

# Quartärgeologie Paläoklima & mehr

## Kap. 11: Eis und Eiskerne

### 1) Wie hoch lagen die Temperaturen im holozänen Klimaoptimum im Gegensatz zu heute?

ca. 2 Grad wärmer

### 2) Wann begann der globale Abkühlungstrend nach dem holozänen Klimaoptimum?

Vor ca. 4000 Jahren beginnende Abkühlung bedingt durch kosmische Parameter. Wir befinden uns schon jetzt auf dem Weg in eine neue, natürliche Eiszeit.

### 3) Warum spricht man von einem Klimaoptimum, wenn es wärmer wird?

Warmphasen sind für Flora und Fauna deutlich besser als Kaltphasen in der Erdgeschichte. Das gilt ebenso für die Menschheitsentwicklung im Holozän. Kommt es durch die diskutierte globale Erwärmung zu einem Temperaturanstieg, wäre das nicht so dramatisch, wie ein weltweiter Temperaturabfall um den gleichen Betrag. Leider ist die Presse dieser Fakten nicht ganz mächtig.

### 4) Wie mächtig ist der aktuelle Eispanzer in Grönland?

Knapp über 3000 Meter. Entlang einer Linie der höchsten Eismächtigkeit gibt es Eisscheiden, wo das Eis nur sehr langsam bewegt. In den äußeren Bereichen bewegt sich das Eis viel schneller (nach unten und zur Seite...)

### 5) Wie weit kann man mit dem Eis der alpinen Gletscher in die Vergangenheit gucken? Was gibt es für Probleme?

- nur wenige 100 Jahre

#### Probleme:

- starke Variationen der Eisbildungsrate und Niederschlagsrate
- verstärktes Schmelzen im 20. Jahrhundert
- Kerne sind daher nur schwer richtig zu bewerten

### 6) In welchen Bereichen werden Eiskerne der Eiskappen unserer Erde gewöhnlich genommen und warum? Welche Probleme gilt es zu beachten?

Eiskerne werden immer nahe der Eisscheide genommen, da sich das Eis unweit der Eisscheide lateral bewegt. Nur direkt an der Eisscheide kann man sich rel. sicher sein, dass sich das Eis kaum lateral bis idealerweise horizontal bewegt. Nimmt man Kerne, wo die Eismassen fließen, kommt es zu falschen Interpretationen und Ungenauigkeiten. Eine Eisscheide trennt unterschiedliche Fließrichtungen von Eismassen (Wasserscheide: Von Wassermassen).

#### Probleme:

- War die Eisscheide in der Vergangenheit konstant, oder hat sie sich auch verschoben?
- War die Höhe des Eisschildes konstant? Wenn das Eis anstatt 3000 Meter 4000 Meter hoch war, war es in dieser Höhe höhenbedingt deutlich kälter, selbst wenn es global nicht abkühlte. Auch hier kann es, z. Bsp. bei der Rekonstruktion der Temperatur, schnell zu Fehlinterpretationen kommen wenn man Proxys 1:1 übersetzt.

### 7) Ab wann begann die Arktis- bzw. Antarktischforschung mit größerem technischem Aufwand?

In den 80er Jahren, Dänen waren Pioniere. Schon in den 30er Jahren führte man Expeditionen ins Eis durch mit ersten Bohrungen und Grabungen. Alfred Wegener fand im Eis dabei seinen Tod, sein Kreuz wurde mit Bohrgestängen zusammengeschräubt.

### 8) Wie lange kann eine einzige Eisbohrung dauern?

Je nach Tiefe mehrere Jahre. Dabei kann man anfangs schnell in große Tiefen vorstoßen. Wenn das Eis mit zunehmender Tiefe immer härter wird, braucht man deutlich mehr Zeit. Die Eissplitter, die bei einer sehr tiefen Bohrung entstehen, werden separat entfernt.

### 9) Wie viele Bohrerättypen gibt es für den Einsatz im Eis?

ca. 4 bis 5 verschiedene Typen

### 10) Was sind Blaueisgebiete?

Eisgebiete, bei denen die Verdunstung größer ist, als der Niederschlag.

