

Thema: Vereisungszyklen

1) Eiszeitalter

Was ist ein Eiszeitalter? Ein Eiszeitalter haben wir immer dann wenn Eis auf der Erdoberfläche vorhanden ist. Das ist zunächst einmal eine Erklärung dafür, dass wir momentan in einem Eiszeitalter leben. Jedoch befinden wir uns innerhalb dieser in einer Intermediären Warmzeit, welche ihr Maximum schon erreicht hat und wir uns somit auf eine neue Intermediäre Kaltzeit/Eiszeit zubewegen.

Die Eiszeitalter sind allesamt nur Episoden in der gesamten Klimageschichte der Erde. Wir überschauen ca. 3,8 Mrd. Jahre der Erdgeschichte und man erkennt, dass über 80% dieser Zeit ein akryogenes (nicht eisbildendes) Warmklima vorherrschte.

2) Klimarekonstruktion:

Wie kann man nun so eine große Zeitspanne klimatisch rekonstruieren. Im folgenden werden einige Methoden aufgelistet:

- Seit 1659 n.Chr. durch Messungen von Temperatur und Niederschlag
- Tagebucheinträge, die Witterungsbedingungen beschreiben
- Indirekt durch Aufzeichnung der Marktpreise landwirtschaftlicher Produkte, Zufrieren von Seen und Klimakatastrophen
- Phänologie (Untersuchung von Wachstumsphasen der Pflanzen)
- Pegelmessungen an Flüssen, Seen und Meeren (Rekonstruktion bis 500.000 Jahre).
- Gletscheruntersuchungen (z.B. Altersbestimmung der Endmoränen)
- Dendrochronologie von Holzbeständen
- Verhältnis des O^{16} – O^{18} Isotop in Meer und Eis (je mehr O^{18} im Meer, desto mächtiger die vorhandene Eisschicht)
- Bohrungen im Eis, Meer und auf dem Land (1 km tiefe Sedimentablagerung im Meer gibt Informationen über die Klimageschichte der letzten 100 Mio. Jahre)
- Untersuchungen von Mineralien und Gesteine; geomorphologische Methoden für die Untersuchung der Gletscherbewegungen geben Rückschlüsse bis 3,8 Mrd. Jahre preis.

3) Eiszeitalter und Kontinentaldrift

Vor ca. 2,3 Mrd. Jahren hat sich das erste Eiszeitalter (Archaisches Eiszeitalter) eingestellt, welches höchstwahrscheinlich globale Ausmaße besaß.

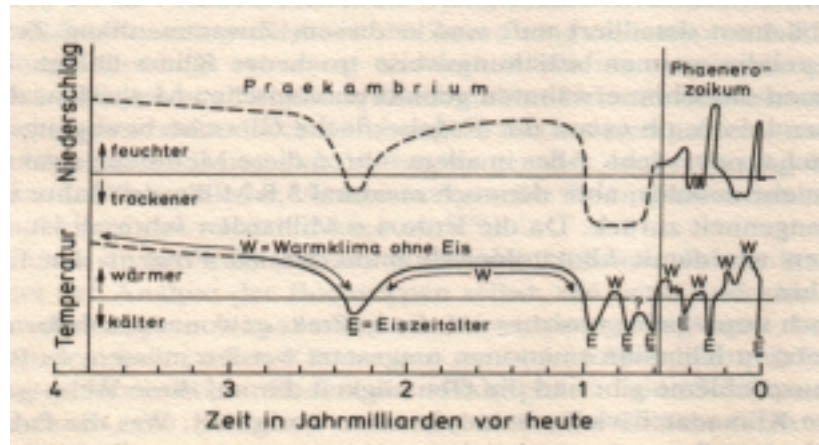


Abb.1: Rekonstruktion des mittleren Niederschlags und Temperaturverlauf der Erde seit 3,8 Mrd. Jahren
Quelle: Schönwiese, a.a.O. S44

Vor ca. 950 Mio. Jahre trat das Algonische - / Gnesjö - Eiszeitalter ein. Es erfasste nur einen geographischen Pol, an dem damals das heutige Europa lag.

