

Quartärgeologie Paläoklima & mehr

Kap. 9: Zeitmessung und Datierung

1) Welche Datierungsmethoden kennen Sie?

- Die Wahl der geeigneten Datierungsmethode ist abhängig von der zu untersuchenden Fragestellung und dem Zeitraum, der mit einer Datierung in der Vergangenheit erfasst werden kann.

1. Datierungen nach Bildungsraten (Datierungsmöglichkeit in Jahren)

- Dendrochronologie 1000-10.000
- Warvenchronologie 10.000 – 100.000
- Korallenjahresbildungen 1000 – 10.000
- Stalagmiten- Titen- Bildungen bis 100.000
- Lichenometrie 100 bis etwas über 1000

2. Radiometrische Datierungen

- Radiokarbon
- Kali-Argon
- Spaltspuren
- Uran-Thorium
- Lumineszenzdatierung
- ESR
- Blei 210
- Cäsium 137
- Tritium

3. Ereignisdatierung

- Isotopenstratigraphie
- Paläomagnetik
- Tephrochronologie
- Lithostratigraphie
- Biostratigraphie
- historische Quelle

4. Chemische Datierungen

- Aminosäuren
- F-U-N-Gehälter
- Obsidianhydrat
- Verwitterung

2) Wie weit lässt sich mit Radiokohlenstoff zurück datieren?

ca. 11.500 Jahre, zum Bsp. Bäume aus dem Alleröd-Interstadial dokumentieren einen Brand

3) Was ist Dendrochronologie?

Datierung nach dem Alter der Baumringe: Durch die Baumringe lassen sich die Jahre zurückverfolgen: Dicke Ringe stehen für milde und gute Jahre, kleine Ringe für ungünstige Wachstumsbedingungen. Durch Kombination von rezenten Bäumen mit alten Bäumen (aus Hütten oder überlagerte Überreste), kann so eine Masterkurve aus vielen Baumringen erstellt werden.

Problem: Bäume wachsen zu Beginn schneller als zum Ende. Daher müssen die gemessenen Baumringgrößen mit Indizes versehen werden, die die altersabhängige Wachstumsgeschwindigkeit mit berücksichtigt. Erst dann erhält man eine repräsentative Aussage. Diese Methode war die erste Methode zur Datierung im Quartär!

4) Was ist Warvenchronologie?

Ähnlich der Dendrochronologie: Jahreszeitliche Ablagerungen in Seen (Warven) dienen als repräsentativ für die Klimabedingungen und lassen sich relativ leicht abzählen.

Biogene Warven:

Bildung durch Bioproduktion in den Sommermonaten (grob & hell, z. Bsp. Diatomeen) in einem See

Klastische Warven:

Bildung im Winter (fein & dunkel): keine Bioproduktion, idealerweise in Periglazialgebieten: bei Eisbedeckung ruhige Wassersäule, und Ablagerung von Tonen. Im Sommer eisfreie Bedingungen und Bioproduktion. Zudem Eintrag (bei proglazialen Seen) von klastischem Material der Gletscher: sog. Gletschermilch durch Eintrag und starke Winde; Wassersäule wird sehr gut durchmischt.

5) Was sind Korallen und wie kann man sie für Datierungen nutzen?

Über Bohrungen kann man bei Korallen auch in unterschiedliche Jahre vorstoßen, da Korallen bei ihrem Wachstum auch „Jahresringe“ ausbilden. Korallen kommen ausschließlich im Meer vor, insbesondere im Tropengürtel. Im Hinblick auf die Wuchsform unterscheidet man zwischen **Weichkorallen und Steinkorallen**, wobei letztere durch Einlagerungen von Kalk Skelette bilden, durch die Korallenbänke oder ein Korallenriff entstehen, da totes Skelettmaterial fortwährend von lebendigem Gewebe überwuchert wird. Korallenskelette bestehen zum größten Teil aus **Aragonit**. Die Einzelskelette sind in der Regel pflanzenartig verzweigt und an den Zweigenden, den Wachstumsspitzen, sitzen oft farbenprächtige Polypen, die den Eindruck verstärken, man hätte es mit unterseeischen Blütenpflanzen zu tun.

