

Gruppe 2: Kennzeichen und Folgen von Erdbeben

Plinius d.Ä. widmet in seiner Enzyklopädie Naturalis historia (2,193 f.) Erdbeben einen eigenen Abschnitt. Darüber, wie sie sich äußern, liest man dort:

Varie itaque quatitur, et mira eduntur opera, alibi prostratis moenibus,
 alibi hiatu profundo haustis, alibi egestis molibus, alibi emissis amnibus,
 3 nonnumquam etiam ignibus calidisve fontibus, alibi averso fluminum cursu.
 Praecedit vero comitaturque terribilis sonus, alias murmuri similis, alias
 mugitibus aut clamori humano armorumve pulsantium fragori, pro qualitate
 6 materiae excipientis formaque vel cavernarum vel cuniculi, per quem meet,
 exilius grassante in angusto, eodem rauco in recurvis, resultante in duris,
 fervente in umidis, fluctuante in stagnantibus, furente contra solida. Itaque
 9 et sine motu saepe editur sonus. Nec simplici modo quatitur umquam, sed
 tremit vibratque. Hiatus vero alias remanet ostendens quae sorbuit, alias
 occultat ore compresso rursusque ita inducto solo, ut nulla vestigia exsistent,
 12 urbibus plerumque devoratis agrorumque tractu hausto.

1. **Ermittelt, welche Erscheinungsformen und Begleitumstände für Erdbeben hier von Plinius genannt werden. Gebt für jede eurer Behauptungen den passenden lateinischen Textbeleg an!**
2. **Arbeitet aus den Informationen der Arbeitsmaterialien M1b bis M3b sowie mit Material aus dem Internet und den Printmedien heraus, wie sich ein Erdbeben auf die Volkswirtschaft eines Landes auswirken kann. Geht dabei auf konkrete Beispiele ein und zieht Vergleiche zu den Aussagen von Plinius.**
3. **Stellt eure Ergebnisse in einem anschaulich aufbereiteten Poster zusammen! Recherchiert gegebenenfalls im Internet nach zusätzlichen Materialien!**

Info-Text 2: Naturkatastrophe Erdbeben

Als am 11. März 2011 die Erde in Japan bebte, war die ganze Welt erschüttert. Im Minutentakt wurden die Meldungen aktualisiert, Tsunamis würden die Küste Japans erreichen, ein Atomkraftwerk sei betroffen, tausende Menschen seien auf der Flucht, von zahlreichen Todesopfern und Verletzten war die Rede, immer wieder komme es zu Nachbeben, ja sogar die Erdachse sei um mehrere Meter verschoben worden. Inzwischen ist es traurige Gewissheit: Das Tōhoku-Erdbeben, das mit einer Magnitude von 9 auf der Richterskala zu den stärksten je gemessenen Beben zählt, wird als eine der schlimmsten Naturkatastrophen in die Geschichte eingehen und hat das Leben der japanischen Bevölkerung nachhaltig verändert. Ähnlich verheerende Bilder gingen im Dezember 2004 um die Welt, als der Tsunami, ausgelöst durch das Sumatra-Andamanen-Beben, die Küstenregionen am Golf von Bengalen, der Andamanensee, und Südasien verwüstete. Seitenweise könnte man so fortfahren und eine Erdbebenkatastrophe nach der anderen aufzählen (**M7, Abb. 2**).

