

Quartärgeologie Paläoklima & mehr

Kap. 3: - Eisbilanz, Meeresströmungen, Vegetation

1) Wie kommt es zur Eis- und Schneeakkumulation auf Grönland und warum?

- Durch Schneefälle und Frost
- Besonders hohe Niederschläge in Grönland durch das nahe Islandtie

2) Wie kommt es zum Aufbau von Eismassen in der Antarktis und Arktis?

Antarktis: Niederschläge und marines Eis

Arktis: nur durch Niederschläge (Grönland) bzw. durch Niederschläge und Meereisbildung (Nordpol)

3) Warum kommt es beim Eissabbau in der Arktis nicht zum Kalben?

- Eismassen erreichen kaum Meeresniveau, Ausnahme: ein paar Gletscher
- Kalbungsprozesse vor Grönland daher selten
- Produktion kleiner Eisberge (mit höheren Sedimentanteilen)
- Keine Tafeleisberge wie in der Antarktis!

4) Warum ist es im Zentrum der Arktis sehr trocken und warum kommt es trotzdem zur Schneeakkumulation? Wie hoch sind die Niederschlagsraten in den Küstenbereichen?

- Trockenes Zentrum durch atmosphärische Zirkulation: Polares Kältehoch
- Katabatische Winde strömen vom Zentrum in Richtung Meer und verhindern das Eindringen feuchterer Luftmassen in das Zentrum
- Zentrum deutlich kälter als die Küsten, daher kann die Luft weniger Feuchtigkeit speichern, die als Schnee fällt
- Trotzdem Schneeakkumulation, da der Schnee nicht abtaut, auch nicht im Südsommer
- ca. 400 bis 600 mm Niederschlag an den Küsten

5) Was ist der Unterschied zwischen meteorischem und marinem Eis?

- Meteorisches Eis:

Eisbildung geht auf Niederschläge zurück

- Marines Eis:

Eisbildung durch salzreiche, unterkühlte Wassermassen (supercooled water, bis $-2,2$ z. Bsp.). Wenn diese Wassermasse aufsteigt, kommt es durch Druckentlastung zur Bildung von Eiskristallen. Diese schwimmen aufgrund ihrer geringeren Dichte nach oben, und frieren am meteorischen Eis an.

6) Wie lässt sich das Phänomen der grünen Eisberge erklären?

Grüne Eisberge sind Reste von marinem Eis. Bei der Bildung des marinen Eises, konnten beim Auftrieb der unterkühlten Wassermassen Tonminerale mit in das marine Eis eingelagert werden. Eine weitere Erklärung ist ein biologischer Film, der sich an der Eisuntergrenze bildet. Kommt es zum Kalben und zum Kentern des Eisbergs aufgrund der Schwerpunktsverschiebung, kommt die gefärbte Unterseite an die Oberfläche.

7) Das abfließen der Eismassen auf Grönland ist unterschiedlich schnell. Wo ist es schnell bzw. langsamer?

- Schnell: Westgrönland
- Langsam: Ostgrönland

8) Warum sind die Eisberge, die aus grönländischen Gletschern stammen, oft mit Sediment durchsetzt?

- Gletscher fließen am Rand von Grönland oft durch Gebirgsregionen

9) Warum ist die Gletscherfront der arktischen Gletscher oft sehr zerklüftet und bildet keine „Front“ wie in der Antarktis?

- Kaum Stabilität, da nur einzelne Gletscher bis zum Meer fließen und sich geringere Eismassen nicht so stabil sind

10) Nennen Sie A einen spitzbergischen Gletscher, der das Meer erreicht (und B einen in Alaska)!

- B Hubbard Gletscher
- A Monaco Gletscher

11) Was ist ein Nunatak?

Isolierter Berggipfel, der aus einer kontinentalen Eiskappe (Grönland oder Antarktis) oder aus Gletschern herausragt, und somit von einem Eisstromnetz umgeben ist.

