



Aufträge für die Dauer- ausstellung in *focus-* Terra

GEOLOGIE

Tanja Frei, tafrei@ethz.ch

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| Erdbebenführung inkl. Simulator in <i>focusTerra</i> | 3 |
| Posten zur Bearbeitung in der Dauerausstellung von <i>focusTerra</i> | 3 |
| Vorwissen | 4 |
| Weiterbildungsangebot | 4 |
| | |
| <i>focusTerra</i> – unterwegs in der Dauerausstellung | 5 |
| Übersicht der Stationen | 5 |
| Lage der Posten | 5 |
| Station 1: Wie sich die Anordnung der Kontinente ständig ändert | 6 |
| Station 2: Erdbebengefährdung und Erdbebenrisiko in der Schweiz | 8 |
| Station 3: Kristalle, Mineralien und Rohstoffe – wie ist der Zusammenhang? | 12 |
| Station 4: Isostasie – die Alpen schwimmen! | 14 |
| Station 5: Vulkane | 16 |
| Station 6: <i>Vulkanismus auf dem Mars (Zusatzposten für die Schnellen)</i> | 17 |



Die Inhalte der Dauerausstellung von *focusTerra* mit den vorgeschlagenen Posten eignen sich für einen Besuch der Klasse vor oder nach einer «Erdbebenführung inkl. Simulator». Bei der Führung ist ein Besuch im Erdbebensimulator dabei.



Das Führungsangebot von *focusTerra* ist unter <https://focusterra.ethz.ch/ihr-besuch/fuehrungen-fuer-gruppen.html> ersichtlich.

Die Buchung einer Führung kann direkt über das Onlineformular unter <https://focusterra.ethz.ch/ihr-besuch/fuehrungen-fuer-gruppen/buchungsformular.html> vorgenommen werden.

Erdbebenführung inkl. Simulator in *focusTerra*

Haben Sie sich schon einmal gefragt, wie und wo Erdbeben entstehen? Es bewegt sich etwas im Untergrund – aber was genau? Und warum? In einer Präsentation zu Beginn der Führung werden aktuelle Erdbeben thematisiert und die Erdbebenaktivität in der Schweiz beleuchtet. In der Dauerausstellung gehen wir anschliessend den Ursachen von Erdbeben auf den Grund, verfolgen die Bewegungen der Erdplatten durch die Erdgeschichte und erfahren, warum Erdbeben für die Wissenschaft von Nutzen sind. Der Besuch im Simulator ermöglicht es, Beben in sicherer Umgebung hautnah zu erleben und zu erfahren, wie man im Ernstfall reagieren sollte. Die Führung dauert 1 Stunde.

Posten zur Bearbeitung in der Dauerausstellung von *focusTerra*

Im Optimalfall können im Anschluss oder auch vor der Führung mit der Klasse im Museumsturm die vorgeschlagenen Posten in Kleingruppen bearbeitet werden. Jeder Posten ist mit einer ungefähren Dauer von 10 Minuten konzipiert, sodass sich die Kleingruppen im 10-Minutentakt abwechseln können. Damit sich die Schüler:innen gut verteilen können, sind 5 Posten plus ein Zusatzposten für Schnelle vorgeschlagen. Nach Wunsch können aber auch weniger Posten bearbeitet werden, je nachdem, wie viel Zeit bleibt.

Seien Sie sich bewusst, dass im Museum gegebenenfalls noch andere Besuchende und Gruppen unterwegs sind. Man kommt aber gut aneinander vorbei und mit der Postenarbeit verteilt sich die Klasse sehr gut. Erwähnen Sie doch in der Führungsanfrage, dass Sie anschliessend oder vor der Führung noch im Museum verweilen, um die Posten dieser Lerneinheit zu bearbeiten. Dann schauen die Mitarbeitenden des Museums, dass sich nach Möglichkeit nicht mehrere Gruppen gleichzeitig im Museum aufhalten.

Vorwissen

Um die Posten zu bearbeiten, sollten die SuS folgende Konzepte bereits grob kennen:

- ozeanische und kontinentale Kruste
- Begriffe Lithosphäre und Asthenosphäre
- Plattentektonik: divergente und konvergente Plattengrenzen, Subduktionszone, mittelozeanischer Rücken, Gebirgsbildung

Diese Konzepte werden auch in den Erdbebenführungen angesprochen. Bereits dieser Kenntnisstand reicht aus, um die Posten zu bearbeiten. Eine Besprechung der Aufträge kann im Klassenzimmer erfolgen oder man lässt einzelne Gruppen einen Posten gleich im Museum präsentieren, sodass man den experimentellen Aspekt bei Posten 4 auch noch nutzen kann.

Weiterbildungsangebot



Die Posten wurden am MINT Lernzentrum der ETH Zürich von Tanja Frei erarbeitet. Im Rahmen von **Lehrer:innenweiterbildungen** können Materialien zum Unterrichten der Geologie **«Gesteine erzählen Geschichten: Die Dynamik der Erde»** erworben werden. Die Materialien setzen die kognitiv aktivierenden Lernformen ein, welche in der Weiterbildung selbstverständlich auch behandelt werden. Mehr Informationen dazu finden Sie auf der Webseite:

<https://educ.ethz.ch/lernzentren/mint-lernzentrum/weiterbildungsangebote/fortbildungsangebote-im-fach-geografie/Gesteine.html>

Im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit stehen die Entstehung von Gesteinen, die Bildung von Rohstofflagerstätten, der Aufbau der Erde, die Mechanismen der Plattentektonik, die Heizmechanismen der Erde sowie die Geologie der Schweiz (Alpenbildung, subalpine Molasse, Mittelland, Jura). Sie wurde in Zusammenarbeit mit dem Departement für Erdwissenschaften der ETH Zürich sowie *focusTerra*, dem Earth & Science Discovery Center der ETH Zürich, entwickelt und bietet wissenschaftlich fundierte und nach den neusten Erkenntnissen der Lehr- und Lernforschung entwickelte Unterrichtsmaterialien.

