

Barbara-Gespräche Payerbach 1998	Band 5	"Abfallentsorgung aus erdwissenschaftlicher Sicht" "Klima - Entwicklung"	Seite 233 - 240	Payerbach 2001
-------------------------------------	--------	---	-----------------	-------------------

# BARBARA-GESPRÄCHE

## Payerbach 1998

Maare und Eiskerne als Zeugen des Klimawandels

Jörg F. W. NEGENDANK



Payerbach,  
17. September 1998

**Anmerkung der Redaktion:**

Da das Originalmanuskript der Langfassung zum Zeitpunkt der Drucklegung nicht vorgelegen ist, findet hier die beim Vortrag aufgelegte Kurzfassung Verwendung.

*Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Geol. Jörg F. W. NEGENDANK*

*GeoForschungsZentrum Potsdam*

*Aufgabenbereich 3 "Struktur und Evolution der Lithosphäre"*

*Telegrafenberg*

*14473 Potsdam*

*&*

*Universität Potsdam*

*Institut für Geowissenschaften*

*Postfach 60 15 53*

*14415 Potsdam*

# Maare und Eiskerne als Zeugen des Klimawandels

Jörg F. W. NEGENDANK

*Kurzfassung*

Unter Klima wird das Integral der Wettererscheinungen über einen Zeitraum von ca. 30 Jahren bis zu einem Monat verstanden, das den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche charakterisiert.

Will man also Klima und Klimavariabilitäten verstehen, so muß man verlässliche Zeitachsen entwickeln, auf denen man die Änderungen des Klimas nach Dauer und Intensität gliedert. Klimabeobachtungen der ca. letzten 150 Jahre können dabei auf physikalische Meßgrößen zurückgreifen, während für längere Zeiträume nur geo-biowissenschaftliche Archive in Frage kommen, die uns Näherungswerte, sog. Proxies, liefern.

Daran werden Periodenlänge und Amplitude von Klimawechseln – des Klimawandels – dokumentiert. Den einzelnen indirekten Meßwerten werden über z. T. komplexe Transfergleichungen physikalische und chemische Kenngrößen des Klimas zugeordnet, Verfahren, die allerdings – vor allem auf dem Festland – erheblich weiterzuentwickeln sind und die sowohl im Ozean, auf dem Festland (Seesedimente) und in Eiskernen eines enormen Arbeitsaufwandes von verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen bedürfen.

Maarseesedimente und Eiskerne mit jährlicher und sogar jahreszeitlicher Auflösung stellen dabei zwei wichtige Archive dar, enthalten sie doch auf Kalenderskalenbasis unterschiedliche Klimainformationen wie u. a. die ehemalige Zusammensetzung der Atmosphäre bzw. abgeleitete Klimazustandsgrößen über biologische (Diatomeen, Pollen etc.) und geochemische etc. Parameter.

Für die Nutzung beider Archive zum Studium des Klimawandels gilt als Grundvoraussetzung,

daß jedem Archiv eine absolute Zeitskala zugrunde liegt und daß die Zeitgleichheit beider Archive gewährleistet ist.

Folgende Voraussetzungen müssen für eine Klimarekonstruktion erfüllt sein:

- Synthetische, absolute Zeitskala für alle Archive,
- Erstellung eines Multiparameternetzwerkes für jede Lokalität,
- Ableitung von Klimazustandsgrößen (Temperatur, Niederschlag, Zusammensetzung der Atmosphäre etc.) aus Multiparameternetzwerk,
- Variabilitäten der Parameter und Proxies,
- Modellierung des Klimas auf Jahresbasis.