6) Auch über Stalagniten und Stalaktiten kann man datieren. Wie bilden sich diese aus?

Stalagtiten (von der Decke hängend) und Stalagniten (scheinbar von Boden wachsend), bilden sich, wenn **kohlensäurehaltiges Wasser** an der Decke von Höhlen aus dem Gestein hervorkommt und sich dann Calcit abgelagert. Die Ablagerung wird auch als Sinter bezeichnet. (Vgl. Sinterterrassen in der Türkei).

8) Wie lässt sich durch Eisablagerung datieren?

Ebenfalls über Jahreslagen im Eis (zumindest bis zu einer gewissen Tiefe, dann mit anderen Methoden. Dazu im nächsten Kapitel mehr).

9) Wie lässt sich durch die Landkartenflechte datieren?

Wachstumsgeschwindigkeiten der Flechten, die auf Gesteinen wachsen, sind bekannt. Anhand der Größe der Flechte lässt sich der Ablagerungszeitpunkt des Gesteins bestimmen.

→ Methode wird auch **Lichenometrie** genannt (Liche = Flechte)

10) Was ist die Grundlage aller radiometrischen Datierung?

Atome sind aus Neutronen, Protonen und Elektronen aufgebaut. Jedes Element hat eine unveränderbare Anzahl von Protonen (Atomnummer), die Anzahl der Neutronen kann variieren und dann zu unterschiedlichen Isotopen eines Elementes führen.

Bsp: Kohlenstoff:

- hat 3 Isotopenformen (jeweils 6 Protonen, aber 6,7 oder 8 Neutronen), die in sehr unterschiedlichen Gehaltsklassen in den Kohlenstoffreservoirs (Atmosphäre, Biosphäre, Ozean), auftreten:

C12 und C13 sind stabile Isotope, C14 ist ein instabiles Isotop.

Instabile Atome zeigen einen radioaktiven Zerfall. Dabei gehen radioaktive Partikel (alpha-oder beta-Partikel) verloren. Als Folge entsteht ein neues Element:

Das C14 Isotop zerfällt zum N14 Isotop, das K40 zerfällt zum Ar40 und C40.

→ **Die Zerfallsrate der verschiedenen Isotope ist konstant. Das ist die Basis für die radiometrische Datierung.** Dabei wird das Verhältnis von Mutterisotopen zu Tochterisotopen oder die noch vorhandene Aktivität in geologischen Substanzen gemessen. Aus der Zerfallsrate kann die Zeit ermittelt werden, die seit der Bildung der Substanz verloren gegangen ist.

11) Warum wird es bei der radiometrischen Datierung immer schwieriger, je älter die Ablagerungen sind?

Durch die sich ständig halbierende Halbwertszeit, kommt man nach einer gewissen Zeit (beim C14 – Isotop sind es **max. 35-50.000 Jahre** – wird dann auch als **infinites Alter** bezeichnet) zu einem Punkt, wo die Fehlerbreite der Datierung immer größer wird und die Methode nicht mehr sinnvoll eingesetzt werden kann.

12) Nennen Sie mit Angabe der HWZ einen radioaktiven Zerfall, der relativ zu anderen Isotopen, schnell abläuft!

C14, HWZ: $5,73 \cdot 10^3$ Jahre.

13) Nennen Sie die HWZ von U238, U235 und K40!

U238: $4,51 \cdot 10^9$ hoch 9

U235: $0,71 \cdot 10^9$ hoch 9

K40: $1,31 \cdot 10^9$ hoch 9

14) Wie viel Gramm Kohlenstoff benötigt ein herkömmliches Labor, um C14 – Datierungen durchzuführen?

mind. 5 Gramm

15) Wie viel Gramm Kohlenstoff benötigt ein AMS (Massenspektrometer), um C14- Datierungen durchzuführen?

Bereits ab 0,1 mg ist eine Probe datierbar! Mittlerweile werden 90% aller C14 – Datierungen an einem AMS durchgeführt. Auch die UNI Köln besitzt ein AMS für weltweite Datierungen von C14-Proben.