Wie Plinius schon schreibt, äußert sich ein Erdbeben auf unterschiedliche Weise „je nach Art des Stoffes, auf den es stößt“. Legt man eine Karte der erdbebengefährdetsten Regionen neben eine Karte der weltweiten Bevölkerungsverteilung (vgl. geeignete Karten im **Atlas**), wird eines relativ schnell klar: Der Stoff, auf den Erdbeben stoßen, ist meist von Menschen geschaffen. Damit ist der Faktor, der die Erschütterung der Erde zu einer Naturkatastrophe macht, gefunden: Die wirtschaftlichen Schäden, ausgelöst durch Naturkatastrophen, sind zwischen 1950 und 2008 drastisch angestiegen. Verantwortlich dafür sind das Wachstum der Weltbevölkerung und der damit verbundene Ausbau der Infrastruktur. Welche ökonomischen Schäden entstehen können, wie verwundbar selbst eine hochentwickelte Volkswirtschaft wie Japan sein kann, hat uns das Erdbeben am 11. März 2011 vor Augen geführt. Durch das Jahrhundert-Erdbeben und den anschließenden Tsunami (**M7, Abb. 4**) ist in Japan nach neuesten Schätzungen der Behörden ein Gesamtsachschaden in Höhe von 16,9 Billionen Yen (148 Milliarden Euro) entstanden. Allein die Höhe der Gebäudeschäden betrage 10,4 Billionen Yen. Durch die Naturkatastrophe am 11. März, bei der fast 15 500 Menschen ums Leben kamen, wurden 100 000 Häuser komplett zerstört. Etwa eine halbe Million weitere Gebäude wurden beschädigt. Die Schäden an Straßen und Schifffahrtswegen werden mit 2,2 Billionen Yen beziffert, die in der Land- und Forstwirtschaft sowie auf Aquafarmen mit 1,9 Billionen Yen. Die Reparatur der Versorgungsleitungen etwa für Wasser und Gas dürfte nach Erwartungen der Regierung 1,3 Billionen Yen kosten. In den Berechnungen ist die Atomkatastrophe von Fukushima noch nicht enthalten. Das Kernkraftwerk war durch das Beben und den Tsunami schwer beschädigt worden. Seither tritt dort radioaktive Strahlung in die Umwelt aus.

Gruppe 3: Verbreitung von Erdbeben

Plinius d.Ä. widmet in seiner Enzyklopädie Naturalis historia (2,194f.) Erdbeben einen eigenen Abschnitt. Über ihre Verbreitung liest man dort:

Maritima autem maxime quatiuntur, nec montuosa tali malo carent. Exploratum mihi est Alpes Appenninumque saepius tremuisse. Et autumnus ac vere terrae crebrius
 3 moventur, sicut fulmina. Ideo Galliae et Aegyptus minime quatiuntur, quoniam hic aestatis causa obstat, illic hiemis. Item noctu saepius quam interdiu. Maximi autem motus existunt matutini vespertinique, sed propinqua luce crebri, interdiu autem
 6 circa meridiem. Fiunt et solis lunaeque defectu, quoniam tempestates tunc sopiuntur, praecipue vero cum sequitur imbres aestus imbresve aestum.

1. **Ermittelt, welche Verbreitungsgebiete für Erdbeben hier von Plinius genannt werden. Beschreibt dabei auch, in welcher Häufigkeit sie wo auftreten und warum dies so sein soll. Gebt für jede eurer Behauptungen den passenden lateinischen Textbeleg an!**
2. **Arbeitet mit geeigneten Atlaskarten zur Verbreitung von Erdbeben weltweit. Widerlegt bzw. bestätigt damit die Aussagen von Plinius bezüglich der räumlichen Vorkommen von Erdbeben.**
3. **Lest Euch die Informationstexte durch und erklärt aus Sicht der modernen Forschungsansätze das Vorkommen von Erdbeben. Bezieht dabei konkrete Beispiele mit ein und klärt den lateinischen Ursprung der Fremdwörter konstruktiv, destruktiv, konservativ und subduzieren bzw. Subduktion.**
4. **Stellt eure Ergebnisse in einem anschaulich aufbereiteten Poster zusammen! Recherchiert gegebenenfalls im Internet nach zusätzlichen Materialien!**

Info-Text 3: Verbreitung von Erdbeben

Dass Erdbeben an den Grenzen der Erdplatten auftreten, lässt sich jeder tektonischen Karte entnehmen. Geologen unterscheiden drei verschiedene Formen von

3 Plattengrenzen: konstruktive, destruktive und konservative. Ebenso unterscheidet man auch zwischen verschiedenen Erdbebengebieten. Dazu zählen zunächst Erdbeben, die an konstruktiven Plattengrenzen zu finden sind, im Bereich von mittelozeanischen

6 Rücken, die sich als riesige Gebirgssysteme durch die Ozeane erstrecken. Die Flanken des mittelozeanischen Rückens sind sehr flach, da sie nicht etwa aufgefaltet werden, sondern durch das Aufsteigen basaltischer Magma entstehen. In diesem Bereich

9 wird also neue ozeanische Kruste gebildet. Im Zentrum des Gebirgsrückens bildet sich oft ein Graben, das sog. „rift valley“. Betrachtet man sich die mittelozeanischen Rücken, erkennt man, dass einzelne Bereiche immer wieder seitlich versetzt sind.