Aus dem Vergleich der Rekonstruktionen des Klimawandels, der sich in den Maarsedimenten und Eiskernen ablesen läßt, ist auf lokale, regionale und globale Klimateinflüsse rückzuschließen. Hierbei hat sich gezeigt, daß die in den Warvendicken (Jahreslagen) zu beobachtenden Periodizitäten von 11, 22, 88, 208 und 491 Jahren sich in den Eiskernen in Form der  $^{14}\text{C}$ - und  $^{10}\text{Be}$ -Werte widerspiegeln und auf solare Einflüsse deuten. Die Hochauflösung beider Archive erlaubt zugleich die zeitliche Einengung von Klimatrends, -fluktuationen, -oszillationen und -schwankungen. So ist u. a. der Umschwung in die Jüngere Dryas in Mitteleuropa - einem Klimawechsel zu tundraischer Vegetation nach der ersten Erwärmung im Spätglazial - innerhalb von nur 25 – 30 Jahren – also innerhalb einer Generation - abgelaufen. Die Dauer dieses Kälterückschlages ist zugleich mit 1070 Jahren (Eifelmaare) in Mitteleuropa zu bestimmen.

Das Verhalten des 11,03 Jahre dauernden solaren Zyklus (Schwabe-Zyklus) in Holzmaarsedimenten (Eifel) zeigt einen charakteristischen Phasensprung einer halben Zykluslänge bei 9650 cal. BP, was im GISP 2- Kern in  $^{18}\text{O}$ -Werten zwischen 9700 und 9600 cal. BP

beobachtet werden kann. Das zeigt eine gute Übereinstimmung beider Jahreschronologien.

Diese Ergebnisse sind zugleich Basis für die Beurteilung anthropogener Einflüsse vor dem Hintergrund natürlicher Klimavariationen in den letzten 10.000 – 15.000 Jahren.

## DISKUSSION

## Maare und Eiskerne als Zeugen des Klimawandels

KALLENBACH: Es ist imponierend zu sehen, mit welchem Aufwand Sie in der Lage sind, ihre Datenträger zu enträtseln. Sie haben sehr gut dokumentiert, welche Probleme damit verbunden sind, aber auch welche Aussagekraft in diesen Daten liegt.

KERN: Meine erste Frage betrifft das Atlantikum, das ja eine wesentlich längere Zeitdauer gehabt als die "kleine Eiszeit". Inwiefern gibt es auch andere Ursachen, die mitspielen könnten, inwieweit sieht es mit erhöhten Spreading-Raten über den CO<sub>2</sub>-Eintrag aus, also eine Übersättigung der Meere, und inwiefern gibt es da von der Nordhalbkugel zur Südhalbkugel große regionale Unterschiede, oder ist es sehr global ausgeprägt?

Meine zweite Frage. Haben Sie schon Erkenntnisse über die im August vorgenommene dritte Bohrung? Die war ja notwendig, weil Amerikaner und Dänen zu verschiedenen Ergebnissen an der Basis gelangt sind. Ist das schon ausgewertet?

NEGENDANK: Sie meinen auf das Ehm bezogen. Soviel ich weiß, sind sie dabei, aber was herausgekommen ist, kann ich nicht sagen, da bin ich nicht informiert, ich habe auch Herrn WIEDER (?) ...*unverständlich*... nicht mehr getroffen.

Der untere Teil ist jedenfalls nicht korrelierbar, deshalb die neue Bohrung. Klar ist jedenfalls, daß man mit dem unteren Teil sehr vorsichtig umgehen muß, die starken Schwankungen, die man hier interpretiert hat, scheinen nicht existent zu sein. Das war übrigens auch das Argument aller Kollegen, die auf dem Kontinent ...*unverständlich*... gearbeitet haben, denn so extreme Schwankungen hat man nicht gefunden.

KERN: Paßt der CO<sub>2</sub>-Eintrag im Atlantikum in die Sonnenfleckenzyklen hinein, kann man das in irgendeiner Weise herausfiltern?

