

**Klimaänderung in der Baikaseelregion im**

**Neogen**

**Ein Referat von Christian Bitsche**

**22.06.2006**

## Einführung des Neogen

Schon seit 1978 wurden von einer Unterkommission der International Commission of Stratigraphy (ICS) die Begriffe Quartär und Tertiär aus der Internationalen Geologischen Zeitskala gestrichen und das Känozoikum neu in die Perioden Neogen (einst Quartär) und Paläogen (einst Tertiär) eingeteilt. Viele Quartärgeologen sahen diesen Schritt allerdings kritisch, da die Besonderheiten der Erdentwicklung im Eiszeitalter, die sich deutlich vom vorhergehenden Pliozän unterscheiden, in der neuen Zeitskala nicht zur Geltung kommen. Diese Kritik führte dazu, dass das Quartär durch die International Commission of Stratigraphy wieder in die Internationale Geologische Zeitskala aufgenommen wurde. Die Bezeichnung Tertiär hingegen blieb davon ausgeschlossen. Als Ergebnis wurde somit 2004 die Geologic Time Scale 2004 vorgestellt (wikipedia.org), die 2008 Rechtskraft erhalten soll. Bis dahin ist jedoch noch unklar, ob das Quartär weiterhin in der Geologischen Zeitskala auftauchen wird, oder erneut gestrichen werden soll. Viele Interessensgruppen der Quartärgeologen werden bis dahin noch Einspruch erheben können (gd.nrw.de).

Känozoikum	Quartär	Holozän
		Pleistozän
	Tertiär	Pliozän
		Miozän
		Oligozän
		Eozän
	Paläozän	
	älter	älter

1. Einteilung des Känozoikums vor 1978. In den meisten Lehrbüchern aber auch heute noch so gebräuchlich



Känozoikum	Neogen	Holozän
		Pleistozän
		Pliozän
	Paläogen	Miozän
		Oligozän
		Eozän
	Paläozän	
	älter	älter

2. 1978 Streichung der Bezeichnungen „Quartär“ und „Tertiär“ und Neueinteilung des Känozoikums in Neogen und Paläogen durch die International Commission of Stratigraphy.



Känozoiku m	Quartär	Holozän
		Pleistozän
	Neogen	Pliozän
		Miozän

	Paläogen	Oligozän
		Eozän
		Paläozän
	älter	älter

3. Aufgrund Kritik seitens Quartärgeologen, Wiedereinführung des Begriffs

„Quartär“ durch die ICS. Das Tertiär hingegen wurde nicht wieder in die Internationale Geologische Zeitskala aufgenommen. Bis 2008 vorläufige Geologische Zeitskala.

Abb. 1. Änderung der „Geologic Time Scale“

### Milankovitch Zyklen - Ursachen für Klimaveränderung

Die Erste der drei Zyklen, die Milutin Milankovitch (1879-1958) in Leben gerufen hat, ist die Exzentrizität ([homepage.montana.edu](http://homepage.montana.edu)). Die numerische Exzentrizität ist ein Maß für die Abweichung eines Kegelschnittes von der Kreisform. Bei einem Kreis ist die Exzentrizität 0, bei einer Ellipse zwischen 0 und 1 ([exzentrizitaet\\_mathematik.know-library.net](http://exzentrizitaet_mathematik.know-library.net)). In einem Zyklus von ca. 100.000 Jahren ändert sich die Umlaufbahn in ihrer elliptischen Form ([homepage.montana.edu](http://homepage.montana.edu)) von nahezu rund (0,005) zu leicht elliptisch (0,058) ([wikipedia.org](http://wikipedia.org)).

