

Permafrost

Zurzeit ist ein Rückgang der Permafrostfläche auf der Erde zu beobachten. Durch die zunehmende Klimaerwärmung tauen immer mehr Permafrostböden zeitweilig oder sogar für immer auf. In Bergregionen ist dies sehr gefährlich, da ganze Hänge instabil werden und die Gefahr von Erdbeben und Steinschlag steigt.

1. Schaut euch das folgende Video über den Felssturz bei Bondo vom 23. August 2017 an.

Quelle: <https://youtu.be/emV5PiYshVw>

2. Diskutiert in Kleingruppen: Was könnten die Gründe dafür sein, dass es zu diesem Bergsturz gekommen ist?

Der Klimawandel und die damit verbundene Erderwärmung lassen den Permafrost in den Bergen schmelzen, der das Gestein zusammenhält und ihm Stabilität verleiht. Somit kommt es immer öfter zu Bergstürzen. Es gibt aber auch andere mögliche Gründe: Es könnte auch Schmelzwasser in tiefe Spalten gedrungen sein, einen Keil aus Eis gebildet haben und die Felsmassen weggesprengt haben.



3. Geht auf <https://de.wikipedia.org/wiki/Permafrostboden> und informiert euch darüber, was Permafrostboden ist. Findet ausserdem heraus, wie Wikipedia «Permafrost» definiert:

Definitionsgemäss ist Permafrost «Boden, Sediment oder Gestein, welches in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe unter der Erdoberfläche mindestens zwei Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweist».

4. Bildet Zweiergruppen. Erklärt euch gegenseitig, was Permafrost ist und wo man ihn findet. Nehmt dann Wikipedias Definition von «Permafrost» und formuliert sie so um, dass ihr eine eigene Definition erhält. Diese sollt ihr dann der Klasse vorlesen.

→ Individuelle Lösungen

5. Hört jetzt eurem Lehrer zu, während er euch die Powerpoint-Präsentation «Permafrost» vorstellt. Ihr werdet einige interessante Fakten über den Permafrost erfahren.
6. Lest den Tagesanzeiger-Artikel «Wenn der Permafrost instabil wird» durch. Beantwortet dann die untenstehenden Fragen.

(Quelle: <https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/natur/wenn-der-permafrost-instabil-wird/story/22080951>)

Auftrag: Sind die untenstehenden Aussagen richtig oder falsch? Wähle aus und korrigiere die falschen Aussagen.

1. 1968 glaubte man in Russland, den Permafrost besiegt zu haben.
 richtig falsch

2. Norilsk ist eine Stadt in der Antarktis.
 richtig falsch

Es ist eine Stadt in Sibirien.

3. In Norilsk mussten die meisten Häuser abgerissen werden.

- richtig falsch

4. Ab 1990 entstanden in Norilsk fast 600 Wohnblocks für 115'00 Menschen.

- richtig falsch

In den drei Jahrzehnten vor 1990 entstanden in Norilsk fast 600 Wohnblocks für 115'000 Menschen.

Auftrag: Wähle aus, wie die untenstehenden Aussagen beendet werden müssen. Es können auch mehrere Optionen richtig sein!

5. Die Anzahl der Einwohner von Norilsk...

- ...stagnierte in den letzten Jahren.
 ...ist in den letzten Jahren stark angestiegen.
 ...ist in den letzten Jahren stark gesunken.

6. Von den 1038 im Jahr 2010 erfassten Gebäuden...

- ...waren 174 leicht beschädigt.
 ...waren 94 stark beschädigt.
 ...waren 194 stark beschädigt.

7. Der Permafrostboden...

- ...ist nicht geeignet, um darauf zu bauen.
 ...ist in Europa allgegenwärtig.
 ...ist eine Herausforderung für Ingenieure.

8. Die Länder am Polarkreis bauen auf dem Permafrostboden, weil...

- ...sie den Lebensraum nicht den Eingeborenen überlassen wollen.
 ...der Boden reichhaltige Rohstoffvorräte beherbergt.
 ...sie sonst viel zu wenig Fläche für ihre vielen Einwohner haben.



9. Wenn auf Permafrostboden gebaut wird, ...

- ...funktioniert das Gebäude als eine Art Isolationsmantel.
- ...muss man mit Erdbeben rechnen.
- ...wärmt das Gebäude den Boden auf.

10. In den Gebirgen muss man sich wegen tauendem Permafrost Sorgen um...

- ...Überschwemmungen machen.
- ...Felsstürze machen.
- ...Küstenerosionen machen.