NEGENDANK: Man muß sich auf dieser Grafik im Optimum des Holzäns eine endlose Zahl von ...*unverständlich*... -Zyklen (?) denken. Wir wissen also relativ genau über die ...*unverständlich*... Bescheid. Dann wird es in den höheren Bereichen schwierig, denn da kommt das hinzu, was der Herr GERCHÉ (?) hinzuholen müssen, der jetzt nämlich rechnen muß, was wir prophezeit haben, d.h. die Präzessionsunterschiede. Wir können daher über die Längen entsprechend Kalt- und Warmwasser bisher noch gar nichts sagen denn da fehlt die Kombination von entsprechenden Großperiodizitäten, die sich in Einzelperiodizitäten auflösen. Das ist das nächste, was wir zu machen haben.,

Ich muß das jetzt ganz kurz erläutern: Die Großforschungseinrichtung nennt sich jetzt Helmutszentren (?), ...*unverständlich*... da sind fünf Archivgruppen und drei Modellierungsgruppen. Wir haben uns zusammengefunden um über die letzten 10000 Jahre Jahr für Jahr die Modelle Echern 3 und 4 zu nutzen und um mit Modellierungssystemen festzustellen, woher kommen die Variabilitäten und wer ist eigentlich dafür verantwortlich. Und zwar ist Eis einbezogen, marine Profile, Seeprofile, Baumringprofile und alle anderen Parameter, Isotope etc. und vielleicht können wir Ihnen in drei Jahren eine Antwort geben. Jetzt, muß ich ehrlich sagen, kann man zwar spekulieren, aber im Grunde ist es uns unklar.

AUGUSTIN: Welchen Wassergehalt haben die Bohrkerne aus den Maaren?

NEGENDANK: Im oberen Teil bis 30%, aber das geht hinunter, ich müßte nachsehen. Die Kompaktion haben Sie in den obersten 2m.

AUGUSTIN: Nur 2 Meter ?

NEGENDANK: Ja, über 2m eine normale Kompaktion, im Grunde entsprechend der Feuchtigkeitsrate, und das geht bis etwa 60m und dann kommt eine weitere Kompaktion.

AUGUSTIN: Und wurde mit diesem eingeschlossenen Wasser etwas zu tun versucht?

NEGENDANK: Ja, wir haben Porenwasserstudien an der Sediment/Wasser-Grenze gemacht. Wir stechen Dialysezellen 1-2m tief und lassen sie drin, zum Teil ein ganzes Jahr, mit Computer etc., und schauen uns die entsprechenden Porenwasserströme an. Das haben wir also entsprechend gemacht, aber nicht in tieferen Bereichen. Die Porenwässer ab 2m Tiefe haben wir bisher nur in einer Form untersucht, nämlich auf Bleisotope, weil wir ja römisches Blei finden, und das haben wir in bestimmten Lagen identifiziert. Diese Spuren römischer Besiedlung finden wir sehr schön in ganz Europa. Da können wir mit dem Isotopenmuster zeigen, daß das Blei nicht von weit her ist, sondern es ist in der Eifel gewonnen worden.

AUGUSTIN: Wird damit bewiesen, daß dieses Porenwasser eigentlich nicht austauschbar ist, es bleibt ziemlich lange stehen.

NEGENDANK: Im unteren Bereich ja, aber im oberen Bereich ist einwandfrei ein Austausch auch mit Phosphatverlagerung unten nach oben, und wenn der See flach ist und die Temperatur wechseln kann, dann gibt es ganz klare Sulfatreduktion, Oxidation und so weiter, da gibt es sehr komplexe Vorgänge. Wenn ein See 3-4 m tief ist und sich im Jahr erwärmt, haben wir ganz extreme Profile, da müßte ich Ihnen die Arbeit von Herrn SCHEDLER (?) schicken, der das über mehrere Jahre bearbeitet hat.

AUGUSTIN: Wir haben Erfahrung mit wesentlich jüngeren Ablagerungen in einem Staudamm bei Aschach, da kam es zur Sedimentablagerung bis 20m in dreißig Jahren. Wir haben ebenfalls gestochen und das Porenwasser untersucht, Dr. Rank könnte darüber mehr sagen. In diesen 30 Jahren gab es jedenfalls keinen Austausch.