Um 750 Mio. und 620 Mio. Jahre folgten rasch zwei weitere Eiszeitalter (Sturtische und Varanger – Vereisung), welche bipolare Ereignisse waren und die Regionen Europa, China, Südwestafrika im alten sowie Europa, Nordamerika, Indien, China, Australien, Südamerika und Südafrika im jüngeren mit Eis überdeckten.

Vor etwa 440 Mio. Jahren trat die Silur – Ordovizische Vereisung ein, welche auf das heutige Gebiet der Sahara beschränkt war; daher auch Saharavereisung genannt.

Das vorletzte Eiszeitalter (Permokarbonische - oder Gondwana – Vereisung) begann vor ca 280 Mio. Jahren und betraf beide Pole der Erde. Insgesamt gesehen dehnte sie sich auf Südamerika, Südafrika, Indien, Australien und Antarktis aus.

Seit ca. 3 Mio. Jahren befindet sich die Erde im Quartären Eiszeitalter, welches ebenfalls durch die Bipolarität gekennzeichnet ist. (siehe dazu Tab.1 im Anhang)

Was sind nun die Ursachen dieser Eiszeitalter ? Zum einen wäre hier die Kontinentaldrift zu nennen. Betrachten wir einmal die Konstellation der Kontinente vor 440mio. Jahren. (Vgl. hierzu Abb.1 im Anhang) Das heutige Südamerika bildete mit Afrika, der arabischen Halbinsel, Indien, Australien und der Antarktis den Urkontinent Gondwana. Die Sahara lag im Bereich des Südpols, womit nun verständlich ist, warum sie mit Eis bedeckt war.

Blicken wir weiter in die Vergangenheit, so stellt man fest, das immer dann Eis auf der Erde auftrat, wenn mind. einer der Pole Festland aufweisen konnte.

Im Bereich der Pole fällt der Regen meist immer in Form von Schnee, der sich jedoch nur auf dem Festland ablagern kann, da das Meer die Schneemassen leicht kompensieren kann.

Sammelt sich nun Eis auf dem Kontinent an wird die Reflektion der Sonneneinstrahlung höher. Dies hat zur Folge, dass es immer kälter wird und sich somit immer mehr Eis ablagern kann.

Zum anderen aber auch die Entstehung der Gebirge (Orogenese) schafft ein höher gelegenes Terrain, auf dem sich ebenfalls Eisflächen bilden können.

Der explosive Vulkanismus, Meteoriteneinschläge, aber auch der Mensch durch einen Atomkrieg, können die Atmosphäre so stark verschmutzen, dass fast die komplette Sonneneinstrahlung absorbiert wird und somit zu einer Abkühlung der Erdoberfläche führt.

4) Entstehung des Quartären Eiszeitalters

Vor 55 Mio. Jahren war eine rapide Abkühlung der Grund für das Aussterben vieler Lebewesen. (u.a. den Dinosauriern) Spekulativ waren Vulkanausbrüche, riesige Waldbrände und Meteoriteneinschläge die Ursachen dieser Abkühlung.

Aber auch die Antarktis, die sich schon am Südpol positioniert hatte, bewirkte ihrerseits das Absinken der Erdtemperaturen. So war zwischen 38 Mio. und 28 Mio. Jahren die Vereisung der Antarktis der Grund für eine weitere starke Abkühlung. Da sich das Eis nun nicht mehr weiter Ausdehnen konnte, blieb das Klima über 10 Mio. Jahren weitgehend konstant. Schließlich setzte auch die Vereisung der Nordhemisphäre ein.

Betrachtet man die letzten 2 Mio. Jahre, so fallen ausgeprägte zyklische Temperaturschwankungen auf (von ca. 100.000 Jahren).