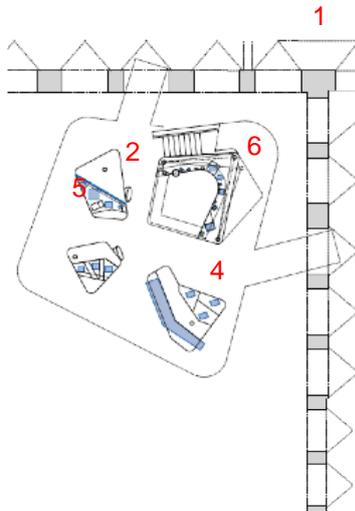
focusTerra – unterwegs in der Dauerausstellung

Übersicht der Stationen

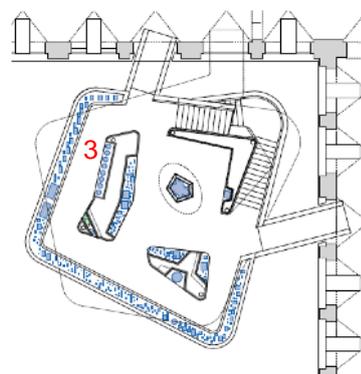
| | | |
|------------------|---------|--|
| Station 1 | D-Stock | Wie sich die Anordnung der Kontinente ständig ändert |
| Station 2 | D-Stock | Erdbebengefährdung und Erdbebenrisiko in der Schweiz |
| Station 3 | E-Stock | Kristalle, Mineralien und Rohstoffe – wie ist der Zusammenhang? |
| Station 4 | D-Stock | Isostasie – die Alpen schwimmen! |
| Station 5 | D-Stock | Vulkane |
| Station 6 | D-Stock | <i>Vulkanismus auf dem Mars (Zusatzposten für die Schnellen)</i> |

Lage der Posten

D-Stock



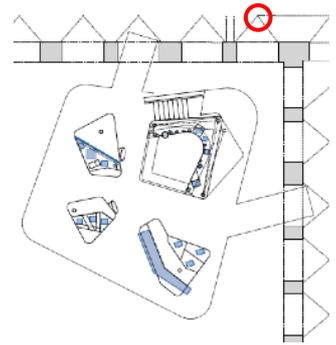
E-Stock



Station 1: Wie sich die Anordnung der Kontinente ständig ändert

Lage: Im untersten Stockwerk (D-Stock) des *focusTerra*-Turms beim Treppenhauseingang steht ein riesiger beleuchteter Globus, der OmniGlobe.

Einleitung: Die Platten auf der Erde bewegen sich schon seit Jahrmilliarden. Die letzten 300 Millionen Jahre dieser Bewegungen können mit Hilfe der heutigen Kontinentformen, Fossilien, Magnetfeldumpolungen und derzeitigen Plattenbewegungen rekonstruiert und modelliert werden. Die Platten bewegen sich einige Zentimeter pro Jahr. Uns mag das als sehr wenig erscheinen, aber die riesigen Platten verschieben sich doch mit der Geschwindigkeit, mit der auch unsere Fingernägel wachsen, also im Bereich von 10 cm pro Jahr – ziemlich erstaunlich, oder?



Aufgabe: Wählen Sie beim Bildschirm des grossen Globus: ERDE → GEOLOGIE → PLATTENTEKTONIK. Beobachten Sie speziell, was mit dem afrikanischen Kontinent in den letzten 300 Millionen Jahren passiert ist und wie er sich in Zukunft in dieser Simulation entwickeln wird.

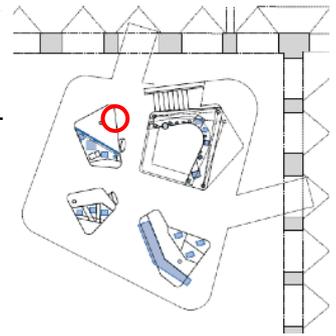
- Wo erwarten Sie heute und zukünftig in Afrika aufgrund der plattentektonischen Simulation Vulkanismus? Zeichnen Sie es in die Karte ein und erklären Sie Ihre Verteilung.
- Zeichnen Sie die heutigen und zukünftigen Plattengrenzen auf der Karte unten ein.





Station 2: Erdbebengefährdung und Erdbebenrisiko in der Schweiz

Lage: Im untersten Stockwerk (D-Stock) des *focusTerra*-Turms an der Wand gegenüber dem «Hüpfseismometer» und der Turmtreppe



Einleitung: Die Gefährdung durch Erdbeben kann mit der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Bebens einer gewissen Stärke an einem Ort beschrieben werden (siehe Abbildung 1). Das Erdbebenrisiko wird daraus unter Betrachtung weiterer Faktoren ermittelt.

Aufgabe 1: Betrachten Sie die Karte zur Erdbebengefährdung in der Schweiz. Umkreisen Sie in der Gefährdungskarte die Städte, die besonders durch Erdbeben gefährdet sind. Weshalb ist die Gefährdung besonders dort erhöht?