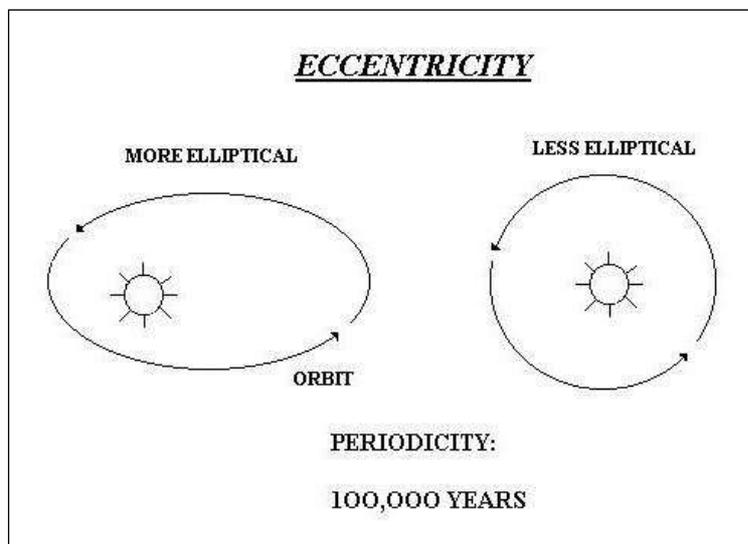


Abb. 2: Exzentrizität

Die Schwingung von mehr elliptisch zu weniger elliptisch ist von großer Wichtigkeit in Hinblick auf Vereisung, da je nach Entfernung von Sonne zu Erde die auftreffende Menge der solaren Energie auf die Erdoberfläche variiert.

Die heutige Differenz zwischen Aphel (weitest liegender Punkt zur Sonne) und Perihel (nächst liegender Punkt zur Sonne) beträgt ca. 3%, wodurch die Erde im Januar (Aphel) ca. 6% mehr an solarer Energie erhält als wie im Juli (Perihel). Eine Verstärkung der Elliptik der Erdumlaufbahn würde dazu führen, dass die Erde im Perihel ca. 23% mehr an Energie erhalten würde ([homepage.montana.edu](http://homepage.montana.edu)).

### Schiefe der Ekliptik

Die Schiefe der Ekliptik ist die Neigung der Erdachse gemessen an der horizontalen Ebene der Erdumlaufbahn um die Sonne (=Ekliptik). Eine periodische Änderung der Schiefe der Erdachse passiert in etwa alle 41,000 Jahre von 21,5° zu 24,5°. Die heutige Schiefe beträgt

etwa  $23,5^\circ$ , was weitestgehend unsern heutigen Jahreszeiten bestimmt. Aufgrund der periodischen Änderung des Erdachsenwinkels, werden sich die Jahreszeiten der Erde ändern. Durch einen geringeren Winkel würde der Unterschied der solaren Einstrahlungen in den Polar- und Equatorialregionen zunehmen (homepage.montana.edu). Milankovitch vertritt die Hypothese, dass durch die im Sommer geringere Einstrahlung das Eis aus dem vorhergegangenen Winter nicht geschmolzen werden kann und es so zu einer Eiszeit kommen kann.

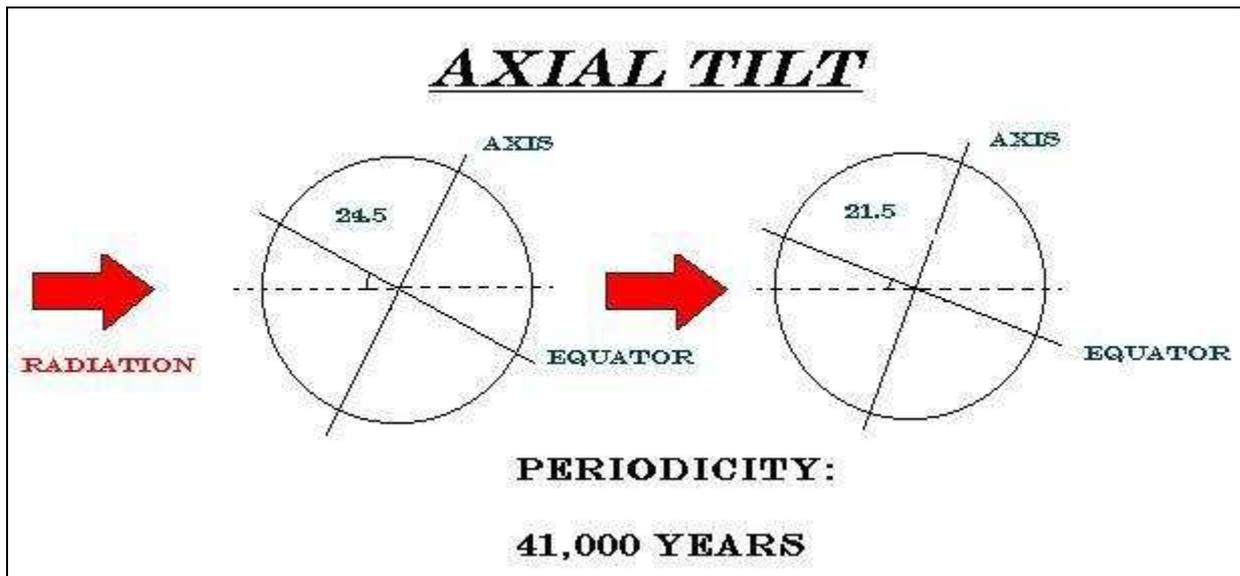
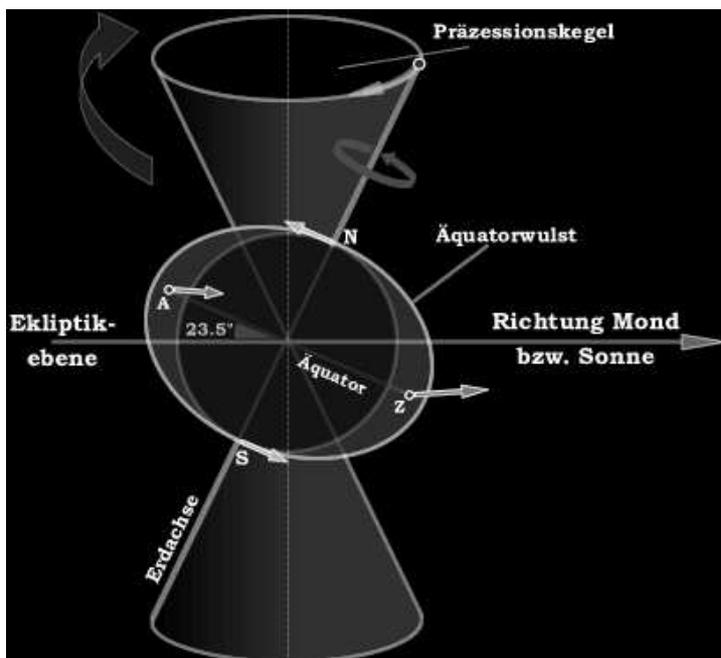


