

Mündliche Reife- und Diplomprüfung

AUFGABENSTELLUNG:

1.2. Sulawesi-Katastrophe 2018

1. Lesen Sie die Textbeilagen „Sulawesi-Katastrophe 2018 – Superschnell und viel zu nah“ sowie „Tektonischer Hintergrund“ und erklären Sie die fettgedruckten Fachtermini. Nennen Sie auch die Hintergründe, wie dieses Beben entstehen hat können. Erklären Sie, wie die Tsunamiwellen beim Sulawesi-Beben ausgelöst wurden. Nennen Sie weitere Regionen der Erde, bei der sich die Platten aneinander vorbeischieben und somit in nächster Zukunft mit heftigen Beben zu rechnen ist.
2. Erklären Sie anhand der Bildbeilage „Plattentektonik“ die verschiedenen Arten von Plattenbewegungen, welche zu Beben führen können. Erläutern Sie, weshalb es auf unserer Erde Gebiete gibt, wie z. B. den zirkumpazifischen Feuergürtel, die sehr häufig von Beben betroffen sind.
3. Ein Erdbeben hat meistens fatale Auswirkungen. Neben häufig zahlreichen Todesopfern hat die jeweils betroffene Region mit verschiedensten „Nachwehen“ zu kämpfen. Gehen Sie auf ebendiese Auswirkungen ein und begründen Sie die diesbezüglichen regionalen Disparitäten.

Sulawesi-Katastrophe 2018 Superschnell und viel zu nah

Neue Daten zeigen: Das Sulawesi-Beben im vergangenen September war geologisch etwas Besonderes. Seine besonderen Verheerungen aber sind der Geografie geschuldet. Das **Epizentrum** lag ca. 80 km nördlich der Stadt Palu.

Bei manchen Erdbeben kann der Untergrund erheblich schneller als normalerweise aufreißen. Das wiederum kann unter Umständen die Erdbebenwellen verstärken, die dann unter Umständen besonders schlimme Schäden anrichten. Ein solches „superschnelles“ Beben suchte am 28. September 2018 die indonesische Insel Sulawesi heim. Das schließen Anne Socquet von der Universität in Grenoble und ihre Kollegen sowie das Team von Jean-Paul Ampuero von der Université Côte d’Azur in Südfrankreich. Beide berichten darüber jetzt in der Zeitschrift „Nature Geoscience“. Über 2000 Menschen wurden damals tot geborgen. Doch wahrscheinlich starben insgesamt weit mehr durch die Erschütterungen und den durch sie ausgelösten **Tsunami**.



Spannung

Während Socquet und ihre Kollegen aus Satellitendaten berechneten, wie sich der Untergrund verschoben hat, wertete Ampueros Team Erdbebenwellen aus, die unter anderem ein weit entferntes Netz von Messstationen im Südosten Australiens aufgezeichnet haben. „Beide kommen mit sehr unterschiedlichen Methoden zu den gleichen Ergebnissen, die auf ein superschnelles Erdbeben hindeuten“, erklärt Marco Bohnhoff vom GeoForschungsZentrum (GFZ) in Potsdam.

Solche Spannungen können im Untergrund entstehen, wenn sich jeweils Erdplatten mit Geschwindigkeiten von wenigen Zentimetern im Jahr aneinander vorbeizuschieben versuchen. Oft verhakt sich dabei Gestein an den Rändern beider Platten gleichsam ineinander. Es bauen sich Spannungen auf, die im Laufe von Jahren und Jahrzehnten anwachsen. Irgendwann dann reißt das verhakte Gestein wieder auseinander und die beiden Platten holen die in Jahrzehnten versäumten Bewegungen in Sekunden nach.

Geschwindigkeit

Genau das geschah am 28. September 2018 nahe der 380 000-Einwohner-Stadt Palu. „Von der Erdoberfläche bis in eine Tiefe von etwa 18 Kilometern bildete sich ein Bruch, der sich 180 Kilometer weit in Nord-Süd-Richtung ausbreitete“, erklärt GFZ-Seismologe Marco Bohnhoff. In Palu maßten Forscher, dass zwei vor dem Beben nebeneinander befindliche Punkte danach sieben Meter auseinanderlagen.

