

Dokumentation

**für eine Präsentationsleistung
im Leistungskurs Geographie**

**Thema: Auswirkungen des Klimawandels auf den
Permafrostboden in Sibirien**

***Leitfrage: Muss Sibirien Angst vor einer Zerstörung der dortigen
Infrastruktur haben und treten möglicherweise
Rückkopplungseffekte auf, die den Klimawandel verstärken?***

Verfasser: Dennis Timmann und Florian Kaiser

Kursleiter: Christian Balk

Bearbeitungszeitraum: 8 Wochen

Abgabetermin: 16.05.2010

Darstellung und Reflexion des Arbeitsprozesses

- 22.03.10:** Beginn der Arbeitsphase / Verschaffung eines ersten Überblicks
- 24.03.10:** Grobe Festlegung auf das Thema mithilfe von Anastasia Tatarinova und Dieter Kasang (Vorläufiges Thema: Klimawandel in Bezug auf Permafrost in den Alpen und in Sibirien)
- 29.03.10:** Beschaffung des benötigten Materials (Bücher und Internetadressen)
- 31.03.10:** Räumliche Eingrenzung des Themas auf das Gebiet Sibirien
- 05.04.10:** Zur Orientierung der zu behandelnden Bereiche: Erstellung einer Mindmap und Brainstorming / „Roter Faden“
- 07.04.10:** Terminvereinbarung mit Anastasia Tatarinova zur Erstellung der Bodentemperaturmodelle für die Permafrostzone Sibiriens.
Recherche zum Permafrostboden.
- 12.04.10:** Recherche zum Permafrostboden / Anfertigung einer Facharbeit
- 14.04.10:** Recherche zur Infrastruktur Sibiriens / Anfertigung einer Facharbeit
- 16.04.10:** Treffen mit Anastasia Tatarinova im Geomatikum am Schlump
- 19.04.10:** Recherche zu Rückkopplungseffekten bedingt durch den Klimawandel /
Anfertigung einer Facharbeit
- 21.04.10:** Auswertung der Bodentemperatur 1961 – 1990 / Anfertigung einer Facharbeit
- 26.04.10:** Auswertung der Bodentemperaturszenarien A1B Und B1 /
Differenzauswertung / Anfertigung einer Facharbeit
- 28.04.10:** Überlegung für geeignete Gegenmaßnahmen / Anfertigung einer Facharbeit
- 03.05.10:** Kontrolle der Arbeitsergebnisse in Bezug auf die Leitfrage und das Thema
- 05.05.10:** Kritische Hinterfragung der Ergebnisse
- 10.05.10:** Handouterstellung anhand der Facharbeit
- 16.05.10:** Abgabe der Dokumentation
- 26.05.10:** Präsentation der wissenschaftlichen Ergebnisse

Reflexion des Arbeitsprozesses

Unser Arbeitsprozess war zu Beginn der Arbeitsphase unstrukturiert, da wir das Thema noch nicht genügend eingegrenzt hatten. Mithilfe von Anastasia Tatarinova und Dieter Kasang gelang es uns den breiten Einblick des Themas auf den Alpen Raum und Sibirien zu beschränken. Anhand weiterer Recherchen entschieden wir uns das Thema auf den Raum Sibirien einzugrenzen. Wir haben durch die noch nicht genaue Festlegung des Raumes einen geringen Zeitverlust zu vermerken.

Durch ein Brainstorming und die Erstellung einer Mindmap konnten wir schnell einen eigenen Überblick über das Thema erlangen und einen roten Faden festlegen.

Durch gute Materialhinweise von Dieter Kasang und Anastasia Tatarinova gingen unsere Recherchen flüssig voran. Das Treffen mit Anastasia Tatarinova im Geomatikum am Schlump war besonders hilfreich, da sie uns zeigte wie man professionelle Klimamodelle und Szenarien erstellt und wir den Zugriff auf die Datenbank des Instituts bekamen.

Durch das Anfertigen einer Facharbeit, bereitete es uns keine Schwierigkeiten ein Handout für die Präsentation zu erstellen.

Unsere Ideen wurden gemeinsam in der Gruppe beschlossen und konnten klar in einzelne Schritte untergliedert werden. Insgesamt war die Zeit ausreichend um das Thema wissenschaftlich zu erarbeiten.

Anfangs hielten wir den Permafrostboden für sehr interessant und dachten, auf uns würde ein abwechslungsreicher Arbeitsprozess zukommen. Doch letztendlich kam mit dem Laufe der Zeit eine Eintönigkeit hervor, die es gelegentlich schwer machte sich zum weiterarbeiten aufzuraffen. Falls wir nochmals vor der Entscheidung stehen im Bezug auf den Klimawandel zu forschen, würden wir uns wahrscheinlich für einen anderen Schwerpunkt bzw. für eine andere Thematik entscheiden.