### 11) Was versteht man unter einer Onsite-Untersuchung?

Untersuchungen der Eiskerne direkt vor Ort. Dazu baut man sich im Eis eine Forscherstation auf, damit man der

Witterung nicht schutzlos ausgeliefert ist. Die Behausung besteht überwiegend aus Eis.

**12) Wie weit lässt sich mit Eiskernen in Grönland in die Klimavergangenheit gucken?**

- Bis zu 100.000 Jahre zurück, selten bis nie jedoch bis zur / über die Ehmwarmzeit (letzte Warmzeit) hinaus.
- ggf. bis zur Saalekaltzeit, dabei sind die Eissedimente schon mit größter Vorsicht zu bewerten

Kleine Eiskappen:

Kleine Eiskappen, die nicht mit dem Inlandeis verbunden sind und auf Bergen aufliegend vorlagern:

- 2500-15.000
- viele dieser kleinen Eiskappen waren im frühholozänen Klimaoptimum (Vgl. Frage 1-2) ganz verschwunden. In dem Fall reichen Bohrungen nur bis ca. 2000 Jahre zurück.

**13) Wie weit lässt sich mit Eiskernen in der Antarktis in die Klimavergangenheit gucken? Was fällt beim dem Kern auf, der am weitesten in die Vergangenheit stößt?**

Vostok Eiskern bei der Vostokstation: Bis 420.000 Jahre zurück und enthält 4 Glazial- Interglazialzyklen!

DomC: älteste gebohrte Eisschichten: Bis 722.000 Jahre zurück.

→ Beim Dom C fällt auf, dass die Amplitude zwischen Kalt- und Warmzeiten in der Vergangenheit weniger groß war. Heute sind die Wechsel der zwischen Kalt- und Warmzeiten deutlich extremer.

→ Beim Dom C wurde z.B. die Deuterium-Isotopie gemessen: Sie zeigt in den Interglazialen schwere Verhältnisse und in den Glazialen leichte Werte

**14) Wie weit lässt sich durch separate Eiskappen in Tibet oder in Südamerika sogar in Äquatornähe zurückblicken?**

- bis in das Ende des letzten Glazials (Weichsel) vor ca. 10.000 Jahren

**15) Wo wurden Eiskerne in Grönland genommen und wie heißen die wichtigsten Kerne?**

- Entlang der Eisscheide von Nord nach Süd:

- > Camp Century
- > NGRIP
- > GISP2
- > Grip
- > Dye

**16) Nennen Sie einen Eiskern, der dem grönländischen Inlandeis unabhängig auf einer kleinen Eiskappe vorgelagert ist!**

- > Renland

**17) Was wird bei einer Eiskappe oder bei Inlandeismassen als Ablationszone bezeichnet?**

Zone, bei der es durch Abschmelzen und Verdunsten von Schnee und Eis, häufig vor allem angewendet für den Masseverlust von Gletschern, kommt.

**18) Welche Vorteile / Nachteile bietet die Beprobung von Eiskernen am Eisrand?**

- Vorteile: Viele Jahre können mit nur wenigen Metern beprobt werden, da die Eismächtigkeit gering ist
- Nachteile: Sehr ungenau, häufig kommen Schmelzprozesse hinzu

**19) Warum sind in der Paläoklimatologie Angaben über exakte Jahreswerte bei Eiskernen unsinnig?**

-> Eis ist nicht frei von Schmelzprozessen: Schmelzwasser sickert im Sommer einige Dezimeter in den lockeren, oberen Schnee. Daher wird das Ablagerungssignal im gesamten Kern, je nach Schmelzintensität, verschoben, und lässt keine jahrgenaue Aussagen zu.

**20) Eisdatierung – nennen Sie 6 Möglichkeiten, um Eiskerne zu datieren!**

1.) Pb 210; Cs 137:

- verwendbar für die letzten Jahrzehnte

2.) C14 an Co2-Gaseinschlüssen

- in kleinen, isolierten Luftbläschen im Eis, mind. 1-2 Meter Kern erforderlich. Das Alter ist oft unpräzise (zu jung), da die Luftbläschen erst in großen Tiefen völlig von der Atmosphäre isoliert sind. Je näher die Oberfläche, desto mehr Austausch findet noch mit der Atmosphäre statt! Erst nach mehreren Hundert Jahren, sind die Gasbläschen vom Porenraum isoliert.