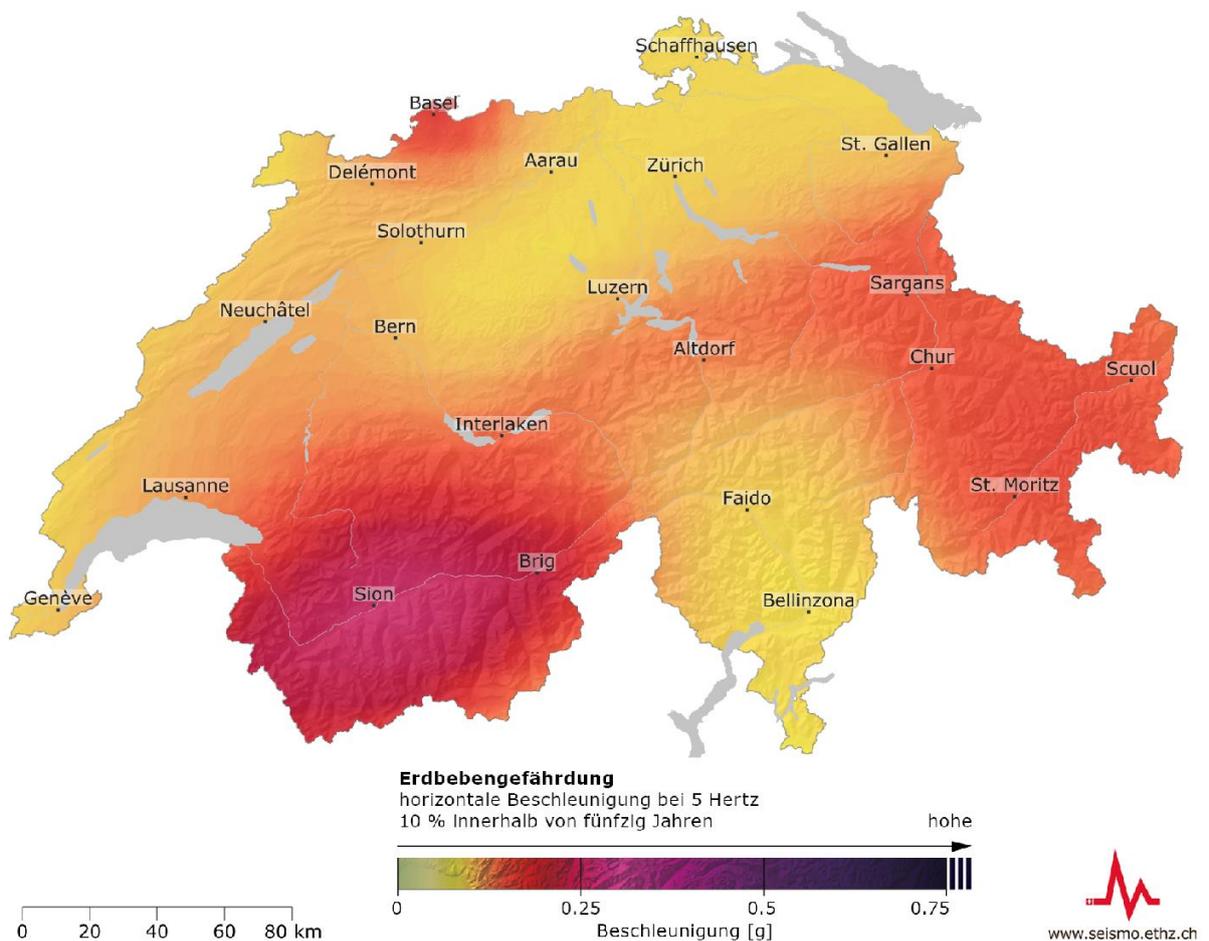
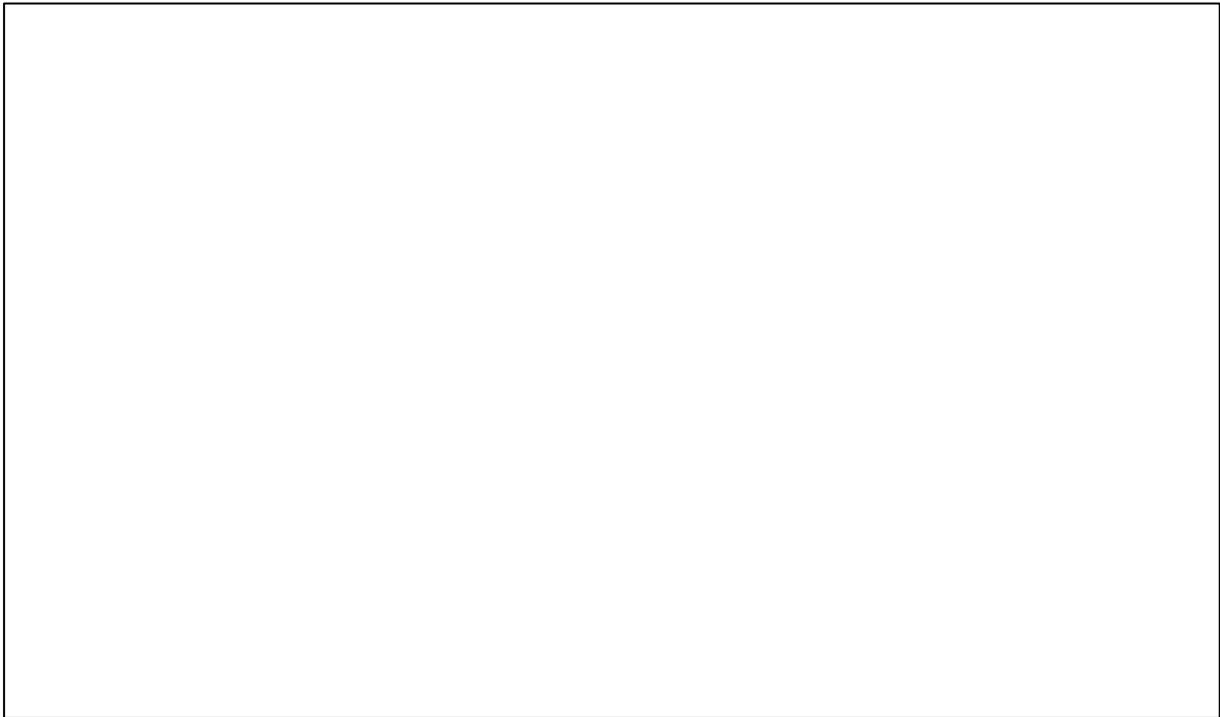