16) Erklären Sie kurz, wie ein AMS arbeitet!

Die Massenspektrometrie ist ein Verfahren zum Messen der Masse von Teilchen. Da unterschiedliche Isotope unterschiedliche Massen besitzen, werden Isotope auch unterschiedlich stark abgelenkt und vom Detektor erfasst. Dabei werden die leichteren Isotope besser abgelenkt, als die schwereren Isotope. Ein AMS besteht aus einer Ionenquelle, einem Analysator und einem Detektor.

17) Was bedeuten die Abkürzungen: C y BP und Cal y BP?

C y BP: C14 – Alter in Jahren before present (Einfaches analytisches Laboralter bezogen auf 1950)

Cal y BP: Kalibriertes Alter in Jahren before present, (z.B. durch Dendrokalibrationskurven)

18) Was wird bei der Datierung mit C14 genau datiert?

Die Bildung des C14-Isotopes in der Stratosphäre durch kosmische Strahlung, nicht der Ablagerungszeitpunkt (bei Sedimenten) oder der Aufnahmezeitpunkt (bei Tieren).

→ Verschiedene Reservoireffekte müssen berücksichtigt werden!

19) Welche Fehlerquellen gibt es bei der C14-Datierung? Was ist der Süß-Effekt?

1) Reservoireffekte

→ mariner Effekt: „Altes“ Meerwasser kommt in Auftriebsgebieten (Upwelling) an die Oberfläche und verfälscht dort die aktuellen C14-Werte!

→ mariner Effekt: Ganzjährige Eisbedeckung: „Altes“ Seewasser kommt nicht in Kontakt / zum Austausch mit der Atmosphäre und neuem C14!

2) Kontamination

→ mit zu alten Kohlenstoff aus Sedimenten oder Eis

→ mit rezentem Kohlenstoff: Pollen, Haare, Fasern, Pollover

3) Schwankungen der C14-Produktion an sich

→ in Abhängigkeit der Sonnenstärke und der kosmischen Strahlung

→ durch Verbrennung fossiler Rohstoffe (**Süß-Effekt**): **relative Anreicherung / Verdünnung** von ^{14}C in Atmosphäre durch Zunahme von ^{12}C als Resultat der Verbrennung fossiler Rohstoffe

→ Bei Atombombenversuchen kam es zu einer rel. starken Anreicherung von C14, so dass die jüngsten Sedimente eher nicht mit C14-Methoden untersucht werden sollten!

20) Mariner Reservoireffekt – wovon ist dieser abhängig?

- Vom Breitengrad; in Polargebieten:

→ wenn es zum Aufsteigen kalter, älterer Wassermassen kommt: Fehler also durch zu alte Wassermassen

→ Eisberge: Im Eis sind Gasblasen zum Bildungszeitpunkt des Eises eingebunden. Schmelzen Eisberge nach dem Kalben vermehrt ab, so kommt es zur Anreicherung alter Isotope im Meerwasser (z. Bsp. C14). Das Wasser erscheint somit älter.

- Große Unterschiede auf engem Raum:

Süß-Salzwassergemisch wo Gletscher schmelzen oder Flüsse münden. Bei ganzjähriger Eisbedeckung: Dann fehlt der Austausch zur Atmosphäre (Korrekturen nötig, aber vorteilhaft wenn man wissen möchte, wie lange eine Wasserfläche zugefroren war)

21) Wo gibt es i.d.R. keinen marinen Reservoireffekt?

- in einem Süßwassersee

22) Wie lässt sich die Dauer der Eisbedeckung eines z. Bsp. Sees durch C14-Datierungen rekonstruieren?

Wenn ein See in der Vergangenheit ganzjährig eisbedeckt war, gab es keinen Austausch mit der Atmosphäre, die radioaktive Uhr der Isotope läuft also seit dem ungestört bzw. unbeeinflusst. Die Isotope unter der Eisdecke entsprechen also den Bedingungen, bei denen der See zuletzt eisfrei war, es also es zum Austausch mit Isotopen aus der Atmosphäre kam. Da man die Isotopenbildungsraten aufgrund der Sonnenaktivität rückrechnen kann, kann man A das C14 im Labor datieren oder B die C14 Mengen mit den Produktionsraten in der Atmosphäre

korrelieren und erhält so ein Alter. Das Alter gibt an, wann der See zuletzt eisfrei war, z. Bsp. vor 12.000 Jahren.