Abb. 3: Schiefe der Ekliptik

### Präzession

Da die Erde keine Kugel ist, sondern ein Rotationsellipsoid, ist der Äquatordurchmesser um



ca. 43 km größer als der Poldurchmesser. Mond und Sonne wirken mit ihrer Anziehungskraft auf diesen Äquatorwulst der Erde. Diese Kraft ist im zugewandten Punkt Z etwas größer (da näher) als im abgewandten Punkt A. In der Summe ergibt sich ein Drehmoment, welches versucht, die Erdachse aufzurichten und damit die Ekliptikschiefe zu verkleinern (grüne Pfeile in N und S). Gemäß den Kreisgesetzen weicht die

Abb.4: Präzession

Erdachse senkrecht aus und beschreibt einen Kegelmantel. Ein voller Umlauf der Erdachse dauert ca. 23,000 Jahre (greier-greiner.at.). Klimatisch würde das bedeuten, dass in ca. 11,000 Jahren auf der nördliche Hemisphäre im Aphel, also an dem Punkt an dem die Erde der Sonne am weitesten entfernt ist, Winter herrschen würde. (homepage.montana.edu.)

### Das Baikal Drilling Projekt

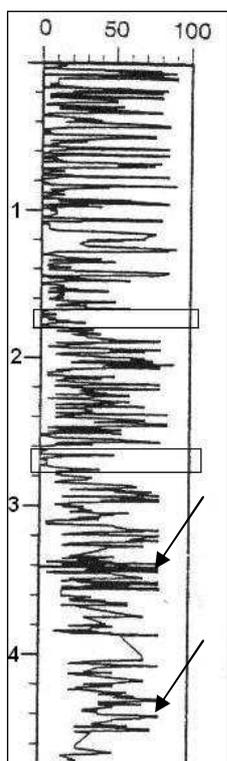
Das Baikal Drilling Projekt ist eine internationale Bemühung der USA, Deutschland, Russland und Japan, aus Bohrkernen des Baikalsees, neue Erkenntnisse über die globale Klimaveränderung und die tektonische Entwicklung des späten Neogens in der Baikalregion zu gewinnen. Gegründet wurde das Projekt 1989 durch russische und amerikanische Wissenschaftler. Im Januar 1993 gelang es im südlichen Teil des Baikalsees aus 354 m Tiefe, 2 Bohrkern von über 100 m Länge zu bohren (geol.sc.edu). Weitere Bohrungen unternahm man 1996, 1997, 1998 und 1999 (icdp-online.de).

Das kontinentale Klima und die noch nie vergletscherte Region des Baikalsees, macht die paläoklimatische Forschung hier besonders wichtig. Die dicken Sedimentschichten des Sees liefern eine einmalige Möglichkeit der Erforschung von Klimaveränderung in hohen Breiten isoliert von marinen Einflüssen (geol.sc.edu).