Auftrag: Beantworte die untenstehenden Fragen.

11. Was ist «Permos»? Weshalb existiert es? Wie funktioniert es?

«Permos» ist ein Überwachungssystem in den Schweizer Bergen. Es besteht aus 28 Bohrlöchern, in denen die Temperatur bis in Tiefen von 100 Metern gemessen wird. Zusätzlich gibt es zwei Dutzend Instrumente, die verschobene Felsen oder schrumpfendes Eis messen. Dabei sollen Veränderungen am Permafrost im Schweizer Gebirge festgestellt und beobachtet werden.

12. Was kritisiert Lukas Arenson an der Schweizer Reaktion auf den Klimawandel?

Arenson sagt, dass die Reaktion darauf nicht ausreichend sei. Grund dafür ist, dass der Klimawandel in der Praxis nicht als Bemessungswert mit eingerechnet wird. Somit sind Bauherren nicht dazu gezwungen, sich darauf einzustellen.

13. Woran arbeitet Lukas Arenson zurzeit? Gibt es so etwas auch in der Schweiz?

Er arbeitet zurzeit in Kanada an einer neuen Baunorm, die verlangt, dass bei der Planung von Gebäuden oder anderen Bauwerken auf Permafrost die zu erwartenden Veränderungen durch den Klimawandel berücksichtigt werden müssen. In der Schweiz gibt es nichts Vergleichbares. Einzig ein Leitfaden für das «Bauen im Permafrost» des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung existiert, der aber nicht bindend ist.

14. Welche Länder sind die «grossen vier», auf die der grösste Anteil der 20 Millionen Quadratkilometer an Permafrost fällt? Male sie an.



USA, Kanada, Russland, China

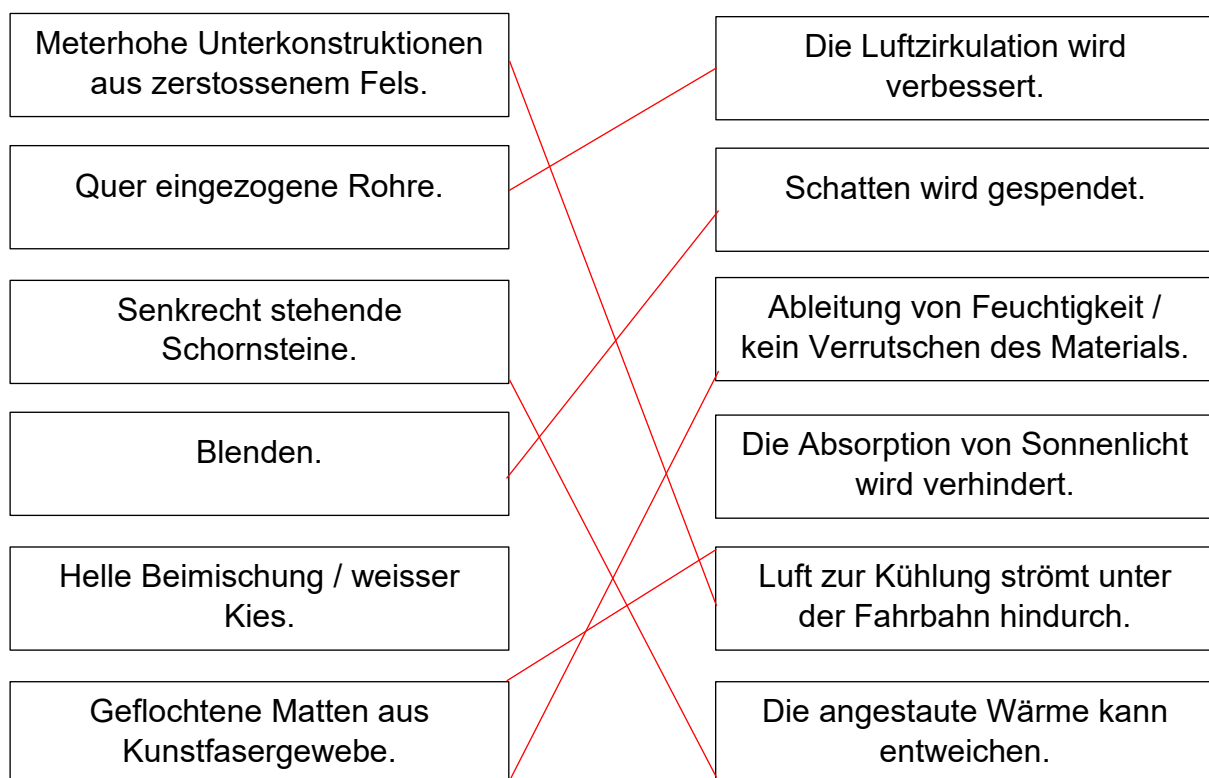
15. Fülle die Lücken:

China grenzt zwar nicht an die **Arktis**, will aber seine Kontrolle über **Tibet** mit Hochspannungsleitungen, einer Eisenbahn und **Strassen** festigen. Modellrechnungen zeigen, dass in **Tibet** der Permafrost – sollte die Erwärmung nicht gestoppt werden – bis zum Ende **des Jahrhunderts** fast verschwunden sein wird. Die chinesischen Ingenieure nutzen für die **1200** Hochspannungsmasten auf Permafrost vier Typen von **Betonfundamenten**. Diese verbreitern sich entweder **tellerförmig** am unteren Ende oder wurden besonders **tief** in den Boden versenkt. Viele

Schatzbox 1 | Permafrost

Fundamente werden auch durch **Thermosyphons** gekühlt. Dies sind **verkapselte Metallrohre**, die mit Kältemittel wie **Kohlendioxid** gefüllt sind, das unter hohem **Druck** verflüssigt wurde. Im Winter **verdunstet** das Mittel im Rohr, weil der Boden **wärmer** ist als die Luft. Das Gas steigt auf und **kondensiert** wieder, sobald es oben angekommen ist. Dann tropft es zurück. Durch diese Methode wird die **Wärme** aus Fundament und Untergrund gezogen und in die **Luft** abgegeben. Im Sommer jedoch wird so keine **Wärme** in die Erde geleitet. Dieses System wird auch beim Deich einer kanadischen **Diamantenmine** oder zum Kühlen der **Pfeiler** einer Brücke in **Alaska** angewandt.

16. Einen solchen Aufwand können Ingenieure bei den vielen hundert Kilometer langen Pisten und Gleisen der Arktis nicht betreiben. Sie behelfen sich anders: Verbinde die verschiedenen Arten, die angewandt werden, mit den dazugehörigen Nutzen.

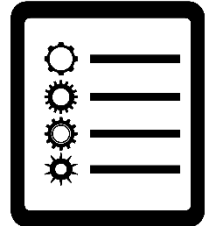


17. Wie könnte die Lösung für das Wohnungsproblem in Norilsk aussehen?

Es könnten – statt der früher üblichen Gebäude aus schweren Fertigbauelementen – Gebäude aus leichten Stahlrahmenkonstruktionen gebaut werden, die mit stark isolierten Wänden verkleidet sind und weniger Stockwerke haben.

Gruppenarbeit

Die Schweiz wird mit dem Schmelzen des Permafrostes vor sehr grosse Problem gestellt. Was tun? Gestaltet in Kleingruppen ein Plakat dazu, wie die Schweiz mit dem Problem des schmelzenden Permafrostes umgehen könnte. Wie sehen mögliche Lösungen dafür aus? Vergesst nicht, diese auch zu begründen.



- Warnsysteme (um Dörfer frühzeitig evakuieren zu können)
- Mauern zum Schutz der Dörfer vor Felsstürzen
- Auffangbecken zum Schutz der Dörfer
- Wanderer in den Bergen vor den Gefahren warnen (durch Schilder, etc.)
- Frischhaltefolie für Gletscher (um das Abschmelzen des Gletschers zu verhindern)
- Bewegliche Bauweise für Konstruktionen auf Permafrost: z.B. flexible Bauten (Schneenetze auf schwimmenden Fundamenten, Masten auf Schienen oder bewegliche Bahnstationen etc.).
- Stetige Überwachung des Bodens und der Bauten (auch der Stabilität der Bauten)
- Versuchen, CO2-Ausstoss zu vermindern (weniger Autofahren, Heizen, etc.)
- Klimawandel als Bemessungswert anwenden
- Etc.

Anhang: Bildnachweise / Lizenzen

Die in diesem Unterrichtsmaterial-Dossier verwendeten Bilder stammen von folgenden Quellen:

- Seite 1, Titelbild, Pixabay
- Seite 1, Geröll nach Bergsturz, Pixabay
- Seite 4, [Polygone Permafrost \(16273579095\)](#)), Autor: [Bering Land Bridge National Preserve](#), [Lizentyp CC2](#)
- Seite 5, Weltkarte, Pixabay
- Seite 6, [Qingzang Eisenbahn Zug 01](#), Autor: [Jan Reurink](#), [Lizentyp CC2](#)