Gliederung

1. Einleitung.....
2. Der Permafrostboden.....
 - 2.1. Definition.....
 - 2.2. Aufbau des Bodens.....
 - 2.3. Bildung, Speicherung und Freisetzung von Treibhausgasen.....
3. Raumbeispiel Sibirien.....
 - 3.1. Lage.....
 - 3.2. Klima.....
 - 3.3. Mächtigkeit des Auftau- und Permafrostbodens.....
4. Auswertung von Klimadaten.....
 - 4.1. Oberflächentemperatur von 1961 – 1990.....
 - 4.2. Oberflächentemperatur von 2071 – 2100.....
 - 4.2.1. Zukunftsszenario A1B.....
 - 4.2.2. Zukunftsszenario B1.....
 - 4.3. Differenzen aus Vergangenheit und Zukunft.....
 - 4.3.1. Differenz A1B.....
 - 4.3.2. Differenz B1.....
5. Infrastruktur Sibiriens.....
 - 5.1. Ausgangssituation.....
 - 5.2. Folgen.....
 - 5.3. Gegenmaßnahmen.....
6. Rückkopplungseffekte.....
 - 6.1. Positiv.....
 - 6.2. Negativ.....
7. Zusammenfassung / Fazit.....
8. Kritische Hinterfragung der Ergebnisse.....
9. Literatur- und Quellenverzeichnis.....

Formulierung der Schwerpunkte / Kernaussagen

Im Folgenden werden zu jedem Gliederungspunkt die wichtigsten Kernaussagen gemacht, um den Grundinhalt der Präsentationsleistung zu veranschaulichen.

1. Einleitung:

Unsere Grundannahme ist, dass der Permafrostboden sich im Laufe der Jahre zurückbildet und eventuelle Zerstörungen der infrastrukturellen Gegebenheiten mit sich bringt. Wahrscheinlich werden gespeicherte Treibhausgase vermehrt freigesetzt, wodurch eine erneute Verstärkung des Klimawandels erfolgt.

2. Permafrost:

2.1. Definition:

Als Permafrostboden werden dauerhaft gefrorene Bodenschichten bezeichnet, die aufgrund von extremer Kälte und Niederschlagsarmut über mehrere Jahre hinweg entstehen.

2.2. Aufbau des Bodens

Der Auftauboden wird als Mollisol oder active layer bezeichnet und bildet seine Mächtigkeit durch das Auftauen der oberen Schichten während der Sommerzeit aus. Die Mächtigkeit hängt von Substrat- und Vegetationsverhältnissen des Bodens ab. Der ganzjährig gefrorene Boden ist isotherm und liegt unter dem active layer.

2.3. Bildung, Speicherung und Freisetzung von Treibhausgasen

Das oberflächliche Auftauen des Permafrosts verursacht die Bildung von Kohlenstoffdioxid durch Zersetzung organischen Materials. Die Zersetzung des organischen Materials unter der Wasseroberfläche erfolgt ohne die Zufuhr von Sauerstoff, wodurch Methan (CH₄) gebildet wird. Im folgenden Winter werden die Kohlenstoffverbindungen im gefrorenen Boden gespeichert. Man geht davon aus, dass die in der Nordhalbkugel gespeicherte Menge an Kohlenstoff etwa 1000 Gigatonnen C beträgt.

3. Raumbeispiel Sibirien

3.1. Lage

Das Permafrostgebiet Sibiriens befindet sich in der Tundra. Genauer befassen wir uns mit dem Bereich zwischen 50° nördlicher Breite und 75° östlicher Länge, über 80° nördlicher Breite und 75° östlicher Länge, sowie 80° nördlicher Breite und 135° östlicher Länge und 50° nördliche Breite und 135° östliche Länge.

3.2. Klima

Das Kontinentale Klima Sibiriens drückt sich durch sehr hohe Sommertemperaturen und sehr niedrige Wintertemperaturen aus.

3.3. Mächtigkeit des Auftau- und Permafrostbodens

Der Auftauboden hat während der Sommerzeit eine Mächtigkeit von 0,5m bis 2m. Der isotherme Permafrostboden kann in Sibirien bis zu 1500m in die Tiefe ragen.