23) Kontamination mit zu altem Kohlenstoff – nennen Sie Fehlerspannen beim Eintrag mit Torf!

Beim Eintrag von altem C14 durch Torf:

Bei 20 % Eintrag und einem Datierungsalter von 11.000 Jahren, kommt es zum Fehler von 1.300 Jahren.

Bei 5 % Eintrag und einem Datierungsalter von 11.000 Jahren, kommt es zu Fehlern von ca. 300 Jahren.

Es gibt entsprechende Diagramme, an denen man die Fehlerspanne gut ab.

24) Weitere Fehler bei der C14-Datierung: Wie kommt es zur Schwankung der C14-Produktion?

C14 wird über die kosmische Strahlung in der Stratosphäre gebildet. Die Stärke der kosmischen Strahlung, die auf die Erde trifft, hängt stark von der Aktivität der Sonne ab: In **aktiven Zeiten**, kommt es zu einer **SCHWACHEN** Produktion von C14, bei schwacher solarer Aktivität, wird deutlich **MEHR C14** gebildet (wie nachweislich in der kleinen Eiszeit von 1500 bis 1850 vor heute. Somit variiert auch der Eintrag in die Meere, die Flora und Fauna oder in die Sedimente.

25) Wie schnell wird das gebildete C14 von der Atmosphäre in die Meere, Flora/Fauna oder die Sedimente überführt?

Auch diese Zeit schwankt, ist aber aufgrund der Fehlerspannen bei der C14 Datierung irrelevant. Es bracht meist nur wenige Jahre, bis das gebildete C14 aus der Atmosphäre irgendwo eingetragen wird.

26) Was sind Oxcal – Kalibrationsmodelle? Warum braucht es solche Modelle?

Modelle, die gemessene labor C14-Datierungen in Kalenderjahre überführen.

→ C14-Produktion war nie konstant: Daher müssen alle ^{14}C -Rohdaten mit dem realen ^{14}C -Gehalt zu Lebzeiten des organischen Probenmaterials kalibriert werden, was zu Abweichungen von bis zu mehreren Tausend Jahren führen kann.

→ Kalibriert wird über Dendrochronologie, marine Archive wie Korallen, Wiggle-Matching, Tephren, usw.

27) Für welche Forschungsbereiche ist ein AMS von Interesse?

- Geowissenschaften
- Umweltwissenschaften
- Nukleare Astrophysik
- Medizin
- Geographie (Geomorphologie, Erosionsraten, Ozeanzirkulation, Eiskerne, Manganknollenwachstum, anthropogene Nuklide, Gletschergeschichte...)
- Archäologie
- Nuklearchemie
- Geologie und Mineralogie
- Grundwasserdatierung (fossiles oder rezentes GW? Förderung vertretbar?)
- andere

28) Was ist die Kali-Argon Datierung? Wie ist die HWZ von Kalium40?

Datierung durch den radioaktiven Zerfall von Kalium zu Argon.

- für sehr alte Datierungen verwendet bis 10.000.000 Jahre
 - wird für das Quartär kaum verwendet (interessant aber bei der Datierung von **Aschelagen**)
 - recht häufig verwendet bei Vulkaniten über 30 Millionen Jahre alt
 - Vorteile: Kalium ist in vielen Gesteinen vorhanden, Zerfall beginnt nach Kristallisation
- HWZ: 1.310.000.000 Jahre

29) Was ist unter der Spaltspurendatierung zu verstehen?

- Basiert auf dem **U238 Zerfall**. Dabei werden Spaltspuren in Kristallen erzeugt, die über mehrere Millionen Jahre erhalten bleiben können.
- Die Anzahl der Spaltspuren ist eine Funktion von Urangehalt und Zeit. Die Quantifizierung des Urans und der Spaltspuren eignet sich somit als Datierungsmethode.
- Trotz der hohen Fehler, haben Spaltspurendatierungen im Quartär ein großes Ansehen, vor allem bei der zeitlichen Einstufung von Aschelagen, bei Zirkon oder bei vulkanischen Gläsern.