12) Welcher Prozess greift auf Grönland besonders stark, der zum Abbau der Eismassen führt und die Fließgeschwindigkeiten dieser beeinflusst?

- Subaerisches Schmelzen:

→ Schmelzen durch hohen Druck und Temperaturen nahe Null Grad an der Unterseite der Eismasse (In der Antarktis nicht so ausgeprägt, da die Temperaturen deutlich tiefer liegen, wie in Grönland)

→ Dadurch entsteht ein Schmierfilm aus Wasser an der Felsoberfläche, der wie ein Schmiermittel fungiert und die Eismassen schneller abströmen lässt.

→ Steigen die Temperaturen auf Grönland, wird dieser Effekt verstärkt und die Eismassen fließen schneller ab

→ Grönland liegt für diesen Prozess in einem kritischen Klimabereich: Eine starke Erwärmung hat hier erhebliche Auswirkungen auf die Eismassen und die Fließgeschwindigkeit, während es in der Antarktis so kalt ist, dass selbst eine Erwärmung mehrere Grade einen geringen Effekt haben dürften, mit Ausnahme der antarktischen Halbinsel.

13) Was ist ein Sander?

Sander, die in Süddeutschland auch als Schotterebene oder Schotterfläche bezeichnet werden, sind breite, schwach geneigte Schwemmkegel, die im Vorfeld des skandinavischen Inlandeises oder von Gletschern allgemein, gebildet wurden. Sie bestehen im Allgemeinen aus Sanden, Kiesen und Geröllen.

Als Bestandteil der Glazialen Serie entstehen sie, wenn Gletscherschmelzbäche die Endmoräne durchschneiden und sich in der Ebene dahinter als verflochtener Fluss verbreitern. Dadurch verliert der Schmelzbach stark an Geschwindigkeit und lagert das mitgeführte Material als glazifluviales Sediment ab. Das an der Endmoräne recht große Neigungsverhältnis (bis zu 20 ‰) nimmt dabei in Richtung des Schmelzwasserabflusses rasch ab. Gröberes Material lagert sich nahe an der Endmoräne ab, wohingegen feinerer Kies und Sand noch weit flussabwärts getragen wird und so eine charakteristische Landschaft bildet, die an eine geneigte Ebene erinnert. Liegt ein Gletscher in Meeresnähe, werden nur die feinen Partikel noch bis zum Meer transportiert.

14) Was ist Oberflächenschmelze?

- Schmelzendes Eis an der Oberfläche -> bildet kleine bis mittlere Flüsse aus Schmelzwasser auf der Eisoberfläche Grönlands, welches in Spalten und Klüften bis an das anstehende Gestein sickern kann und dort ebenso als Schmiermittel dient. Steigt die Oberflächenschmelzrate an, ist dadurch auch mit einem Anstieg der Fließgeschwindigkeit der gesamten Eismasse zu rechnen.

15) Hat sich die Oberflächenschmelzrate messbar verändert?

Vergleicht man die Jahre 1992 mit 2002, stellt man eine starke Erhöhung der Schmelzrate fest. Dieser Vergleich ist aber kritisch zu betrachten:

→ Einzelne Jahre können stark von der herrschenden Großwetterlage geprägt sein und sind somit kaum repräsentativ

→ Manipulation sehr einfach, in dem man Extrembeispiele zeigt, die einen Trend nach oben oder unten nicht erkennen lassen

16) Subaerisches Schmelzen findet neben Grönland auch statt ...?

- unter den Eiskappen auf Spitzbergen, gering auf Island, ...

17) Glaubt man den Klimaprognosen, wird sich die Arktis...?

- besonders stark erwärmen. Einige Prognosen zeigen hier eine Zunahme der Temperatur von 4 Grad bis 2050 und von lokal 8 bis 12 Grad bis 2100.

18) Welche Auswirkungen hätte diese extreme Erwärmung in der Arktis?