Solche Verschiebungen sind bei starken Erdbeben durchaus normal. Sehr ungewöhnlich war dagegen die Geschwindigkeit, mit der sich der Bruch von seinem **Hypozentrum** genannten Entstehungspunkt ausbreitete. „Normalerweise geschieht das mit 70 bis 90 Prozent der Geschwindigkeit, mit der sich Scherwellen in diesem Gestein ausbreiten“, erklärt Martin Mai, der an der King Abdullah University of Science and Technology (KAUST) in Thuwal in Saudi-Arabien die Physik von Erdbeben analysiert und

modelliert. Für das Palu-Beben hätte die Scherwellen-Geschwindigkeit nach Ampueros Schätzungen rund drei Kilometer in der Sekunde betragen und die Ausbreitungsgeschwindigkeit entsprechend noch etwas darunterliegen müssen. Tatsächlich aber maßen er und seine Kollegen 4,1 Kilometer in der Sekunde.

„Dieser Unterschied passt gut zu theoretischen Überlegungen, nach denen sich die Bruchzonen von superschnellen Erdbeben rund 40 Prozent schneller als bei normalen Beben ausbreiten sollten“, erklärt Martin Mai. Die nun veröffentlichten Daten zeigten in der Gesamtsicht auch, „dass sich in den vergangenen Jahrzehnten sehr starke Spannungen im Untergrund aufgebaut hatten“.

Warnung

Weshalb sich so hohe Spannungen aufbauen konnten, wollen die Forscher in den kommenden Jahren untersuchen. Dafür gibt es Gründe, die über das reine Interesse an dem geologischen Phänomen weit hinausreichen: „Diese beiden Veröffentlichungen sind ein deutliches Warnzeichen“, sagt Mai. Schließlich gebe es noch mehr Regionen auf der Erde, in denen sich die Erdplatten ähnlich wie unter der indonesischen Insel Sulawesi aneinander vorbeischieben und in denen in absehbarer Zukunft mit einem starken Erdbeben zu rechnen sei.

Dazu gehört der Golf von Akaba, der bei KAUST-Forscher Martin Mai vor der Haustür liegt. Aber auch die San-Andreas-Spalte zwischen San Francisco und Los Angeles ähnelt dieser Verwerfung. Als 1906 ein Erdbeben gerade einmal drei Kilometer von San Francisco entfernt begann, starben in einer der schlimmsten Naturkatastrophen in der Geschichte der USA mehr als 3000 Menschen.

Und dann ist da auch noch die Nordanatolische Verwerfung. An ihr entlang kam es im Norden der Türkei in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder zu verheerenden Erdbeben. Nur ein Abschnitt in der Nähe der Metropole Istanbul blieb seit 1766 von schweren Erdbeben verschont. Hier ist die Trennlinie der beiden Platten zum Teil gerade 20 Kilometer von der Hagia Sophia entfernt. Die Wahrscheinlichkeit für ein verheerendes Beben dort in den kommenden drei Jahrzehnten schätzen Experten, unter ihnen GFZ-Forscher Bohnhoff, auf bis zu 70 Prozent.

Deshalb untersucht Bohnhoff dort mithilfe von Bohrungen fernab der Erschütterungen durch Schwerlastverkehr und Bauarbeiten kleine Erdbeben: „Wenn wir die Physik dieser Mini-Beben besser verstehen, können wir die Ergebnisse auch auf größere Beben übertragen, die dort erwartet werden.“ Dabei könnten auch superschnelle Bruchzonen wie auf Sulawesi eine Rolle spielen: „Als 1999 ein starkes Beben rund hundert Kilometer östlich von Istanbul ungefähr 18 000 Menschen das Leben kostete, breitete sich der Bruch in einem Bereich ebenfalls superschnell aus.“

Verstärkung

Dieses Beben löste im Marmara-Meer auch einen Tsunami aus, dessen Wellen 2,5 Meter Höhe erreichten. „In Istanbul gab es in historischen Zeiten auch sechs Meter hohe Tsunami-Wellen“, sagt

Bohnhoff. In der Stadt Palu auf Sulawesi erreichte der 2018 dort ausgelöste Tsunami an manchen Stellen sogar elf Meter Höhe. Er tötete mehr Menschen als das starke Erdbeben.