Nachteile:

- zu kleine Spaltspuren können übersehen werden, einige Spaltspuren können auch „verheilen“.
- das **Spaltspurenalter** sollte daher immer als **MINIMALALTER** angesehen werden.
- Trotz der hohen Fehler, haben Spaltspurendatierungen im Quartär ein großes Ansehen, vor allem bei der zeitlichen Einstufung von Aschelagen.

30) Was ist unter der Thorium -Datierung zu verstehen?

- Thorium 230 ist wasserlöslich (genau wie Protactinium)
- sie binden sich an Partikel (z. Bsp. Organismenreste) und sinken zu Boden

- Im Sediment zerfallen sie entsprechend ihrer HWZ, ohne dass sie vom Mutterisotop aufgefrischt werden
- Datierung reicht bis Jahrhunderttausende vor heute zurück

31) Was versteht man unter Lumineszenzdatierung?

Lumineszenz nennt man das Licht, das von Mineralen, hauptsächlich Quarz und Feldspat, emittiert wird, wenn sie erhitzt oder dem Licht ausgesetzt werden. Es gibt 3 Arten:

TL: Thermolumineszenz

OSL: Optisch stimulierte L.; bei sichtbarem Licht

IRSL: Infrarot stimulierte L.; bei Infrarotspektrum

- In jedem Fall ist die **Menge des emittierten Lichtes direkt proportional zur Menge an ionisierender Strahlung von benachbarten Mineralen, dem das Mineral über längere Zeit ausgesetzt war.**

- Wird das Mineral durch Erosion an die Oberfläche transportiert, wird das Lumineszenzsignal auf 0 gesetzt. In dem Moment, wo das Mineral durch andere Sedimente wieder überdeckt wird und dem Licht somit nicht mehr ausgesetzt ist, baut sich das Lumineszenzsignal erneut auf.

- Die erfolgreiche Datierung dieser Methode setzt voraus, dass die Minerale auf ihrem Transportweg lange dem Licht ausgesetzt worden waren.

- Die Nullstellung ist bei der OSL häufig besser gewährleistet, als bei der TL.

- Die Probenahme sollte immer im Dunklen oder mit einem Stechzylinder erfolgen. Sobald die Probe mit Licht „kontaminiert“ wird, ist eine Datierung unmöglich.

32) Was ist mit der Lumineszenzdatierung datierbar, was nicht?

- Dünen, Löss, Strände, Seesedimente, sogar einzeln Körner sind messbar
- keine Grundmoräne datierbar!

33) Was ist die ESR-Datierung?

Elektronen-Spin-Resonanz-Datierung:

- das Prinzip der ESR ist ähnlich der Lumin.

- Minerale bauen im Laufe der Zeit „freie“ Elektronen ein, die aus umgebenden Mineralen von natürlichen Radioisotopen freigesetzt werden (U, Th, K)

- Der Elektronengehalt ist proportional zur Zeit, seine Quantifizierung kann daher als Datierung verwendet werden

- setzt man die Minerale einer hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung in einem starken Magnetfeld aus, so werden die Elektronen in ein höheres Niveau gehoben. Der Elektronengehalt lässt sich bestimmen, wenn das Magnetfeld verändert wird.

- Datierung birgt jedoch große Fehler!

34) Was ist die Blei 210 Datierung und was wird damit häufig datiert?

- Blei 210 ist ein Zwischenzerfallsprodukt der Uran 238 -> Blei 206 Zerfallsreihe mit den Zwischenprodukten Radium 222 und Radon 222

- Das Blei 210 entsteht in der Atmosphäre und wird trocken oder über die Niederschläge in Sedimente eingelagert, wo es radioaktiv zerfällt.

- Durch die sehr kurze HWZ von nur 22,2 Jahren, eignet es sich sehr gut zur genauen Datierung von jungen Sedimenten (10-100 Jahren), die mit einer hohen Sedimentationsrate gebildet wurden.