4. Auswertung von Klimadaten

4.1. Oberflächentemperatur von 1961 – 1990

Südwestlich sind Temperaturen von ca. 5° C vorzufinden. Diese Temperaturen schwächen Richtung Nordosten immer weiter bis auf ca. -20° C ab. Da Sibirien in der Westwindzone liegt, nehmen die Niederschläge von Westen nach Osten ab. Wie bekannt nehmen die Temperaturen vom Äquator bis zu den Polen aufgrund der sinkenden Sonneneinstrahlungsintensität (Ekliptik) ab. Aufgrund zunehmender Meeresferne und der Größe der Landmasse nimmt die Kontinentalität von SSW nach NNO immer weiter zu. Im Küstenbereich sind leichte Temperaturanstiege von ca. ein bis zwei Grad Celsius zu beobachten, da die Wassermassen des Nordpolarmeeres mildernd auf Extremwerte wirken.

4.2. Oberflächentemperatur von 2071 – 2100

4.2.1 Zukunftsszenario A1B

Im A1B Szenario wird von einem sehr schnellem Wirtschaftswachstum und einer Weltbevölkerung die Mitte des 21. Jahrhunderts kulminiert und danach abnimmt ausgegangen. Die Bodentemperatur nimmt im gesamten Bereich stark zu.

4.2.2 Zukunftsszenario B1

In diesem Szenario kulminiert die Bevölkerung Mitte des 21. Jahrhunderts und ist danach ebenfalls rückläufig. Es wird der Übergang in eine „Dienstleistungs- und Informationswirtschaft“ simuliert und damit der Materialverbrauch gesenkt. Die Bodentemperatur nimmt in diesem Szenario nicht ganz so stark zu wie im A1B Szenario.

In beiden Szenarien wandert die südlichste Grenze des Permafrosts folglich immer weiter Richtung Norden.

4.3. Differenzen aus Vergangenheit und Zukunft

4.3.1 Differenz A1B

Im Südosten gibt es eine Bodentemperaturzunahme von ca. 4° C. Richtung Nordwesten erhöht sich die Temperaturzunahme bis auf ca. 8° C.

4.3.2 Differenz B1

Im Südosten gibt es eine Bodentemperaturzunahme von ca. 2° C. Richtung Nordwesten erhöht sich die Temperaturzunahme bis auf ca. 6° C.

5. Infrastruktur Sibiriens

5.1. Ausgangssituation

Die Häuser werden sehr dicht aneinander aus Ziegeln und Beton erbaut. Auf dem Permafrostboden sind Eisenbahnlinien, Flughäfen und Pipelines vorzufinden.

5.2. Folgen

Die dichte Bebauung führt zu erhöhter Wärmeabstrahlung und somit zu einer Vergrößerung des active layers. Durch die Vertiefung des active layers treten vermehrt Sackungserscheinungen auf, welche besonders dazu führen, dass Gebäude einfacher Bauart an Stabilität verlieren.

Viele infrastrukturelle Gegebenheiten wie z.B. „Straßen, Eisenbahnlinien, Pipelines, elektrische Leitungen und Flughäfen“ werden durch den Stabilitätsverlust des Untergrundes beschädigt und können nicht mehr sicher genutzt werden.

Instandsetzungsarbeiten und Wartungen sind nur unter hohem finanziellen Aufwand zu bewältigen, wodurch es häufig zum stilllegen der Anlagen kommt.

5.3. Gegenmaßnahmen

Seit den siebziger Jahren werden größere Gebäude auf Betonpfeilern errichtet. Mit einer Länge von 10m stoßen die Betonpfeiler tief in den dauerhaft gefrorenen Boden. An der Erdoberfläche sind bis zu 2m bis zur Gebäudeunterkante frei, um Luftzirkulation und Bodenisolierung zu gewährleisten. Außerdem führen diese Gebäude zu einer Beschattung des Untergrundes, welche leicht dem Auftauprozess entgegenwirkt. Als selbst ausgedachte Initiative könnten Infrastrukturelle Einrichtungen z.B. Straßen und Gebäude weiß bemalt werden, um das Albedo zu erhöhen.

6. Rückkopplungseffekte

6.1. Positiv

Durch das Auftauen des Bodens bis in die Tiefe kann das angesammelte Wasser absickern, wodurch sich neue Pflanzengemeinschaften ansiedeln können. Diese können der Atmosphäre Kohlendioxid entnehmen und an den Boden abgeben, wodurch die Erwärmung abgemildert wird.

6.2. Negativ

Die neuen Pflanzenansiedlungen werden allerdings für eine Verringerung des Albedos sorgen, wodurch es zu einer Erwärmung der darüber liegenden Atmosphäre kommt. Ein weiterer Rückkopplungseffekt stellt die Freisetzung der im Boden gespeicherten Treibhausgase dar, die durch das Auftauen des Permafrosts eingeleitet wird. Laut einer Schätzung würde die gesamte im Permafrost gespeicherte Menge an Treibhausgasen innerhalb eines Jahrhunderts freigesetzt werden, wodurch der Klimawandel wiederum verstärkt werden würde.