### **3.) Saisonale Variation:**

Jahresdatierung durch Abzählung von optisch erkennbaren Jahreslagen oder „erkennbar“ durch Schwankungen der Delta O18 Isotops, durch SO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, Cl-Staub. Das funktioniert jedoch nur in den jüngsten Lagen, da in größeren Tiefen die Jahreslagen zu eng beieinander liegen. Man sagt, dass **nach ca. 15.000** Jahren so nicht mehr datiert werden kann, weil die Jahresschichten zu klein ausfallen und zu stark gemischt bzw. gestaucht werden. Dann braucht man andere Methoden.

### **4.) Über Vulkanaschen:**

Sichtbar im Säuregehalt oder in der el. Leitfähigkeit des Eises: Wichtiges Mittel zur Datierung von Eiskernen in der Arktis. In der Antarktis kaum verwendbar, da es hier in der jüngeren Vergangenheit keinen Vulkanismus gab. Selbst Eruptionen mit globalem Ausmaß sind dort, durch die zirkumantarktische atmosphärische Zirkulation, kaum dokumentiert.

### **5.) Datierung über regionale und globale Klimaereignisse:**

Funktioniert gut in Grönland durch die (marin und terrestrisch nachgewiesenen) Dansgaard Oeschger-Zyklen, setzt auf der Antarktis gleiche Klimazyklen voraus, was bisher NICHT nachgewiesen worden ist.

### **6.) Datierung über andere Eiskerne:**

Sehr viele Eiskerne werden auch über andere Eiskerne datiert!

→ Eiskerne sind zumindest so gut datierbar, wie Sedimentabfolgen in der Antarktis, es muss jedoch mit möglichen Datierungsfehlern gerechnet werden.

## **21) Wie groß ist die Spannbreite von Datierungsfehlern bei Eiskernen in Jahren?**

- Im Holozän: ca. 1000 Jahre
- Im älteren Eis: ca. 15.000 Jahre

## **22) Paläoklimatologie – was kann alles rekonstruiert werden?**

### **1 Niederschlag:**

Sehr genaue Rekonstruktion über die Akkumulationsraten des Eises

### **2 Temperatur:**

Über Delta 18 O (→ je kälter es ist, desto deutlicher ist die Fraktionierung zw. O16 und O18), Delta 2H: Vorsicht bei Angabe von absoluten Temperaturen, da diese Rekonstruktionen **auf empirischen Funktionen beruhen**, die für die Vergangenheit nicht unbedingt Gültigkeit haben.

### **3 Zusammensetzung der Atmosphäre:**

durch direkte CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O Messungen der Paläoatmosphäre an Gaseinschlüssen im Eis  
- Staubgehalt der Atmosphäre: Abschätzung über Konzentrationen von Staub im Eis

### **4 Atmosphärische Zirkulation:**

der Chemismus des Eises wird (z.T. über Komponentenanalysen) wird Luftmassen bzw. Zirkulationszellen zugeordnet, deren relative Bedeutung dann rekonstruiert wird. Methode noch mit großen Unsicherheiten behaftet und steht noch am Anfang.

## **23) Permafrost - wie lässt sich Permafrost gliedern?**

### **Horizontale Gliederung**

- Zone des kontinuierlichen Permafrosts (bis zu 100 % des Unterbodens sind gefroren)
- Zone des diskontinuierlichen Permafrosts (mehr als 50 % des Unterbodens sind gefroren)
- Zone des sporadischen Permafrosts (lückenhafte Verteilung des gefrorenen Unterbodens)

### **Vertikale Gliederung**

- sommerlicher Auftauboden, der bei wärmeren Temperaturen mehr oder weniger stark aufgetaut sein kann (Mächtigkeit: wenige Zentimeter bis mehrere Meter)
- eigentlicher Dauerfrostboden (ist immer gefroren), wobei die Oberfläche, und damit die Grenze zum Auftauboden, als Permafrosttafel bezeichnet wird
- Niederfrostboden bzw. Talik (ist aufgrund der geothermischen Wärmezufuhr aus dem Erdinneren nicht gefroren), liegt in einigen Dekametern bis maximal 1.500 Meter Tiefe

Talik kommt sowohl unter dem Permafrost als auch in einzelnen Linsen und Taschen im Permafrost vor, bedingt durch Materialunterschiede.