35) Was könnte Kommunen bei der Blei 210 Datierung interessieren?

Wann muss ein Baggersee wieder ausgebagert werden? Datierung zeigt die Sedimentationsrate. Somit kann man hochrechnen, wann wieder gebaggert werden muss.

36) Was versteht man unter A Akkumulationsrate, was unter B Sedimentationsrate?

A: Wie viel Sediment wird in einem Gebiet über eine Zeit abgelagert

B: cm / Jahr

37) Was ist die Cäsium 137 Datierung / Tritium-Datierung?

Cäsium 137

- Cäsium 137 ist ein künstliches Radionuklid, das in größeren Mengen ausgelöst durch Nuklearsprengköpfe freigesetzt wird.

- Cäsium 137 tritt daher verstärkt seit den ersten **Nukleartests 1945** auf. Sein Auftreten in Sedimenten weist daher immer auf das **Ablagerungsalter NACH 1945** auf

- In zeitlich hochauflösenden Sedimentabfolgen lassen sich über Variationen in der Quantität von Atomtests und über die Identifizierung des Tschernobyl-Ereignisses Sedimentlagen jahrgenau datieren.

- Bei der Freisetzung von Cäsium 137 in der Wiederaufbereitungsanlage Sellafield konnte eine Cäsium 137 Kontamination bis ins Nordmeer beobachtet werden!

Tritium-Datierung:

- Tritium ebenfalls ein **Produkt von Nukleartests**

- Spielt eine Rolle für die Datierung von Grundwässern und fossilen Eiskörpern

- Wenn **Tritium z. Bsp. im Grundwasser nachgewiesen werden kann**, so weiß man, dass es kein fossiles Grundwasser ist sondern im Kontakt zur Atmosphäre steht, und somit eine **unendliche Quelle** darstellt.

- Wenn **Tritium nicht** im Grundwasser nachgewiesen wird, so ist die **Grundwasserquelle endlich**, da sie in keinem Kontakt zur Atmosphäre, durch z. Bsp. Niederschläge, steht.

38) Beschreiben Sie Isotopenstratigraphie anhand vom Beispiel Delta O?

- gibt Hinweise auf die Paläoumwelt ausgehend von Isotopenverhältnissen, z. Bsp. O16 zu O18.
- misst man das Delta O in benthischen Foraminiferen (jeweils von Foraminiferen oberhalb der Karbonatkompensationstiefe), so misst man indirekt das Eisvolumensignal, da es im Meerwasser zur rel. Anreicherung von schwerem O18 kommt, wenn während Eiszeiten mehr O16 (leichter, kann verdunsten) auf den Kontinenten in Form von Schnee und Eis gebunden wird.
- Salz und Temperatur des Bodenwassers sind vernachlässigbar
- gerade Werte stehen für Eiszeiten
- ungerade Werte für Warmzeiten (auch kleine Warmzeiten während Eiszeiten)
- Isotopenverhältnisse in Delta O16 zu O18 sind ein **globales Phänomen**

39) Was ist Stratigraphie?

Die Stratigraphie ist die wichtigste Methode zur Korrelation und relativen Datierung von Sedimentgesteinen. Sie ist heute in eine Reihe von Teildisziplinen aufgeteilt, deren kombinierter Einsatz in Verbindung mit der Geochronologie eine recht genaue, **relative wie absolute** Altersbestimmung von Gesteinen und damit eine Rekonstruktion der Erdgeschichte ermöglicht. Das Ziel der Stratigraphie ist es, Gesteinskörper anhand der darin enthaltenen **organischen und anorganischen Merkmale** zeitlich relativ zu ordnen und auch räumlich weit entfernte Gesteinseinheiten miteinander zeitlich in Beziehung zu setzen (**Korrelation**). Sie verfolgt das Ziel, von lokalen und regionalen Abfolgen ausgehend, diese in die international gebräuchlichen globalen chronostratigraphischen bzw. geochronologischen Einheiten einzuhängen. Die Stratigraphie ist als Zweig der historischen Geologie die Grundlage für die Rekonstruktion der Erdgeschichte und der Geschichte des Lebens auf der Erde.