Sollte es tatsächlich zu dieser Größenordnung kommen, hätte dies erhebliche Auswirkungen auf:

- Methanausgasung und Freisetzung klimawirksamer Gase aus auftauenden Permafrostböden, z. Bsp. in Sibirien

- Methanausgasung aus Methaneislagerstätten auf dem Meeresboden und am Kontinentalhang und Destabilisierung von Kontinentalhängen -> Rutschungen und Tsunamis

- Erhebliches Abschmelzen des grönländischen Eises, Meeresspiegelanstieg um ca. 6 bis 7 Meter

- Erhebliche Auswirkung auf die atmosphärische Zirkulation, da sich die Temperaturgegensätze zwischen Nordpol und Äquator stark reduzieren würden (ggf. Abnahme der Sturmaktivität)

- Zusammenbruch des Golfstroms, Auswirkungen auf die globale Zirkulation der Ozeane....

→ Mit anderen Worten brächte ein solcher Temperaturanstieg unberechenbaren Folgen in klimatischer, aber auch sozialer Hinsicht

19) Wie war die Vegetationsbedeckung in Europa zum LGM vor 22-14.000 Jahren vor heute vereinfacht?

- In der Nähe der großen Eisschilde: Polare Wüste

- Anschließend nach Süden die Steppentundra (heute kein Rezentanalog dazu) und die trockene Steppe (Mittelmeerraum)

20) Wie ist die grobe rezente Vegetationsbedeckung von Nord nach Süd?

Tundra-Boreal Woodland-Closed Boreal Forest-Cold temperature forest (Spanien, FR,D, Mitteleuropa, Mittelitalien)-Mediterran Forest (Mittelmeerküsten)-Moist & Dry Steppe (Südosteuropa), Wooded Steppe (weite Regionen der Türkei)

21) Vegetation und Kaltzeiten – Wie verändert sich die Waldgrenze?

- Bei Kaltzeiten liegt die Waldgrenze rund 4000 km weiter südlich (horizontale Waldgrenzenverschiebung)
- > Heute liegt die Waldgrenze nördlich von Skandinavien und Russland
- > Letzte Kaltzeit: ca. Nördlicher Mittelmeerraum – Schwarzes Meer...
- Vertikale Verschiebung der Waldgrenze im Rahmen von 1000 Metern (im Gebirge) nach oben bzw. unten

22) Wie ist die Reaktionszeit der Vegetation auf Klimaschwankungen?

- ca. 100 bis 1000 Jahre – je nach Art
- Vegetation reagiert sensibel, aber träge
- 8200 Ereignis wäre zu kurz, um eine großräumige Vegetationsveränderung auszulösen

23) Was ist die internationale phänologische Datenbank im Zuge des Biome 6000 Projektes?

Internationale Datenbank, um phänologische Rekonstruktionen aus Pollenvergesellschaftungen zu erstellen. Biome rekonstruiert auf Basis dieser Daten Vegetationstypen (Steppe, Tundra....)

-> Ziel:

- Alle Daten in einer Pollendatenbank

-> Kritik:

- Große Defizite in der Qualität der Daten, große Lücken (Letzte Eiszeit kaum erfasst).
- Wissenschaftler wehren sich, ihre Daten zu veröffentlichen
- Datenbank nur regional

24) Beschreiben Sie die atmosphärische Zirkulation, inkl. El Nino, Monsun, Passate, Kräfte, die auf bewegte Luftmassen wirken, usw...!

Siehe Klimageographie

25) Nennen Sie 3 Beispiele für Druckzentren, die sich im Jahresverlauf verändern!

Aleutentief:

Aktionszentrum, das, vor allem im Winter, über dem Gebiet der Aleuten lagert. Es hat große Bedeutung für den Nordpazifik. In El Niño-Jahren verlagert sich das Tief weiter nach Süden und verstärkt sich. So fallen die winterlichen Regenfälle in Kalifornien intensiver aus, was häufig Überschwemmungen westlich der Rocky Mountains nach sich zieht.