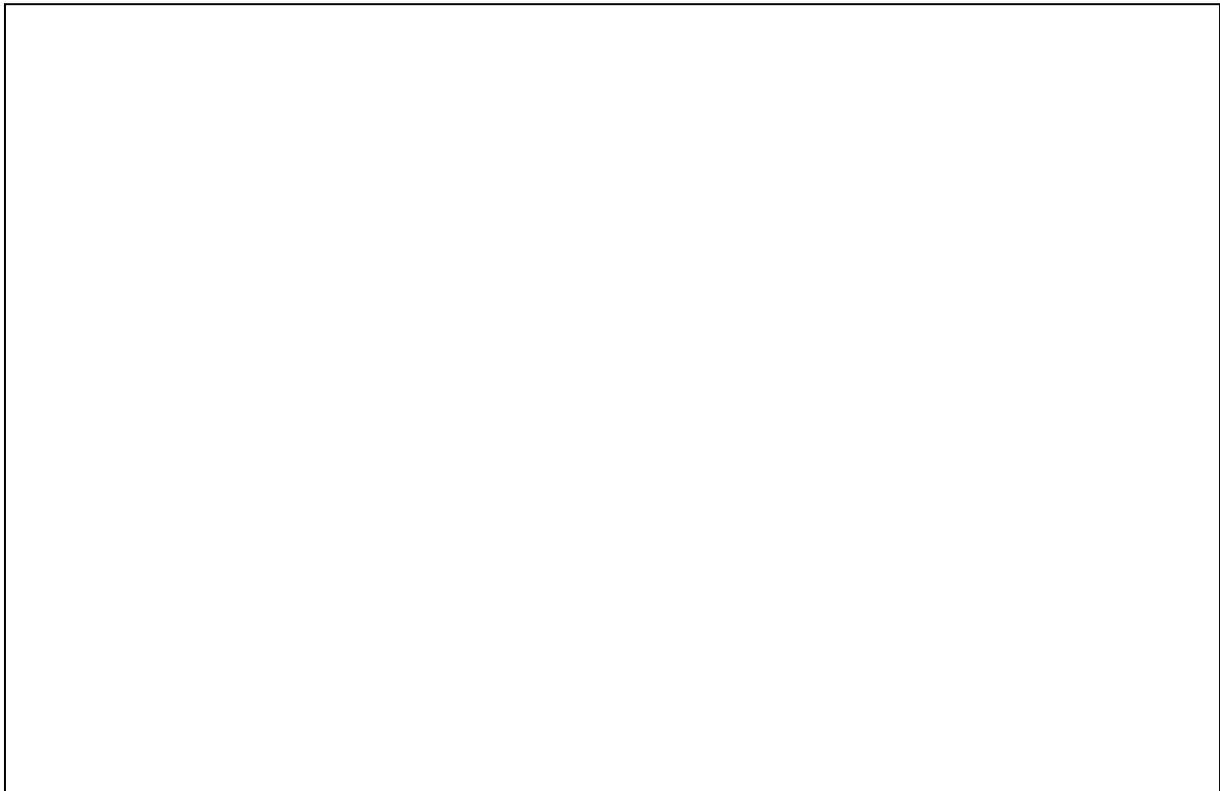
Abbildung 1: Die Karte zeigt, wie häufig durch Erdbeben verursachte Erschütterungen mit einer gewissen Stärke in unterschiedlichen Regionen der Schweiz zu erwarten sind. Genauer gesagt: Die Skala gibt die Beschleunigung des Bodens in horizontaler Richtung an (als Anteil der Erdbeschleunigung von 9.81 m/s^2), die mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 % innerhalb von 50 Jahren überschritten wird, d.h. einmal in durchschnittlich 500 Jahren auftritt.

(SED, www.seismo.ethz.ch/de/knowledge/earthquake-hazard-and-risk/earthquake-hazard-switzerland/background-information/)





Aufgabe 2: Betrachten Sie die Karte zum lokalen Untergrund auf der nachfolgenden Seite. Blau bedeutet, dass der Untergrund felsig und somit im Erdbebenfall besser ist, da Verstärkung der Erdbebenwellen geringer ist und somit weniger kaputt geht. Je grünlich-gelber bzw. roter die Farbe, desto schlechter ist der Untergrund im Erdbebenfall. Wo ist der Untergrund in der Schweiz generell sehr schlecht im Erdbebenfall? Weshalb wohl genau da?

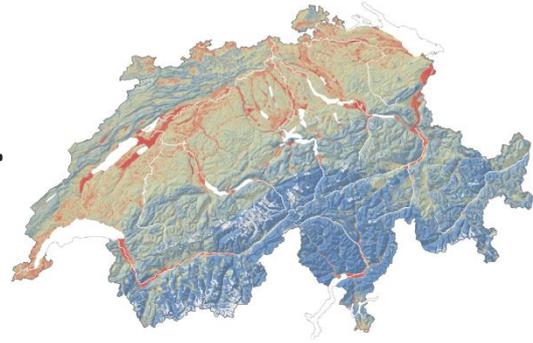


Aufgabe 3: Kombinieren Sie die Erdbebengefährdungskarte mit den Karten «lokaler Untergrund» und «betroffene Werte & Personen». Wo ist das Erdbebenrisiko besonders hoch? Zeichnen Sie die Bereiche mit hohem Risiko mit der gegebenen Skala in die Schweizerkarte auf der nächsten Seite ein.



