke eines Erdbebens wird heutzutage fast immer mit der Richter-Skala angegeben. Man nennt diese Stärke „**Magnitude**“. Sie hängt direkt davon ab, wie stark sich der Boden am Hypozentrum bewegt.
- Steigt die Magnitude auf der Richter-Skala um eine Einheit, wird circa 33 mal mehr Energie freigesetzt.
- Erdbeben mit mehr als 5 auf der Richter-Skala können Schäden anrichten.
- Ein Erdbeben mit einer Magnitude von 6 ist gleich stark wie die Explosion der Atombombe von Hiroshima und kann – besonders in Drittweltländern – grosse Zerstörungen verursachen.
- Das grösste je gemessene Erdbeben ereignete sich in Chile und hatte eine Magnitude von 9. Das entspricht etwa der Energie, die von etwa 20'000 Hiroshima-Atombomben freigesetzt würde.
- Früher konnte man noch keine genauen Geräte bauen, um die Erdbeben zu messen. Deshalb versuchte man, die Stärke der Beben nach den angerichteten Schäden zu beurteilen. Diese Skala hat zwölf Stufen. Sie werden als „**Intensität**“ bezeichnet.

Lehrervortrag, Lektion 2:

- Die P-Welle ist die schnellste Erdbebenwelle und trifft als erstes beim Seismographen ein. Das Gestein im Untergrund wird zusammengedrückt und gedehnt. Etwas Ähnliches passiert, wenn man eine Feder zusammenpresst und wieder los lässt (siehe jeweils Folie 3).
- Die S-Welle ist langsamer als die P-Welle. Sie pflanzt sich auch durch das Gestein im Untergrund fort. Man kann sie mit einer Welle vergleichen, die entsteht, wenn man ein Seil auf und ab schwingt.
- Die Oberflächenwellen sind am langsamsten und treffen als letzte beim Seismographen ein. Sie richten aber die grössten Schäden an, weil sie sich an der Oberfläche ausbreiten. Deshalb zeichnen sie sich auf dem Seismogramm auch durch den grössten Ausschlag aus. Ihre Bewegungen sind komplizierter.
- Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen ist sehr hoch. Sie bewegen sich 10 bis 20 mal schneller als ein Passagierflugzeug.

Lösungen zu den Fragen des Aufgabenblattes, Lektion 2:

- Frage 2: Das Epizentrum wird mit drei Kreisen konstruiert. (Der jeweilige Radius wird aus dem Zeitunterschied zwischen dem Eintreffen der P- und S-Wellen bestimmt.) Bei der Verwendung von nur zwei Kreisen, ergäben sich zwei Schnittpunkte. Es sind also mindestens drei Stationen notwendig, um eine *eindeutige* Lösung zu erhalten. Mit mehr Stationen liesse sich die Genauigkeit verbessern.
- Zusatzfrage: Das Epizentrum befindet sich genau in der Mitte, der von allen drei Kreisen eingefassten Fläche. Da die Erdbebenwellen vom *Hypozentrum* im Untergrund abgestrahlt werden, müssen sie einen weiteren Weg bis zur Station zurücklegen. Das dauert natürlich etwas länger. Die jeweiligen Kreise reichen deshalb ein wenig über das Epizentrum hinaus. Auf diese Weise kann man auch die Tiefe des Hypozentrums abschätzen.

Ergänzende Erklärungen für die Lehrperson:

1. Richter-Skala: Die Magnitude wird mit einer logarithmischen Skala berechnet. Deshalb ist ein Erdbeben, das um eine Stufe auf der Richter-Skala höher liegt, um ein Vielfaches stärker. Betrachtet man die *freigesetzte Energie*, so entspricht dies einem **Faktor von 33**. Misst man jedoch den *Ausschlag* auf dem Seismogramm, wächst dieser nur um einen **Faktor 10** bei einem Anstieg der Magnitude um eine Stufe.
2. Die Unterscheidung von Richter- und Mercalli-Skala bereitet oft Schwierigkeiten. Die Richter-Skala beschreibt die **primären** Auswirkungen eines Erdbebens. Die Magnitude hängt somit direkt mit der *Bewegung* des Bodens zusammen. Die Mercalli-Skala dagegen bezieht sich auf die **sekundären** Auswirkungen eines Erdbebens. Reagieren die Objekte an der Erdoberfläche mit bleibenden Veränderungen auf den Erdstoss? Findet das Erdbeben in einem unbewohnten Waldgebiet statt, wird man später – durch menschliche Beobachtung – kaum etwas feststellen können (niedrige Intensität). Ereignet sich das Beben aber in einer Stadt der Dritten Welt (dicht besiedelt, schlechte Bauweise der Häuser), wird dies schwerwiegende Folgen für die Bevölkerung haben (hohe Intensität).
3. Bei der Angabe der Magnitude wird immer der Wert am **Epizentrum** genannt! Befindet sich die Messstation mehrere tausend Kilometer von diesem entfernt, entspricht die Erschütterung natürlich nicht mehr diesem Maximalwert, da sich die Erdbebenwellen mit der Distanz stark abschwächen. In der Zeitung liest man aber die Magnitude, die am Epizentrum gemessen wurde. So wird ein Vergleich zwischen verschiedenen Erdbeben möglich.
4. Der Vergleich zwischen Erdbeben und Atombomben (Folie 2) ist auf die freigesetzte Energie bezogen. Als Referenz gilt die Bombe von Hiroshima. Inzwischen wurden viel stärkere Atombomben gebaut, die sogar einer Magnitude von über 8 entsprechen würden.
5. *Seismogramm des Schweizer Erdbebens (Abbildung 1, Erdbeben sichtbar gemacht, Lektion 2)*: Die Schweiz ist mit einem gut ausgebauten Netz von 31 Erdbebenstationen überzogen, die jede Erdbewegung aufzeichnen (siehe <http://www.seismo.ethz.ch>). Die ausgewählten Seismogramme zeigen das zeitlich verschobene Eintreffen der Erdbebenwellen. Ein Strich auf der x-Achse steht für eine Sekunde. Die vom Seismographen aufgezeichnete Bodenbewegung hat nahe beim Epizentrum (z.B. Linthal) eine scharfe Spitze. Die drei verschiedenen Wellentypen kommen hier fast miteinander an. Weit vom Epizentrum entfernt (z.B. Wila) treffen die Wellen aufgrund ihrer unterschiedlichen Geschwindigkeiten über eine grössere Zeitspanne verteilt ein.