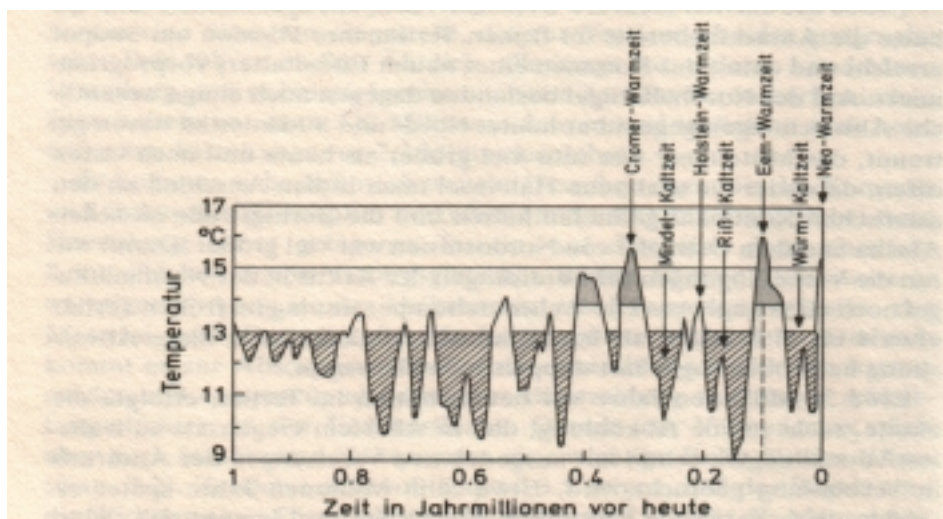


Abb.2: Rekonstruktion des mittleren Temperaturverlaufs während der letzten Jahrmillionen
Quelle: Schönwiese, a.a.O. S50

Es handelt sich hier um ein stetiges Wechselspiel von Kalt- und Warm – Zeiten. Insgesamt hat es bisher im Quartär jeweils zwanzig gegeben. Die Namensgebung dieser Epochen ist von Region zu Region verschieden, so heißt z.B. die Würmkaltzeit in Norddeutschland Weichselzeit, in England Devensien und in Russland Valdai. Die Namen der Warmzeiten setzen sich meist aus den sie einschließenden Kaltzeiten zusammen. (z.B. Eemzeit = Würm/Riß – Zeit)

Als Ursachen dieser recht plötzlichen Klimaschwankungen werden im Folgen zwei Thesen erläutert.

These von Milankovic:

Die drei Orbitaleigenschaften der Erde, die die Intensität der Sonneneinstrahlung beeinflussen, sollen die Klimaschwankungen in einem zyklischen Rhythmus hervorrufen. Die Neigung der Erdachse schwankt in einem Zyklus von 41.000 Jahren zwischen den Werten 21,5 Grad und 24,5 Grad. Je größer die Neigung, desto ausgeprägter sind die Jahreszeiten auf den Halbkugeln.

Die Form der Erdumlaufbahn ist ebenfalls nicht konstant. Die Exzentrizität der Ellipse schwankt zwischen ihrem minimalen und maximalen Abstand zur Sonne in einer Periode von ca. 100.000 Jahren. Je größer die Exzentrizität, desto stärker schwankt der Abstand zur Sonne innerhalb eines Jahres. Dies hat zur Folge, dass auf einer Halbkugel die Jahreszeiten deutlich ausgeprägter, auf der Anderen jedoch abgemildert sind (momentan ist die Sonne am weitesten entfernt, wenn auf der Südhalbkugel Winter ist - somit sind dort die Winter strenger als auf der Nordhalbkugel). Die Erdachse ändert ihre Orientierung wie ein Kreisel im Raum alle 21000 Jahre, was dazu führt, dass der sonnenfernste (Aphel) und sonnennächste (Perihel) Punkt der Erdumlaufbahn in unterschiedliche Jahreszeiten fällt. (heute tritt der Aphel am 3.7. auf, der Perihel am 3.1.. Die Folge die Winter sind auf der Nordhalbkugel etwas abgemildert)