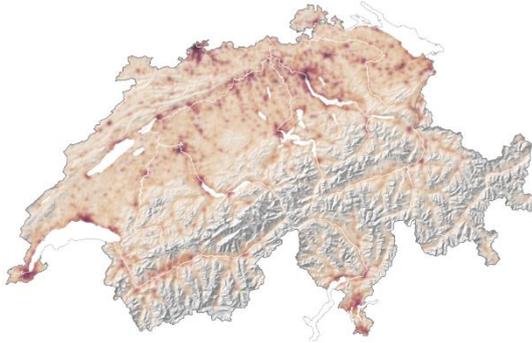
Erdbebengefährdung

+



Lokaler Untergrund

+



Betroffene Werte & Personen

Rote Bereiche zeigen eine hohe Anzahl betroffener Werte und Personen. Diese setzen sich zusammen aus der Anzahl der Wohn-Gewerbe- und Industriegebäude, deren Grösse und Wiederherstellungswert sowie der Anzahl Personen, die sich in diesen Gebäuden aufhalten.

+



Verletzbarkeit der Gebäude

Die Verletzbarkeit beschreibt, welche Schäden Gebäude bei bestimmten Erdbebenstärken erleiden. Gebäude mit Stahlbetonrahmen und Gebäude aus nicht-verstärktem Mauerwerk, die vor 1980 gebaut wurden, haben eine hohe Verletzbarkeit.

=

Erdbebenrisiko

- hoch
- mittel
- gering
- Kantonshauptort

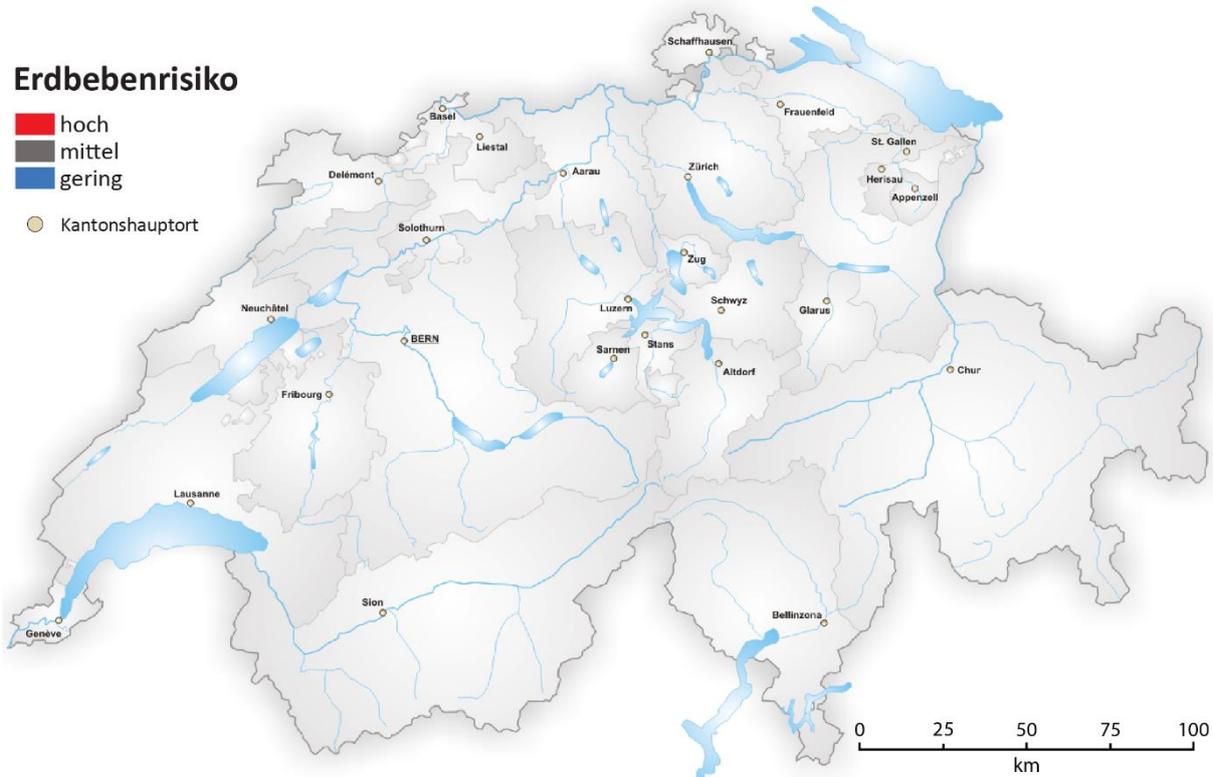


Abbildung 2: Das Erdbebenrisiko setzt sich aus vier Komponenten zusammen: der Erdbebengefährdung, dem lokalen Untergrund, der Verletzbarkeit von Gebäuden sowie den betroffenen Personen und Werten. Daraus kann eine Erdbebenrisikokarte erstellt werden (siehe Aufgabe 3).

(SED, www.seismo.ethz.ch/de/knowledge/earthquake-hazard-and-risk/earthquake-risk-switzerland/components/ & www.upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/Karte_Schweiz_Details.png)

Aufgabe 4: Was ist der Unterschied zwischen der Erdbebengefährdung und dem Erdbebenrisiko? Erklären Sie kurz in eigenen Worten.