Islandtief:

Islandtief ist das Äquivalent des Aleutentiefs für den Nordatlantik

Stark ausgeprägt im Januar, im Sommer deutlich schwächer (geringerer Temperaturgradient zw. Pol und Äquator) zudem Nordverlagerung des Azorenhochs

Eurasisches Kältehoch

Thermisches Kältehoch, weicht im Sommer dem tibetanischen Hitzetief (Monsunwinde)

26) Wie kann man die atmosphärische Zirkulation rekonstruieren?

- nur schwer rekonstruierbar mit einem Umweg über den Staubeintag in die Weltozeane
- ua. Themengebiet der Paläoozeanographie
- Warmzeiten: hoher Staubgehalt im Eis
- Kaltzeiten: geringer Staubgehalt im Eis

27) Warum ist in Kaltzeiten mehr viel Staub vorhanden?

- Meeresspiegel ca. 130 Meter tiefer als heute -> mehr Landfläche -> mehr Staub
- Weniger Vegetation, die Staub zurückhält -> mehr Staub kann in die Luft gelangen
- ggf. stärkere Winde

28) Kaltzeiten und Löss – warum kam es zur Lössablagerung, wo wir sie heute finden?

Katabatische Winde wehten von den Eismassen und wirbelten dabei Staub (Löss-Komponente) auf. In Abhängigkeit der Windstärke, kam es zur Ablagerung in ME (FR-D-Südosteuropa)

- Es gibt aber auch Löss z. Bsp. in China mit einer Größenordnung von 100 bis 200 Metern (ch. Lössplateau)

29) Die Zunahme von Schäden durch Naturkatastrophen nimmt zu. Oft wird das als Zeichen des „diskutieren Klimawandels“ gesehen. Warum sind solche Statistiken nur bedingt aussagekräftig?

- Weil vor allem die Bebauung zugenommen hat. Daher ist es logisch: Wo mehr gebaut wird, geht auch mehr kaputt. Ein Ansteigen der Schäden ist somit nicht primär durch die diskutierte Zunahme klimatischer Extreme zu erklären, sondern liegt einfach an der steigenden Bebauung.
- Auch die Schäden in der Ernte nehmen zu, weil aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung mehr angebaut werden muss

30) Wie groß ist der Anteil der Schäden, verursacht durch extreme Windereignisse?

1/3

-> die Rekonstruktion der atmosphärischen Zirkulation ist somit ein wichtiger Bestandteil der Forschung, damit die zukünftige Abschätzung der Veränderungen der Luftströmungen besser vorhergesagt werden kann.

- Kritik: Damalige Luftströmungen sind nicht 1:1 auf die zukünftigen Strömungen übertragbar – alles sehr komplex

31) Welche 2 wichtigen Prozesse treiben die globale Zirkulation der Ozeane an und wo liegen diese?

Die Zirkulation der Ozeane ist als ein globales Förderband von Energie und Masse zu verstehen (ähnlich der atmosphärischen Zirkulation). Sie fungiert weltumspannend, ihr Motor / Antrieb wird allerdings nur durch 2 kleine und sensible Gebiete / Prozesse in Gang gehalten:

1.) **Bildung des Nordatlantischen Tiefenwassers** (NADW) zwischen Grönland und Spitzbergen in der Framstraße

2.) **Bildung des Antarktischen Bodenwassers:** (AABW) im antarktischen Weddellmeer

32) Beschreiben Sie die Schichtung der Wassermassen im Atlantik!

- Das AABW erstreckt sich vom Südpol bis zum Nordpol als unterste Wasserschicht

- Darüber liegt die Schicht des NADW

- An der Oberfläche des Atlantiks steht das Oberflächenwasser an (SSW). Die Wassertemperaturen werden in globalen SST-Karten, den Sea Surface Temperatures, gezeigt.

- Zwischen SSW und NADW liegt die Zwischenschicht: Intermediate Water

33) Erklären Sie den Vorgang der Entstehung des NADW & AABW!

Die Bildung des NADW dient mit der Bildung des AABW zu den 2 wichtigen Motoren der globalen Ozeanzirkulation. Bricht die Bildung einer der beiden Wassermassen zusammen, kommt es zu globalen Störungen des „globalen Förderbandes“.