12 Als Folge von bruchtektonischen Vorgängen findet man demnach keine durchgängige Kammlinie vor. Die hier auftretenden Erdbeben stehen also in Zusammenhang mit dem Vulkanismus. Da ihr Erdbebenherd mit weniger als 70 km nicht sehr tief

15 unter der Oberfläche liegt, bezeichnet man sie auch als Flachbeben. Während an konservativen Platten neue Erdkruste entsteht wird an destruktiven Plattengrenzen Lithosphäre zerstört. Hier bewegen sich zwei Platten aufeinander zu, dabei taucht die

18 schwerere ozeanische Lithosphärenplatte unter die kontinentale Platte in den oberen Erdmantel ab, wo sie schließlich aufgrund der hohen Temperaturen aufgeschmolzen wird, sie wird subduziert. Auf der ozeanischen Seite der Subduktionszonen entstehen

21 als Folge des Abtauchens Tiefseegräben, auf der Landseite hingegen Faltengebirge. Diese Gebiete sind gekennzeichnet durch besonders explosive Vulkanausbrüche. Die Subduktionszone, die sich rund um den Pazifik zieht, wird daher auch als „Ring

24 of Fire“ bezeichnet. Teilweise kollidieren auch zwei ozeanische Platten. Auch diese Zonen sind durch starken Vulkanismus gekennzeichnet. Hier entstehen vulkanische Inselbögen, wie etwa die Philippinen. Durch die immensen Kräfte, die hier wirken,

27 werden auch Spannungen erzeugt, die sich in Form von gewaltigen Erdbeben äußern. Der „Ring of Fire“ wird daher auch als zirkumpazifischer Erdbebengürtel bezeichnet. Als dritte Form von Erdbebengebieten sind die konservativen

30 Plattengrenzen zu nennen. Hier wird weder etwas ab noch aufgebaut. Die wohl bekannteste Transformationsstörung ist die kalifornische San-Andreas-Verwerfung (**M7, Abb. 3**), wo zwei Platten aneinander vorbei driften. Diese Erdbeben treten nicht

33 in Verbindung mit Vulkanismus auf. Sie entladen sich sehr intensiv als Folge der sich über einen längeren Zeitraum aufbauenden Spannung. Man kann sich diese ruckartige Entladung ähnlich wie bei zwei Bauklötzen vorstellen, die man kraftvoll in

36 entgegengesetzte Richtung aneinanderdrückt. Der letzte Typ von Erdbebengebieten tritt an kollidierenden Kontinentalplatten auf. Ein auffallend großes Gebiet verläuft von Myanmar (vormals Birma) bis zum Mittelmeer. Dazu gehören gewaltige, über

39 8000 m hohe Gebirgszüge wie der Himalaya mit dem höchsten Berg der Erde, dem Mount Everest. Hier sind ungeheure Kompressionskräfte infolge von Faltungen und Überschiebungen am Werk. Dabei treten vornehmlich Flachbeben auf.

Gruppe 4: Vorhersage von Erdbeben und Schadensbegrenzung

Plinius d.Ä. widmet in seiner Enzyklopädie Naturalis historia (2,196f.) Erdbeben einen eigenen Abschnitt. Über ihre Vorhersage sowie die Schadensbegrenzung bei einem Erdbeben liest man dort:

Navigantes quoque sentiunt non dubia coniectura, sine flatu intumescente fluctu subito aut quatiante ictu. Intremunt vero et in navibus postes aequae quam in aedificiis
 3 crepituque praenuntiant. Quin et volucres non inpavidae sedent. Est et in caelo signum praeceditque motu futuro aut interdiu aut paulo post occasum sereno tenuis
 6 ceu lineae nube in longum porrecta spatium. Est et in puteis turbidior aqua nec sine odoris taedio, sicut in isdem et remedium, quale et crebri specus praebent; conceptum enim spiritum exhalant. Quod in totis notatur oppidis: Minus quatiuntur crebris ad
 9 eluviem cuniculis cavata, multoque sunt tutiora in isdem illis quae pendent, sicuti Neapoli in Italia intellegitur, parte eius, quae solida est, ad tales casus obnoxia. Tutissimi sunt aedificiorum fornices, anguli quoque parietum postesque, alterno pulsu renitente. Et latere terreno facti parietes minore noxa quatiuntur.