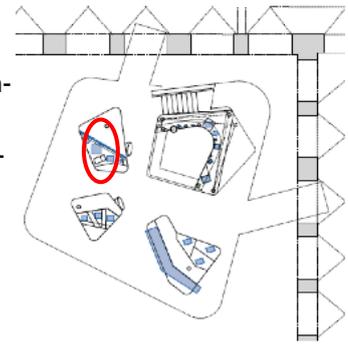


Für die Schnellen – **Aufgabe 5:** Besuchen Sie folgende Webseite: www.static.seismo.ethz.ch/ERM-CH23/risktool/index_DE.html oder scannen Sie den QR-Code. Ermitteln Sie dann Ihr ungefähres persönliches Erdbebenrisiko anhand des Tools auf der Webseite. Verändern Sie danach einige Angaben und sehen Sie, wie sich das Erdbebenrisiko verändert.

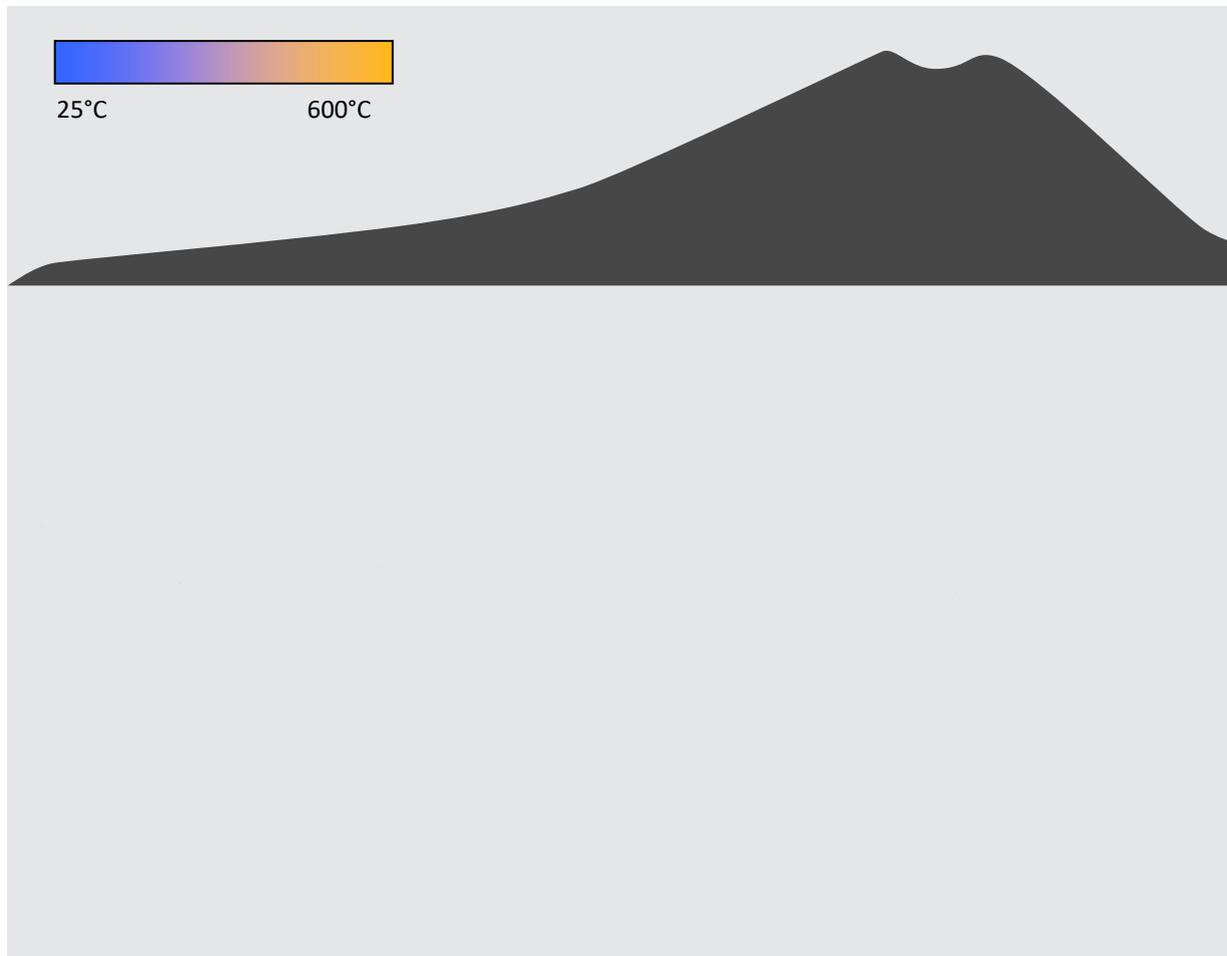
Station 3: Kristalle, Mineralien und Rohstoffe – wie ist der Zusammenhang?