NADW:

1. Oft wird fälschlich angenommen, dass die Bildung des NADW durch den auslaufenden und abkühlenden Nordatlantikstrom (als Verlängerung des Golfstroms Richtung Europa) generiert wird. Das ist so nicht ganz richtig. Wichtig für die Entstehung des NADW sind zum Einen Süßwasserzuflüsse aus den sibirischen Flüssen, die allesamt in den arktischen Ozean entwässern und dort das Wasser versüßen, also die Salinität verändern.

2. Im westlichen Arktischen Ozean zirkuliert der **Beaufort Wirbel** zwischen der Nordküste des Kanadischen Archipels und dem zentralen Arktischen Ozean. Im östlichen Arktischen Ozean treibt der **Transpolardrift** von den Sibirischen Schelfmeeren über den zentralen Arktischen Ozean durch die **Framstrasse** zwischen Spitzbergen und Grönland mit dem Ostgrönlandstrom in das Europäische Nordmeer, bis zur Südspitze Grönlands und weiter in die Labradorsee. Zwischen Grönland und Spitzbergen, in der Framstraße, kommt es nun zu besonders hohen Schmelzraten des Meereises. Da das hier entstehende Schmelzwasser kälter als die umgebenden Wassermassen ist, kommt es rasch zum Absinken großer Wassermassen, obwohl der Salzgehalt **höher** ist, als im Umgebungswasser. Hier dominiert aber der **temperaturgesteuerte** Absinkprozess. In dieser neuen Wassermasse ist auch der **Sauerstoffgehalt höher** als in der Umgebung. Der Nordatlantikstrom generiert also nicht die NADW-Bildung. Bevor sich sein Wasser mit der Wassermasse, die die NADW bildet, vermischt, fließt er am NADW vorbei. Ist einmal das NADW gebildet, fließt es über dem AABW wieder nach Süden. Bis es die Antarktis erreicht, vergehen ca. **1000 Jahre**.

AABW:

Die Bildung des AABW ist weitaus komplizierter als die Bildung des NADW. Vereinfacht kann man sagen: Die Bildung des AABW findet im **Weddellmeer**, östlich der antarktischen Halbinsel statt. Der südliche Teil ist von einem großen Schelfeis als schwimmender Teil des antarktischen Eisschildes bedeckt (Filchner-Ronne-Schelfeis), kleinere Schelfeise begrenzen die Küste im Osten (Riiser-Larsen-Schelfeis) und Westen (Larsen-Schelfeis). Diese Schelfeisgebiete sind wichtig für die Entstehung des AABW: Durch den Antarktischen Küstenstrom (nach **Westen** gerichtete, von **Ostwinden** angetriebene Meeresströmung vor der antarktischen Küste), kommt es zu einer östlichen Oberflächenströmung in das Weddellmeer (**ESW: East Schelf Water**). Dieser Wassermasse ist ca. -1,6 bis -1,8 Grad kalt und hat einen Salzgehalt von 34,3 Promille. Auf der gegenüberliegenden Seite, finden wir eine ähnlich kalte, aber wesentlich salzhaltigere **Oberflächenströmung (WSW: West Schelf Water)**. Diese sinkt ab und fließt aufgrund der Morphologie des Meeresbodens nach Süden unter das Ronne-Filchner Schelfeis. Hier kommt es zum Aufstieg der Wassermassen und zur Bildung einer nährstoffarmen, sauerstoffreichen und **superkalten** Strömung, der **ISW (Ice-Schelf-Water)**. Die so gebildete ISW dann zunächst um die Antarktis, was man anhand von Salinitäts- Temperatur oder Sauerstoffkonzentrationskarten gut feststellen kann. Das dort gebildete AABW findet man letztlich in allen Weltozeanen als tiefste Wasserschicht wieder.

35) Warum ist das WSW wesentlich salzhaltiger als das ESW? Was sind Polynjas?