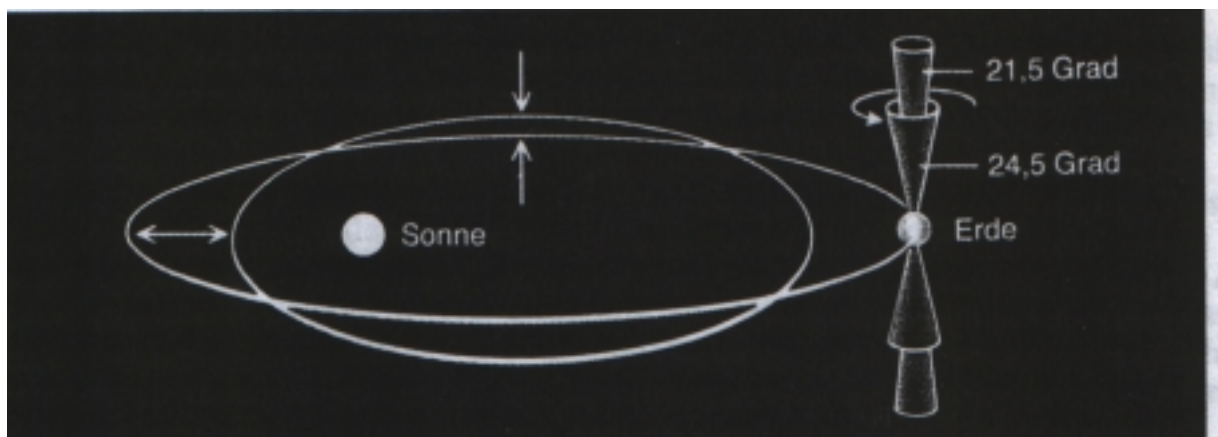


Abb.3: Periodische Schwankungen der Bahnelemente der Erde
Quelle: Broecker, Denton. A.a.O. S.81.

James D. Hays, John Imbrie und Nicholas Shackleton konnten aufgrund der Verhältnisse von O^{16} - O^{18} diese These beweisen. Ist der Anteil an O^{18} im Meer groß, so gab es zu dieser Zeit auch mächtige Eisschilde. Wegen seiner Schwere kondensiert das O^{18} Isotop schneller als das andere. So regnet sich der größte Teil bereits schon über dem wärmeren Ozean ab und über den Eisdecken lagert sich O^{18} armes Eis an. Auf diese Weise ließen sich die Exzentrizitätsschwankungen der letzten 800.000 Jahre rekonstruieren, die mit den Zahlen von Milankovic übereinstimmten. Alle 100.000 Jahre haben wir so ein langfristiges Maximum welches von zahlreichen Nebenmaximas und -minimas im Abstand von 21.000 und 41.000 Jahren überlagert wird.

These: Das Kopplungssystem Ozean – Atmosphäre.

Bei dieser These sind Meeresströmungen die Ursachen der Klimaveränderungen.

Durch den Cadmiumgehalt der Foraminiferen konnten die Meeresströmungen früherer Jahre gemessen werden. So wurde festgestellt, dass die Meereszirkulation im Atlantik vor ca.

14.000 Jahren völlig fehlte. Grund hierfür war, dass die sich zurückziehenden Eiszungen einen Kanal vom Agazzissee (lag im heutigen Manitoba und war größer als alle Großen Seen zusammen) zum St. Lorenz – Strom schufen. Somit konnte Süßwasser ungehindert in den Atlantik fließen. Dies hatte zur Folge, dass sich die Dichte des salzhaltigen Wassers so verringerte, dass vertikale Austauschströmungen ausblieben. Die Austauschströmungen wurden durch die Abkühlung des Oberflächenwassers bedingt. Das Wasser kühlte sich von ca. 10°C auf 2°C ab, wodurch sehr viel Wärme (entspricht etwa 30% der Sonneneinstrahlung auf dem Nordatlantik) freigesetzt wurde und das Wasser eine so hohe Dichte aufwies, um die Ausgleichströmungen des Atlantiks aufrecht zu erhalten. Aufgrund der fehlenden Wärme konnten sich die Eisschilde erneut ausbreiten. Der Kanal wurde wieder von den Eismassen geschlossen. Somit setzte die Meereszirkulation wieder ein und erwärmte Europa.