### BDP-96

Anfang 1996 borgen russische Wissenschaftler einen 200 m tiefen (BDP-96 1) und einen 100 m tiefen Bohrkern (BDP-96 2) aus dem Zentrum des Baikalsees (D.F. WILLIAMS et al. 1997). Der Academician ridge erwies sich durch seine topographisch isolierte Lage und der geringen Beeinflussung durch fluviale Strömungen, als besonders geeigneter Ort der Probenentnahme (K. KASHIWAYA et. al. 2001).

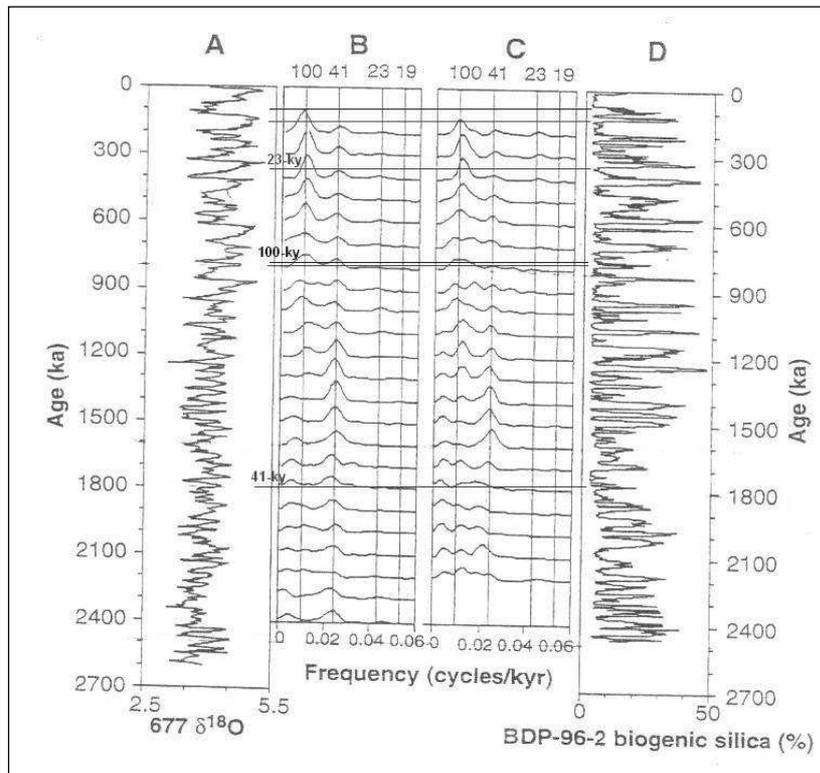
Der Bohrkern BDP-96 1 beinhalten die letzten vergangenen 5 Ma. Anhand von diatomarmen und diatomreichen Sedimentschichten des Bohrkerns, konnten Rückschlüsse auf Klimaveränderungen in der Baikalregion gezogen werden. Ein genereller Abkühlungstrend der nördlichen Hemisphäre lässt sich aus dem Bohrkern erkennen. Akzentuiert wird dieser Trend durch zwei starke Abkühlungstrends zwischen 1,8-1,6 Ma und 2,8-2,6 Ma. (Abb. 5). Die Abkühlung vor 1,8-1,6 Ma stimmt mit der



stratigraphischen Abgrenzung der Plio-Pleistozängrenze überein. Zwischen 2,5-1,8 Ma, ist ein zwischenzeitlicher Temperaturanstieg zu erkennen.

Abb. 5: BDP-96 1

Die Vergletscherung der nördlichen Hemisphäre stieg nach der Plio-Plleistozän Grenze weiter



an. Mittels einer Spektralanalyse verglich man die Periodizität des Bohrkerns BDP-96 2 mit einer marinen Aufzeichnung eines Ocean Drilling Programs (ODP). Beide Proben zeigen einen ähnlichen Ablauf. Die Aufzeichnung des BDP-96 2 zeigen, dass die Frequenz der Schiefe der Ekliptik (41-ky) zwischen 1,8 Ma und 0,8 Ma auftritt. Die Frequenz der

Abb. 6: Sauerstoff Isotopen Aufzeichnung aus ODP und BDP

Exzentrizität (100-ky) steigt innerhalb der 0,8 Ma an. Die Frequenz der Präzession (23-ky) tritt erst innerhalb der letzten 400,000 Jahre auf (Abb. 6). Modellierungen von Energiebilanzen in der Baikalsee deuteten aber an, dass die Präzession den größten Einfluss auf Glaziale-Interglaziale Temperaturwechsel hat und somit wesentlich stärker im 23-ky Band auftreten müsste.