Durch die hier starken katabatischen Winde, die vom Schelfeis auf das Wasser wehen, kommt es zur kontinuierlichen Eisbildung vor den Schelfgebieten und zum **Entzug von Süßwasser**. Als **Polynja** bezeichnet man eine große offene Wasserfläche oder dünne Meereissschicht im arktischen oder antarktischen Meereis, die eine Fläche von mehreren Tausend Quadratkilometern erreichen kann. Polynjas entstehen in der Regel durch Windeinwirkung, Gezeiten oder aufsteigendes warmes Meerwasser. Sie können oft über lange Zeiträume, ggf. über Jahre hinweg bestehen bleiben. Nach ihrem Entstehungsort werden drei Arten von Polynjas unterschieden: Küstenpolynjas, Polynjas, die von Festeis begrenzt sind und küstenferne Polynjas.

36) Die Bereiche, in denen es zur Bildung des NADW und der AABW kommt sind hochlabil – vor allem die Bildung des AABW ist von ... abhängig. Die Bildung der NADW ist von ... abhängig, was nicht immer so im Quartär gewesen ist.

Flichner Ronne Schelf, großen Mengen Süßwassers durch sibirische Flüsse und Schmelzvorgänge des Meereises

37) Wie stark ist der wärmende Effekt des Nordatlantikstromes in Europa im Vergleich zu Kanada?

Bremerhaven (53 Grad Nord): Februarmittel: + 1,2 Grad, mild durch Nordatlantikstrom

Goose Bay (53 Grad Nord): Februarmittel: -15,3 Grad, eisig durch Labradorstrom

38) Wenn es nur 2 sensible Punkte gibt, an denen die Wassermassen als Motor des globalen Förderbandes absinken, wo liegen dann die Auftriebsgebiete?

- vor Indien im Indischen Ozean

- nördlicher Pazifik

39) Warum lassen sich durch Phytoplanktonproduktion Auftriebsgebiete ausmachen? Nennen Sie ein Beispiel! Warum kommt es zu großen Änderungen im Jahresverlauf?

- Phytoplankton besonders in nährstoffreichen Wassergebietern, die meist durch Upwelling (Auftrieb kalten und nährstoffreichen Wassers) gekennzeichnet sind. Bsp:

- Ostseite Indiens (März-Oktober)

- Großflächige Küstengebiete vor Saudi-Arabien und Pakistan (Mai bis September)

Änderungen durch gegensätzlichen Winde im Jahresverlauf – Monsunwinde – und die Verschiebung der Upwelling-Gebiete.

- Ausnahmen bilden Flussdeltas, wo nährstoffreiches Wasser nicht durch Upwelling sondern durch das Flusswasser selbst in ein Meer / Ozean eingetragen wird, z.B. Podelta in Norditalien

40) Wo kommt es, neben Indien, noch zum Upwelling?

Westküste Südamerikas (und Mittelamerikas)

Westküste Australiens

Westküste Südafrikas

41) Nennen Sie Oberflächen-Ozeanströmungen des Pazifiks, Atlantiks, und des Indischen Ozeans!

Kalt Atlantik: Labrador, Ostgrönland, Kanarischer und Benguelastrom

Warm Atlantik: Golfstrom, Nordatlantikstrom, Brasilianischer Strom

Kalt Pazifik: California & Perustrom, Oyashiostrom

Warm Pazifik: Alaskastrom, Ost-Australischer Strom, Kurshiostrom

Kalt Indischer O. Westaustralischer Strom

Warm Indischer O. Mosambikstrom, Agulhasstrom

→ Äquatornah: Westströmungen, Äquatorialströme (Nord- und Süd)

→ Am Äquator: Ostströmungen; Äquatorial Counter

42) Die glob. Zirkulation der Luftmassen ist zwischen Kalt- und Warmzeit ...

unterschiedlich, mit Verlagerungen von Druckgürteln nach Nord bzw. Süd, so dass große Regionen in andere Klimazone gelangen können