5. Vorhersagen

Vor etwa 8.000 bis 4.000 Jahren hat die derzeitige Neo – Warmzeit ihren Höhepunkt erreicht. Berufen wir uns auf mathematische Modelle und dem Trend einer Abkühlung von 0,01°C pro 100 Jahren, so sind in etwa 5.000 Jahren deutlich kältere Bedingungen als heute zu erwarten. In Rund 60.000 Jahren soll sich die nächste Kaltzeit voll ausgewirkt haben, was drastische Klimaereignisse als Folge haben wird. Für uns speziell ist dieser Trend nicht von großer Bedeutung. Viel wichtiger sind andere Klimatrends wie die Globale Erwärmung, welche hauptsächlich auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen ist.

6. Hitze - oder Kältetod der Erde

Sonne und Erde sind wie die anderen Sterne und Planeten endlich.

Betrachten wir die Sonne so ist sie ein riesiger Kernfusionsreaktor, dessen Brennmaterial ebenfalls endlich ist. Dies führt dazu, dass die Sonne in ca. 5 Mrd. Jahren erlöschen wird.

Sie wird sich schließlich als Weißer oder Schwarzer Zwerg zusammenziehen, was den Kältetod der Erde bedeuten wird.

Da sich die Sonne aber mit dem immer geringer werdenden Wasserstoffvorrat weiter ausdehnt und heißer wird, bevor sie sich als Weißer Zwerg zusammenzieht, wird die Erde wohl kurz vor ihrem Kältetod den Hitzetod sterben.

Literaturliste.

- Broecker, Wallace S. und Denton, Georg H. Ursachen der Vereisungszyklen in: Spektrum der Wissenschaft. S. 78 – 87. März 1990.
- Schönwiese, C.D.. Klima im Wandel. Tatsachen, Irrtümer, Risiken. Stuttgart, 1992

Anhang

Millionen Jahre vor heute	Ära (Zeitalter)	Formation (Periode)	Klima (E = Eiszeitalter, W = eisfreies Warmklima)
2-3	Neozoikum (Känozoikum, Ceno- zoikum)	Quartär (Holozän seit 10 000 Jahren v. h., davor Plei- stozän)	<i>Quartäres Eiszeitalter</i> , global Im Holozän Neo-Warmzeit, davor E Wechsel zwischen relativen Kalt- und Warmzeiten.
		Tertiär	Europa warm-feucht, im frühen Tertiär allmähliche, dann stärker einsetzende Abkühlung; in der zweiten Hälfte beginnende Vereisung der Südhemisphäre (Antarktis).
65	Mesozoikum	Kreide	W In Europa warm-feucht
135		Jura	
190		Trias	In Europa warm-trocken
225	Paläozoikum	Perm	
280		Karbon	E <i>Permokarbonisches Eiszeitalter</i> , Süd- hemisphäre (»Gondwana-Vereisung«).
345		Devon	W
395		Silur	
430		Ordovizium	E <i>Silur-Ordovizisches Eiszeitalter</i> , hemi- sphärisch (besonders Nordafrika).
500		Kambrium	W
570	Präkambrium (Eozoikum)	(Eokambrium)	E <i>Eokambrisches Eiszeitalter I</i> , wahrscheinlich global.
650			W
			E <i>Eokambrisches Eiszeitalter II</i> , wahrscheinlich global.
750		Algonkium (Protero- zoikum)	W
950			E <i>Algonkisches Eiszeitalter</i> , vermutlich hemisphärisch (besonders Europa).
2000		Archaikum	W
2300			E <i>Archaisches Eiszeitalter</i> , vielleicht global (»Huronische Eiszeit«).
			W

Tab.1: Geologische Zeitgliederung und Klima

Quelle: Schönwiese, S.188 a.a.O.



Abb.1: Kontinentalkonstellation der Erde vor 440 Mio. Jahren.

Quelle: NOSA: Dipl. Ing. Zoellner & Partner : Kontinentaldrift. Email: Sabine Stark. sabine.stark@nosa.de. 27.05.02



Abb.2: Kontinentalkonstellation der Erde vor 280 Mio. Jahren

Quelle: NOSA:Dipl. Ing. Zoellner & Partner : Kontinentaldrift. Email: Sabine Stark. sabine.stark@nosa.de. 27.05.02