„Dort kamen aber mehrere sehr unglückliche Umstände zusammen“, sagt Jörn Lauterjung. Er leitet am GFZ die „Daten-, Informations- und IT-Dienste“ und koordinierte nach dem verheerenden Tsunami an Weihnachten 2004 auf deutscher Seite den Aufbau des Tsunami-Frühwarnsystems für die Küsten Indonesiens. Zu diesen „unglücklichen Umständen“ gehört, dass Palu am Ende einer lang gestreckten Bucht mit steilen Ufern und bis 700 Meter aufragenden Bergen in unmittelbarer Nähe liegt. Die Bruchzone verlief genau unter dieser Bucht und löste an den steilen Unterwasserhängen mehrere Schutt-Lawinen aus. Die Tsunami-Wellen wurden durch diese – und nicht das Beben selbst – ausgelöst. Sie verstärkten zudem einander und bäumten sich in der schmalen Bucht dann stark auf. So war es nicht nur Geologie, sondern auch Geografie, die den Ausschlag dafür gab, dass das Beben so verheerende Folgen hatte. Weil es direkt unter der engen Bucht die Erde erschütterte, dauerte es – unabhängig von der hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Bebens – nur wenige Minuten, bis die Wellen die Stadt erreichten. „In dieser extrem kurzen Zeit aber kann kein Tsunami-Frühwarnsystem auf der Welt eine zuverlässige Warnung auslösen“, sagt Lauterjung. Unmittelbar nach der Katastrophe war er noch davon ausgegangen, dass es eine Panne in der Informationsweitergabe der Warnung gegeben haben müsste. „Es ist tatsächlich so, dass die Warninformation vor dem Tsunami in Palu nicht die betroffene Bevölkerung erreicht hat, doch die Gründe dafür wissen wir immer noch nicht genau.“ Etwa Sirenen hätten offenbar nicht funktioniert und lokale Katastrophenschutzbehörden seien nicht erreichbar gewesen, was aber an dem starken Beben direkt unter der Stadt gelegen haben könne.

Rettung

Trotzdem sieht Lauterjung auch bei solchen sehr speziellen Fällen eine Möglichkeit, die Zahl der Opfer zu verringern. „Die Menschen in solchen Regionen müssen immer wieder auf richtiges Verhalten im Ernstfall trainiert werden“, sagt er. Spüre man am Strand ein starkes Erdbeben und hielten die Erschütterungen einige Sekunden oder länger an, sei das ein natürliches Warnzeichen für einen möglichen Tsunami. „Wenn das passiert, sollten die Menschen – ohne nachzudenken und ohne auf eine offizielle Warnung zu warten – sofort in höhere Regionen rennen.“ Ein naher Hügel, höhere Häuser oder auch Rampen, die zu höheren Etagen eines Parkhauses führen, könnten dann ganz ohne Hilfe von Technologie die Leben vieler Menschen retten.

Quelle: www.tagesspiegel.de (07. Mai 2019)

Tektonischer Hintergrund

Klassischerweise entstehen Tsunamis an sogenannten **Subduktionszonen**, wo eine Erdplatte sich unter die andere schiebt. Dabei baut sich nach und nach Spannung auf, die sich im ungünstigsten Fall so entlädt, dass eine der Platten plötzlich nach oben schießt. Die Platte hebt dabei immense Wassermengen nach oben, und auf dem Meer entsteht eine Welle, die zunächst kaum wahrnehmbar ist. Erst wenn die Welle auf das Land trifft, baut sie sich auf und entlädt ihre Energie.