Lage: Im mittleren Stockwerk (E-Stock) des *focusTerra*-Turms

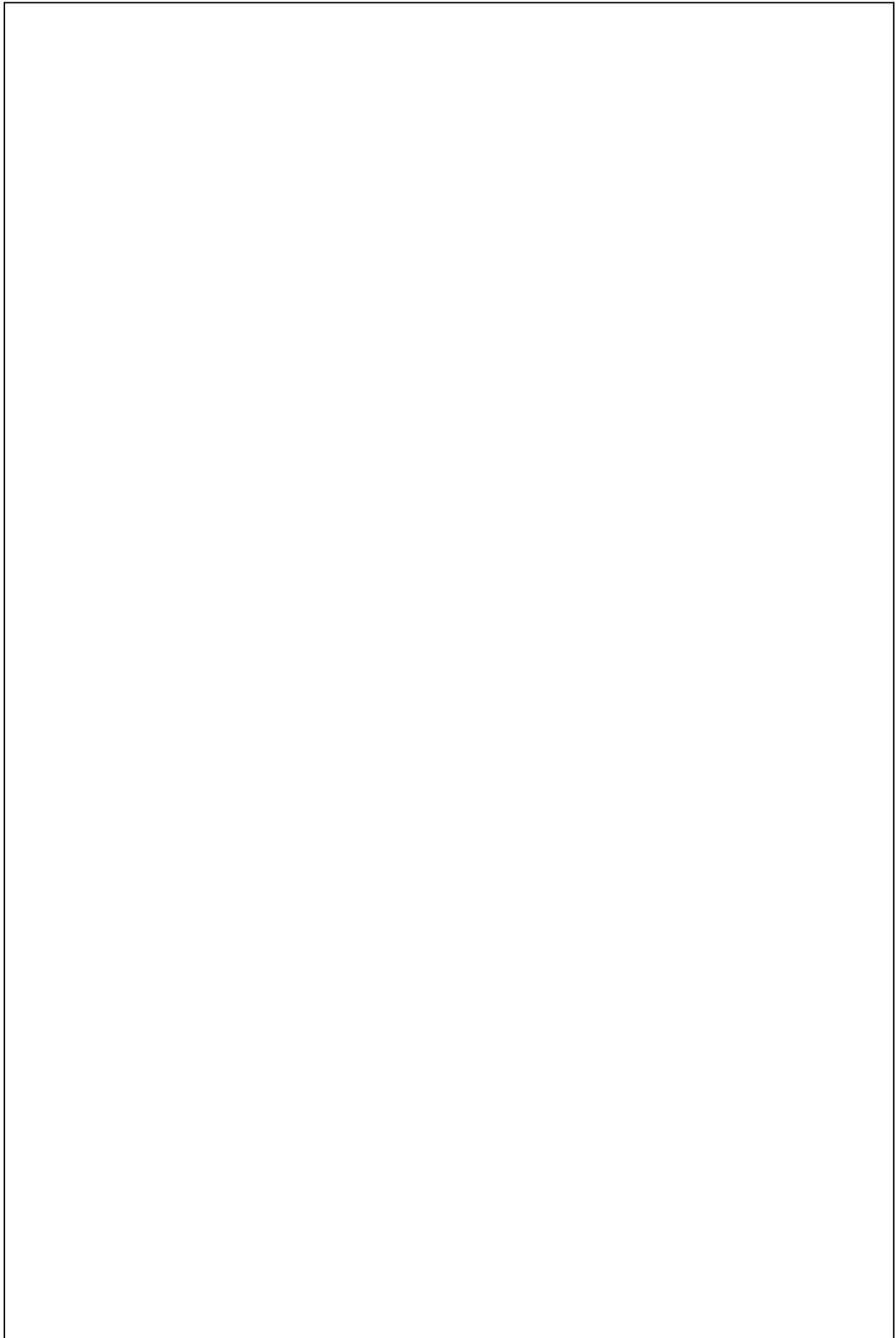
Einleitung: Vulkane sind ein Ausdruck der geologischen Prozesse im Erdinneren und befinden sich häufig dort, wo auch Plattengrenzen liegen. Durch die erhöhten Temperaturen laufen im Untergrund der vulkanisch aktiven Gebiete Reaktionen ab, wobei Rohstoffe gebildet werden. Für uns sind zum Beispiel Erze wie Kupfer unabdingbar für unseren Alltag.



Aufgabe 1: Wo und weshalb bilden sich mineralische Rohstoffe unter einem Vulkan? Erklären Sie in der untenstehenden Abbildung unten die Vorgänge, die entlang der Pfeile/Pfeilgruppen stattfinden.



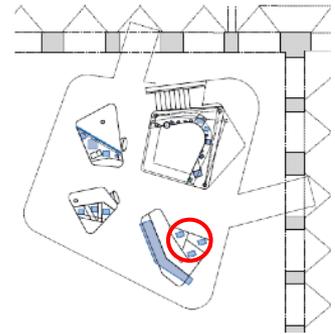
Aufgabe 2: Wählen Sie einen Rohstoff aus, der unter einem Vulkan gebildet wird. Tragen Sie diesen am entsprechenden Entstehungsort in der Grafik oben ein. Finden Sie davon noch weitere Stücke in den Vitrinen im E-Stock? Für was wird der Rohstoff verwendet?



Station 4: Isostasie – die Alpen schwimmen!

Lage: Im untersten Stockwerk (D-Stock) des *focusTerra* Turms auf der anderen Seite des grossen Reliefs (Teil A)

Einleitung: Die Isostasie beschreibt das Schwimmgleichgewicht der Lithosphäre auf der Asthenosphäre. Unter Gebirgen ist die Kruste weitaus dicker, ähnlich wie bei einem Eisberg, bei dem nur ca. 1/7 seines Eises über den Wasserspiegel hinausragt.



Aufgabe 1: Betrachten Sie das Experiment mit den Holzhütchen auf der oberen Ablage. Ordnen Sie die Holzdächer unterschiedlich auf den Blöcken an. Was beobachten Sie?

- Was stellen wohl die Blöcke dar? Wie bewegen Sie sich, wenn man Hütchen draufsetzt und entfernt?
- Was kann der Prozess von «Holzhütchen entfernen» auf dem Modell in der Realität bedeuten? Geben Sie Beispiele.
- Was kann der Prozess von «Holzhütchen hinzufügen» auf dem Modell in der Realität bedeuten? Geben Sie Beispiele.

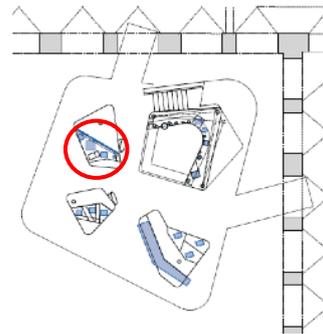
Aufgabe 2: Betrachten Sie den grossen Querschnitt vom Bodensee bis Bergamo an der Wand hinter den Experimenten. Vor ca. 32 Millionen Jahren löste sich der untere Teil der subduzierten europäischen Lithosphärenplatte. Wie haben sich die Alpen daraufhin wohl isostatisch bewegt? Im Experiment können wir uns das vorstellen, als würde der untere Teil einer Säule abgetrennt werden.