Vergleiche zwischen BDP-96 2 und modellierten Sommertemperaturen zeigen, dass die Produktivität des biogenen Siliziums nicht linear zu den Sommertemperaturen verläuft (Abb. 7 E und F). Da Saisonale Temperaturwechsel über Land als eine schnelle Reaktion des Klimasystems charakterisiert werden und die Produktion von biogenen Silizium schnell auf Temperaturänderungen reagiert, vermutete man anfänglich eine Korrelation zwischen dem biogenen Silizium und dem Einfluss der Präzession. Solche Unterschiede zwischen modellierten und beobachteten geologischen Reaktionen sind auf Rückkopplungen in dem

ozean-atmosphären-cryosphären System oder begrenzte Modellierungsmöglichkeiten

zurückzuführen (D.F. WILLIAMS et al. 1997).

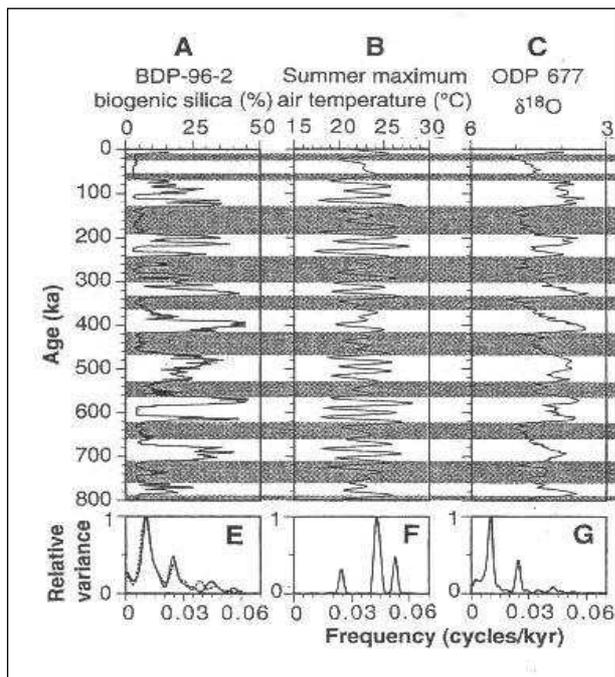


Abb. 7: Vergleiche von den Baikäl paläoklimatischen Aufzeichnungen (BDP-96 2) der letzten 800 ky (A), mit modellierten Sommertemperaturaufzeichnungen für Sibirien (B) und den  $\delta^{18}\text{O}$  Aufzeichnungen des ODP. (E-G) Power spectralgrams der Zeitserien der vergangenen 800 ky, entsprechend den Abbildungen A-C.

Da aber die Produktivität des biogenen Siliziums im Baikalsee unabhängig von Eisschildgrößen, Wechsel in der Zirkulation der Ozeane oder der  $\text{CO}_2$ -Konzentration ist und die Wärmekapazität des Baikalsees nicht groß genug ist, um den geringen Effekt der saisonalen Präzession zu erklären, versucht man Teile der 100-ky Modulation durch Albedoeffekte zu erklären. Glaziale-interglaziale Albedowechsel werden Aufgrund großflächiger Vegetationswechsel angenommen. Als Beispiel wird Steppenvegetation in Interglazialzeiten ersetzt durch Borealwälder (D.F. WILLIAMS et al. 1997).

#### Schriftenverzeichnis

D.F. WILLIAMS et al. (1997): *Science* Vol 28

K. KASHIWAYA et. al. (2001): *Nature* Vol 410

[http://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch\\_cycles](http://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles)

[http://de.wikipedia.org/wiki/Neogen#Neudefinition\\_des\\_Quart.C3.A4rs](http://de.wikipedia.org/wiki/Neogen#Neudefinition_des_Quart.C3.A4rs)

[http://exzentrizitaet\\_mathematik.know-library.net/](http://exzentrizitaet_mathematik.know-library.net/)

[http://www.gd.nrw.de/zip/rep06\\_1.pdf](http://www.gd.nrw.de/zip/rep06_1.pdf)

<http://www.geol.sc.edu/sil/bdp.htm>

<http://www.greier-greiner.at/hc/praezession.htm>

<http://www.homepage.montana.edu/~geol445/hyperglac/time1/milankov.htm>

<http://www.icdp-online.de/news/publications/icdpnews1.pdf>

#### Abbildungsverzeichnis

Abb. 2+3: <http://www.homepage.montana.edu/~geol445/hyperglac/time1/milankov.htm>

Abb. 4: <http://www.greier-greiner.at/hc/praezession.htm>

Abb. 5-7: D.F. WILLIAMS et al. (1997): *Science* Vol 28