1. **Ermittelt, welche Zeichen laut Plinius Erdbeben vorausgehen. Beschreibt anschließend, wo man besonders sicher vor Erdbeben ist und nennt die hier angeführten Gründe. Gebt für jede eurer Behauptungen den passenden lateinischen Textbeleg an!**
2. **Lest Euch die beiden Texte durch. Legt dar, inwiefern die Aussagen von Plinius zur Erdbebenprognose und den entsprechenden Vorkehrung zur Schadensreduktion zutreffen.**
3. **Recherchiert im Internet nach weiteren Methoden der Erdbebenvorhersage und der Schadensbegrenzung. Vergleicht auch diese mit den Aussagen von Plinius.**

Info-Text 4: Vorzeichen und Vorsorge von Erdbeben

Als mögliche Symptome für ein bevorstehendes Erdbeben werden die Häufung von kleineren Vorbeben, eine rasche Neigungsänderung oder andere auffällige

3 Veränderungen der Erdoberfläche, Veränderungen in der elektrischen Leitfähigkeit von Gesteinen oder Veränderungen im Wasserspiegel von Brunnen in Betracht gezogen. Man hat Kombinationen all dieser Phänomene vor einem Beben

6 beobachtet. Tatsächlich wurde dadurch sowie durch die zusätzliche Beobachtung von auffälligem Tierverhalten das Erdbeben von Haicheng im Jahr 1975 in China vorhergesagt. Schilderungen zufolge bellten Hunde Tag und Nacht,

9 verfielen Hühner in heillose Panik und Ratten verließen am helllichten Tag ihre Schlupfwinkel. Am 4. Februar informierten Seismologen die Behörden über ein unmittelbar bevorstehendes Starkbeben, das am Abend des gleichen Tages gegen

12 19.36 Uhr mit zerstörerischer Gewalt der Magnitude 7,6 über die chinesische Provinz hereinbrach. Über das Tierverhalten vor Erdbeben präsentierte der Berliner Wissenschaftler Helmut Tributsch eine interessante Hypothese: Der hohe Druck

15 auf das Gestein vor einem Erdbeben erzeugt in Abhängigkeit von der jeweiligen mineralischen Zusammensetzung elektrische Ströme, die Wasser in Gesteinsklüften per Glimmerentladung zersetzen. Dabei entstehen positiv geladene Aerosole, die das

18 Gestein durch feine Risse verlassen. Nach Untersuchungen führen diese elektrisch geladenen Teilchen bei Tieren zur verstärkten Ausschüttung des Hormons Serotonin, das Unruhe bis Panik hervorruft. Dass Tiere in einem größeren Erdbebengebiet

21 teilweise panische und teilweise gar keine Reaktionen zeigen, liegt an der unterschiedlichen Intensität der Aerosole. Sie wird durch sehr viele Faktoren wie z.B. die Gesteinszusammensetzung, die gerade vorherrschende Witterung, aber

24 sicherlich auch durch die physische und psychische Verfassung von Tieren wesentlich beeinflusst.

Dass auch Japan eine immens erdbebengefährdete Region ist, war der Bevölkerung

27 bereits vor dem großen Tohoku-Erdbeben am 11. März 2011 bewusst. Wie man sich im Falle eines Erdbebens zu verhalten hat, lernen die meisten Japaner bereits im Kindergarten. Japan investiert zur Vorsorge von Erdbeben enorme Summen.

30 Die Japaner waren mit die ersten, die ein Frühwarnsystem für Tsunamis etablierten. Auch in Bezug auf erdbebensicheres Bauen ist die Nation fortschrittlich. Das 508 Meter hohe Taipei Financial Centre ist mit einer mehrere hundert Tonnen schweren

33 Stahlkugel ausgestattet, welche im Falle eines Erdbeben oder schwerer Stürme die Schwingungen auspendeln soll. Auch im US-amerikanischen Kalifornien lebt man täglich mit der Bedrohung des „Big One“. Mit großräumig angelegten und

36 kostspieligen Übungen spielt man den Ernstfall durch und versucht, die Bevölkerung auf ein bevorstehendes Erdbeben vorzubereiten. Leider können derzeit in erster Linie nur jene Nationen, welchen auch die entsprechenden finanziellen Mittel zur

39 Verfügung stehen, ihre Bewohner angemessen vorbereiten. Ein entsprechendes Frühwarnsystem für Tsunamis wurde in vielen Regionen Südostasiens erst durch internationale Zuschüsse nach der Katastrophe 2004 in Betrieb genommen.