Aufgabe 3: Heute sind die Alpen weitaus nicht mehr so hoch, wie sie mal waren. Bei uns im Mittelland finden wir Lockergesteine, die im Erdbebenfall eher ungünstig sind. Was gibt es für einen Zusammenhang zwischen der Alpenbildung und den Lockersedimenten im Mittelland?

Station 5: Vulkane

Lage: Im untersten Stockwerk (D-Stock) des *focusTerra*-Turms in der Nähe der schwarzen Kaffeebar

Einleitung: Die Plattengrenzen hängen je nachdem mit Vulkanen zusammen. Vulkane gelten als Naturgefahren, denn Eruptionen und deren Folgen können für Mensch, Tier und Umwelt verheerend sein. Grosse Vulkanausbrüche können das Klima auf der Erde über mehrere Jahre verändern, aber dennoch ist der Boden in den umliegenden Regionen der Vulkane sehr fruchtbar und viele Menschen siedeln sich am Fusse der Vulkane an.



Aufgabe 1: Betrachten Sie die ausgestellten Beispiele von AA-Lava und Pahoehoe-Lava. Nennen Sie folgend Gemeinsamkeiten und Unterschiede der beiden Laven in der Tabelle und machen Sie je eine Skizze.

| AA-Lava | Pahoehoe-Lava |
|-----------------|---------------|
| Skizze | Skizze |
| Unterschiede | |
| | |
| Gemeinsamkeiten | |
| | |

Aufgabe 2: Auf was könnte das unterschiedliche Aussehen von Pahoehoe und Aa Lava zurückzuführen sein? Schauen Sie sich dazu die beiden Videos an:

Aa Lava

https://www.youtube.com/watch?v=Ayrv4t_0BQ



Pahoehoe Lava

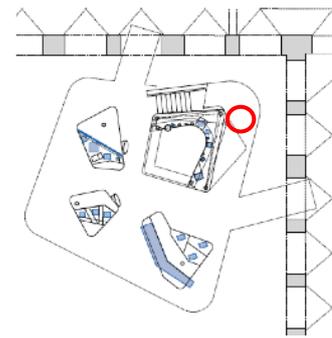
<https://www.youtube.com/watch?v=XRxoAUmHU0g>



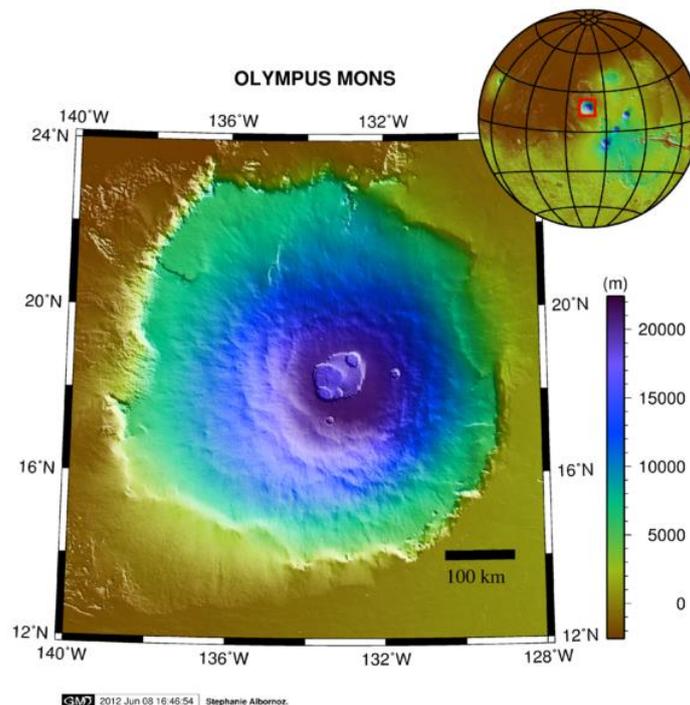
Station 6: Vulkanismus auf dem Mars (Zusatzposten für die Schnellen)

Lage: Im untersten Stockwerk (D-Stock) des *focusTerra*-Turms

Einleitung: Vulkanismus gibt es nicht nur auf der Erde. Der grösste Vulkan unseres Sonnensystems befindet sich auf unserem Nachbarplaneten Mars. Er ist mit einer Höhe von ca. 24 km (je nach Referenzhöhe) und einer Breite von 550 km gigantisch. Ob er noch aktiv ist, wird zurzeit erforscht.



Aufgabe 1: Finden Sie den Olympus Mons auf dem Reliefglobus des Mars.



Aufgabe 2: Betrachten Sie die Oberfläche des Vulkangebildes und seiner Umgebung. Was stellen Sie im Vergleich zur restlichen Marsoberfläche in Bezug auf die Häufigkeit von Einschlagkratern fest?

Aufgabe 3: Ist die Oberfläche rund um Olympus Mons geologisch alt (hat sie sich also seit Jahrmillionen nicht mehr umgebildet) oder jung? Begründen Sie die Antwort mithilfe der Kraterhäufigkeiten.

Aufgabe 4: Welche Art von Vulkanismus ist auf dem Mars zu erwarten?

- Hotspot
 Subduktionsvulkanismus
 Riftvulkanismus

MINT-Lernzentrum der ETH Zürich

ETH Zürich
MINT-Lernzentrum
Clausiusstrasse 59
8092 Zürich

<https://educ.ethz.ch/lernzentren/mint-lernzentrum.html>



ETH Zürich
focusTerra
Sonneggstrasse 5
8092 Zürich

<https://focusterra.ethz.ch>