40) Datierung über Paläomagnetik – wie funktioniert das?

Bei der Bildung von Gesteinen (z. Bsp. den Ozeanbodenbasalten am mittelatlantischen Rücken), regeln sich magnetisierbare Minerale entsprechend den vorherrschenden Magnetfeld der Erde, welches nicht konstant ist, ein. Man weiß, wann es in der Vergangenheit zu magnetischen Umpolungen kam. Durch die Einregelung der magnetisierbaren Minerale, kommt es bei rezenten Messungen entweder – lokal – zu einer Verstärkung oder Abschwächung des aktuellen Magnetfeldes. Daraus lässt sich schließen, wann die Ozeanbodenbasalte gebildet wurden.

41) Was ist die Deklination (Missweisung)?

- Abweichung des geographischen zum magnetischen Nordpol
- Die Deklination ist definiert als der Winkel zwischen der Richtung auf den geographischen Nordpol und der Richtung der magnetischen Feldlinien am Beobachtungsort.

42) Was ist die Inklination?

Winkel, mit dem die Magnetfeldlinien auf der Erdoberfläche einfallen.

43) Was sind magnetischen Chrome oder Subchrome?

Chrome: Längerer Zeitraum mit gleichem Erdmagnetfeld
Subchrome: Innerhalb der Chrome kurze Umpolungen

44) Was ist Voraussetzung für Paläomagnetik?

Keine Schichtlücken, vollständige Sedimentation
- Sind Schichtlücken bekannt, behilft man sich mit anderen Methoden: z.B. Datierung mit Vulkanischen Aschen

45) Was versteht man unter Sekularvariationen?

- wenn sich Inklination und Deklination verschieben (was ständig passiert)

46) Was sind magnetische Events?

- scheinbar sehr kurzfristige magnetische Umpolungen, die so kurzfristig sind (100-30.000 Jahre), dass sie nur regional und nicht global nachgewiesen werden können. Da sich eine Veränderung des Magnetfeldes aber global auswirken muss, geht man davon aus, dass viele Sedimentationsraten zu langsam ablaufen, um ein solches „kurzzeitiges“ Event, im Sediment ausfindig zu machen.

47) Was versteht man unter Tephrochronologie?

- Datierung durch unterschiedliche Aschelagen, die im Sediment gut auffindbar sind.
- Aussagen wie: „jünger oder älter als sind möglich“
- chemischer Fingerabdruck: Chemische Zusammensetzung von Aschelagen sind gut bekannt, somit kann eine Aschelage einem bestimmten Ausbruch und somit einer bekannten Jahreszahl zugeordnet werden.
- je genauer, umso mehr Ausbruchslagen im Sediment überliefert wurden
- eine Endmoräne lässt sich nicht direkt datieren (keine Luminiszenz, kein C14)
- daher wird häufig die Tephrochronologie angewendet
- somit lässt sich auch der **Eisrückzug eines Gletschers oder einer Eiskappe rekonstruieren** (welche

Moräne ist von welcher Asche bedeckt...)

- auch die Partikelform der Asche lässt sich unter dem Mikroskop beschreiben und einer bestimmten Eruption zuordnen.

48) Was ist Lithostratigraphie?

- lithologische Wechsel im cm – oder m –Bereich, die miteinander Korreliert werden können

- Die Definition einer lithostratigraphischen Einheit erfolgt ausschließlich durch lithologische Merkmale, das können sein sedimentologische, petrologische, mineralogische, chemische, paläontologische, physikalische und morphologische Charakteristika.

49) Was ist Biostratigraphie?

Teildisziplin der Stratigraphie. Sie beschäftigt sich mit der Gliederung und der relativen chronologischen Bestimmung von Gesteinseinheiten mit Hilfe von Fossilien.

- Oft werden das Aussterben oder Auftreten neuer Arten als Zeitmarker verwendet

50) Was ist ein Makrofossil / Mikrofossil?