7. Zusammenfassung / Fazit

Anhand der Bodentemperaturszenarien stellen wir fest, dass die Bodentemperatur im zu betrachtenden Raum um 2° C bis 8° C ansteigen wird.

Im Bezug auf unsere Leitfrage, muss Sibirien alle Gebäude auf Betonpfeilern errichten, um die Wärmeabstrahlung der Gebäude gegenüber dem Boden zu verringern und Sackungserscheinungen zu vermeiden. Die Errichtung auf Betonpfeilern wird die Ausweitung des active layers verlangsamen. Das Anpassen der Infrastruktur an die benannten Probleme wird enorme Kosten mit sich bringen. Unserer Meinung nach sollte man sich überlegen, ob dieser Kostenaufwand lohnenswert ist. Über Rückkopplungseffekte können wir keine genauen Zukunftsprognosen erstellen, da nicht bekannt ist, inwiefern sich positive und negative Effekte ausgleichen. Jedoch ist sicher, dass sie auftreten werden und den Klimawandel beeinflussen.

8. Kritische Hinterfragung der Ergebnisse

Die Szenarien A1B und B1 wurden mithilfe einer professionellen Datenbank im Geomatikum angefertigt. Da es in den Modellen und Szenarien um die Bodentemperatur geht, gibt es im Küstenbereich einige Modellfehler im Übergang von Land zum Wasser. Es ist sicher, dass es zu einer Erwärmung kommen wird, jedoch kann man das genaue Ausmaß zum jetzigen Zeitpunkt nicht feststellen. Es ist Fakt, dass das Auftauen des Permafrostbodens und somit eine Vergrößerung des active layers ein infrastrukturelles Chaos hervorrufen wird. Da schon heute etliche Häuser aufgrund von Sackungserscheinungen zerstört wurden, kann man relativ sicher von weiteren Zerstörungen ausgehen. Wie zuvor erwähnt können über Rückkopplungseffekte noch keine sinnvollen Prognosen gemacht werden, da das Ausmaß positiver und negativer Effekte unbekannt ist.

9. Literatur- und Quellenverzeichnis

Quellen:

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Methan_im_Permafrost

(Zugriff am 28.04.2010).

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klima_im_21._Jahrhundert

(Zugriff am 28.04.2010).

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien>

(Zugriff am 28.04.2010).

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Permafrost>

(Zugriff am 05.05.2010).

http://www.planet-wissen.de/laender_leute/russland/sibirien/index.jsp

(Zugriff am 05.05.2010).

<http://www.wissen.de/wde/generator/wissen/ressorts/natur/index.page=1168782.html>

(Zugriff am 10.05.2010).

Literatur:

Langer, M. (2006): Klimaänderungen im Schlafenden Land. In: Geographie heute 241/242, S. 47f.

Harmeling, S. (2008): Globaler Klimawandel. Diercke Spezial, Braunschweig, S.7.

(Hrsg.) Leser, H. 2001 DIERCKE-Wörterbuch Allgemeine Geographie, S. 24, 362f, 420.

Bilder:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/a/af/Jakutsk_Pfahlbau.jpg/800px-Jakutsk_Pfahlbau.jpg

(Zugriff am 10.05.2010).

<http://www.wo-wir-waren.de/kolyma03/photos/IMG1402k.JPG>

(Zugriff am 10.05.2010).

http://icons-pe.wxug.com/data/climate_images/permafrost_subsidence.gif

(Zugriff am 10.05.2010).

http://icons-ecast.wxug.com/data/climate_images/Permafrost-Cross-section.gif

(Zugriff am 10.05.2010).

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/upload/Permafrostprofil.gif>

(Zugriff am 28.04.2010).

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/upload/Permafrostverbr_progn.gif

(Zugriff am 28.04.2010).

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/upload/Permafrostverbreitung.gif>

(Zugriff am 05.05.2010).

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/e/e7/Vertikale_gliederung_Permafrost.svg/579px-Vertikale_gliederung_Permafrost.svg.png

(Zugriff am 10.05.2010).

Modelle und Szenarien zur Bodentemperatur:

Anfertigung mithilfe von Anastasia Tatarinova über die Datenbank des Geomatikums am Schlump am 16.04.2010.

Benennung der eingesetzten Medien

Mithilfe des Smart Boards und einer Powerpoint Präsentation werden wir unsere wissenschaftlich erarbeiteten Ergebnisse vor der Klasse präsentieren. Zur Veranschaulichung gibt es Bilder, Klimamodelle und Zukunftsszenarien.

Erklärung mit Unterschrift

Wir versichern, dass die Präsentation von uns selbstständig erarbeitet wurde und wir keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt haben. Diejenigen Teile der Präsentation, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Dennis Timmann und Florian Kaiser