#### **24) Was sind Eiskeile und wo kann man sie finden?**

Ein Eiskeil ist ein mit Eis, Bodenpartikeln und z. T. organischem Material gefüllter Riss im Boden von Dauerfrostgebieten. Eiskeile sind lineare Strukturen, die zu großflächigen Polygonmustern vernetzt sein können, die man von der Oberfläche gut erkennt. Das sich ausdehnende Eis drückt organisches Material nach oben (Wülste)

- Man findet sie überwiegend in:

-> Sibirien

-> in Depressionen

-> in Torfen

-> in Tonen und Silten

-> in Sanden

Eiskeile wachsen von innen **nach außen** (bei stabiler Oberfläche) und **nach oben** (bei Akkumulationsgebieten). Dabei hilft ein initialer Riss in der Bodenmatrix, damit z. Bsp. Schmelzwasser in den Bodenkörper eindringen kann. Gefriert das Wasser anschließend, dehnt es sich aus und drückt den Boden zur Seite. Dieser Vorgang kann sehr lange andauern und Eiskeile mit Mächtigkeiten von mehreren Metern erzeugen. Bohrt man einen Eiskeil an, so bohrt man **von ältesten in das jüngste** Eis. Man kann sogar mit einer Kettensäge einzelne Eisblöcke aus dem Eiskeil schneiden, sonst wird mit einem Bohrer gearbeitet. Eiskeile werden auch mit anderen Archiven z.B. Bohrkernen verglichen.

→ Durch Kompositprofile – regional (Aufschluss) und überregional (z.B. über Inseln hinweg) kann man Eiskeile miteinander verbinden und die regionale Lage des z.B. Inlandeseis rekonstruieren.

#### **25) Was ist Grundeis?**

Grundeis ist das sich auf dem Grund fließender Gewässer bildende Eis. Es wächst von der Gewässersohle aus in das Wasser hinein und bildet mitunter bizarre Unterwasser-Skulpturen. Grundeis tritt nur bei anhaltenden strengen Frostperioden und bestimmten Gewässern auf. Es bildet sich, wenn der Boden bei dauerhaftem Frost tiefgründig gefriert und dann auch in der Gewässersohle Minustemperaturen erreicht werden. Während bei stehenden Gewässern zuerst die Oberfläche abkühlt und sich dort das erste Eis bildet, findet bei fließenden eine beständige Mischung des Wassers statt, und das Eis bildet sich zuerst dort, wo das Wasser am ruhigsten ist, also am Grund und an den Ufern. Eine weitere Voraussetzung für die Bildung von Grundeis ist, dass keine Verbindung zwischen dem Gewässer und dem Grundwasser besteht, also nur wenig Wasser versickert oder Grundwasser durch die Sohle in das Gewässer einströmt, denn Grundwasser dringt aus tieferen Erd- und Gesteinsschichten, ist dadurch wärmer als null Grad und verhindert damit das Einfrieren der Gewässersohle.

#### **26) Eiskeilverbreitung in der Nähe des Labaz-Sees – was kann man erkennen?**

Man erkennt, dass die Region um den Labaz-See zum Weichselfrühglazial an der Grenze des skandinavischen Eisschildes lag, da wir in frühweichselzeitlichen Ablagerungen keine Eiskeile im Sediment finden. Im Mittel- und im Spätweichsel finden wir hingegen viele Eiskeile im Sediment. Das spricht für Eisfreiheit und den Rückzug des Eises in eine andere Region (nach Westen)

#### **27) Was wird im Hinblick auf Eiskern- und Eiskeildaten angestrebt?**

Die Vernetzung der beiden Datenquellen.

#### **28) Welche Vorteile / Nachteile haben Eiskerne in der Ablationszone von Eisschilden?**

VT: Umfassen sehr junge bis sehr alte Eismassen bei sehr geringer Eisdicke

NT: Stark gestört