Große Überreste von Lebewesen, z. Bsp. eines Mammuts oder das Skelett eines Dammhirsches. Das kommt aber selten vor. Häufiger sind Mikrofossilien wie **kleine Nager oder Mollusken (Weichtiere)**. Man kennt die Arten, die während Eis- Warm- oder Übergangszeiten gelebt haben. Findet man solche Mikrofossilien, weiß man, in welcher Zeit man sich befindet.

Auch **Pollen** zählen zu den Mikrofossilien und dienen als Zeitmarker, wenn z. Bsp in den Pollenablagerungen das Einwandern einer wärmeliebenden Art zu finden ist.

51) Historische Quellen als Datierung – nennen Sie Beispiele!

- unter historischen Quellen versteht man alle Aufzeichnungen des Menschen: Zeichnungen (z.B. Gletscher in den Alpen), alte Schriften und Fotos (zugefrorene Kanäle in Holland während der kleinen Eiszeit), Seefahrtsbücher, Klosterbücher,

- historische Quellen können für Geologen interessant werden, sind aber meist nur auf das jüngste Quartär (wenige 100 Jahre bis Jahrtausende) beschränkt.

- Daher ist die Archäologie auch eine wichtige Teilwissenschaft für das Quartär.

52) Chemische Datierung – nennen Sie Beispiele!

- Fossilien, Gesteine und Sedimente erfahren nach ihrer Bildung im Laufe der Zeit chemische Veränderungen. Wenn das Maß der Veränderung von der Zeitspanne seit der Bildung abhängt, bietet sich die Möglichkeit relativer Datierungen!

Aminosäuren-Datierung

Aminosäuren enthalten in ihrer Molekularstruktur eine Aminogruppe und eine Carboxylsäuregruppe. Diese sind einem Kohlenstoffatom angegliedert, welches außerdem mit einem Wasserstoffatom verbunden ist. Aminosäuren bilden dann Proteine, die in Knochen und Kalkschalen sehr lange überdauern können. Nach dem Absterben erfahren diese Proteine bzw. Aminosäuren ch. Veränderungen. Diese Veränderungen sind abhängig von der Zeit (meist einige Jahrzehnte sehr schnell, dann überwiegend konstant), aber auch von der Temperatur. Daraus ergibt sich ein Verhältnis von links- zu rechtsdrehenden Aminosäuren.

Daraus folgt:

- sind die Paläotemperaturen bekannt, lassen sich aus den Aminosäuredaten Alter abschätzen

- sind die Alter bekannt, kann man auf die Paläotemperaturen schließen

Fluor und Uran in fossilen Knochen und Zähnen

- In fossilen Knochen und Zähnen ist Hydroxy-Apatit enthalten, das ständig Fluor und Uran aus dem Grundwasser absorbiert. Die Absorptionsrate ist jedoch in Abhängigkeit der Grundwasserqualität regional unterschiedlich!

→ daher eignen sich Messungen der Fluor- und Urangelhalte in Knochen und Zähnen zur relativen Altersbestimmung innerhalb lokal begrenzter Sedimentabfolgen.

→ Je höher die Fluor und Urangelhalte, desto älter ist das Sediment.

N- Datierungen

Fossile Knochen und Zähne werden im Laufe der Zeit mit Proteinen und damit mit N **abgereichert**

→ geringere N- Gehalte: altes Material

→ hohe N- Gehalte: junges Material

Verwitterung

Chemische und physikalische Verwitterung führt im Laufe der Zeit zu Veränderungen der Gesteine und Sedimente an der Erdoberfläche. Der Grad der Verwitterung kann zur rel. , teilweise auch zur absoluten Altersdatierung herangezogen werden, ist jedoch mit großer Vorsticht zu genießen, da die Geschwindigkeit der Verwitterung nicht immer gleich ist und regionalen oder lokalen Gegebenheiten abhängt.

53) Warum kann man eine Altersbestimmung über die Bodenbildung machen?

→ Böden bilden sich in Abhängigkeit der Zeit...je mehr Boden bzw. je weiter die Bodenbildung vorangeschritten ist, desto älter ist das Material.

→ Ebenso lässt sich eine rel. bzw. teilweise auch absolute Altersbestimmung über die Verwitterung ableiten.