Im Fall von Palu war es aber offenbar so, dass durch das horizontale Beben (**Stärke 6,9 nach Richter**) eine Rutschung am Meeresboden ausgelöst wurde. Diese Rutschungen kann man sich im Grunde vorstellen wie eine Lawine. Passiert das schnell genug, kann auch diese Lawine am Meeresboden sehr viel Wasser nach oben drücken und einen Tsunami auslösen.

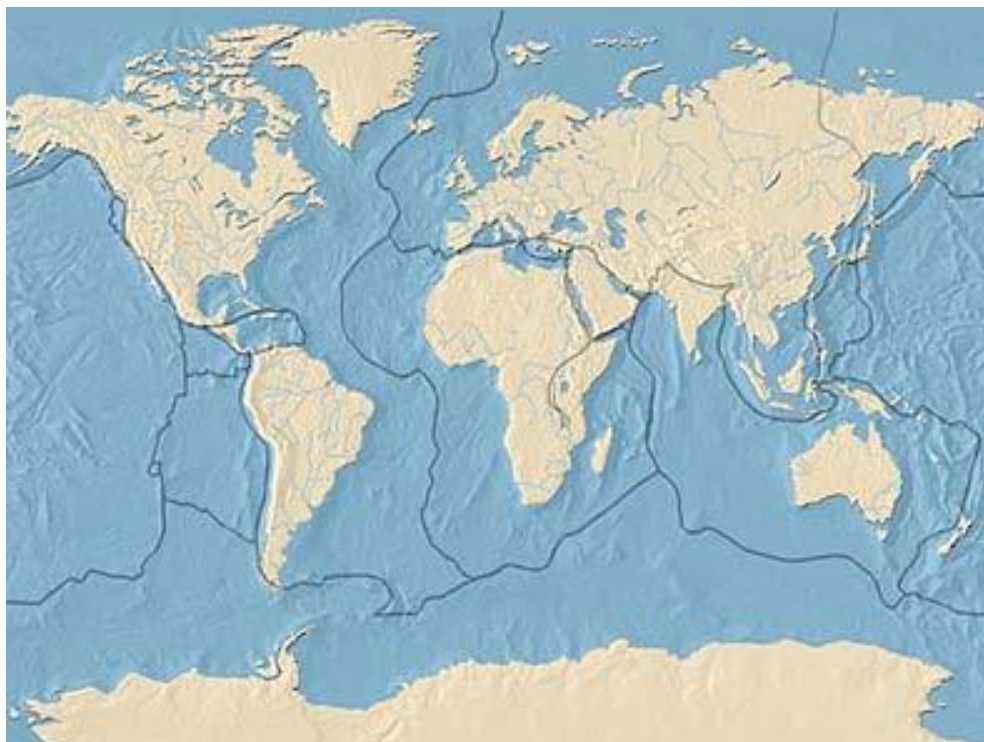
Im Gegensatz zu den Inseln des Sunda-Bogens (Sumatra, Java, Lombok, etc.) liegt Sulawesi nicht an einer größeren Subduktionszone. Entsprechend gibt es auch kaum aktive Vulkane. Die Ausnahme stellt der Nordosten der Minahasa-Halbinsel dar.

Erdbebengefahr geht auf Sulawesi vor allem von den Störungszonen im Inland aus. Die größte Störungszone, die Palu-Koro-Störung (PKS), verläuft von der Westküste Minahasas bis ins Zentrum Sulawesis, wo sie in die nach Südosten abzweigende Matano-Störungszone übergeht.

Sie liegt in einer Region, in der drei große Platten konvergieren, sich also aufeinander zubewegen: Die Eurasische Platte, auf der die Verwerfung liegt, die Australische Platte und die Philippinische Platte. An der Verwerfung selbst bewegen sich die Schollen mit einer Geschwindigkeit von etwa 42 Millimeter pro Jahr aneinander vorbei, wobei sich die östliche nach Norden, die westliche nach Süden bewegt.

Quelle: www.faz.de (12.04.2019)

Plattentektonik



Quelle: www.klassenarbeiten.de



(ntv.de)