NEGENDANK: Das ist ganz interessant. Wir haben eine Phosphatverlagerung im oberen Teil, aber nicht im tiefen Teil. Man kann natürlich auch Rückschlüsse ziehen daraus, sie sehen ja, unsere Warven haben sich - man sieht es an der Algenblüte - nicht geändert, aber in der Herbstlage kommt dann Vivianit, und der kommt oft diagenetisch, und da ist der Punkt, wo wir die Phosphatverlagerung haben entsprechend entweder an die Sedimentoberfläche oder in die untere Warve.

PREISINGER: Sie sagten, Sie konnten in den süditalienischen Maaren Vulkanausbrüche feststellen; können sie da auch konkret Vulkanausbrüche wie z.B. den auf Santorin vor 3500 Jahren zuordnen ?

NEGENDANK: Wir können die italienische Profile mittlerweile sehr gut zuordnen, da gibt es eine Doktorarbeit, die diesen Sachen sehr genau nachgegangen ist. Ob der Santorin dabei ist, suchen wir gerade..

RIEHL-H.: In Grönland ist er nachgewiesen.

PREISINGER: Da gibt es aber eine Streitfrage. Die Ägyptologen sagen, daß die Datierung von Grönland um 150 Jahre falsch ist.

NEGENDANK: Da sollte man immer die Leute zuziehen, die sich da auskennen, weil das ja doch ein sehr kompliziertes Feld ist.

PREISINGER: Meine Frage ist, ob Sie es eindeutig hier zuordnen können. Mit Elektronen (?) kann man natürlich keine eindeutige Zuordnung treffen. Man kann zwar sagen ...*unverständlich*... aber man kann nicht sagen, ob es vom ...*unverständlich*... oder aus dem Mittelmeerraum gekommen ist..

NEGENDANK: Zum Beispiel die blauen Positionen am Diagramm, Mercato, Avellino, Palleno usw., die können wir zuordnen, das sind Ausbrüche. Wir sind gerade mit italienischen Kollegen dabei einzelne Ausbrüche aus allen Vulkanfeldern mehr oder weniger zu identifizieren. Hier sind beispielsweise alle Ausbrüche über die letzten 30.000 Jahre, die aus dem Vesuv kommen.

PREISINGER: Meine zweite Frage ist, daß kurzzeitige Klimaschwankungen um 10 ...*unverständlich*... Natürlich ist nach der Eiszeit der Meeresspiegel stark gestiegen, aber

nicht kontinuierlich, sondern zwischen 11.000 und 9.000 Jahren höchstens um 10-12m gestiegen, aber zwischen 9000 und 8000 ist er innerhalb einer kurzen Zeitspanne um 80m gestiegen, im ganzen Mittelmeerraum und auch im Atlantik. Hat man da irgendeine Zuordnung und Erklärung, warum ein Temperaturanstieg und ein Abschmelzen des Eises in so einer kurzen Zeitspanne erfolgt ist, gerade in diesem Zeitraum, denn die Eiszeit war ja schon vorher zu Ende.

NEGENDANK: Der Bereich beinhaltet den jüngeren Dryas, da bezieht es sich ja nach dem Modell von Brügge darauf, daß es einen entsprechenden Süßwassereinbruch durch das Abschmelzen des Nordmeeres gegeben hat. Das ist die jüngere Dryas zwischen 12.600 und 11.000 und da haben wir die relativ schnellen Wechsel, wobei ja unklar ist, ob diese jüngere Dryas auf der ganzen Erde zu finden ist. Auf der Nordhalbkugel ist sie ja mehr oder weniger belegt, aber ich muß dazu sagen, manchmal sieht man die Zeitzuordnung nicht richtig. Man identifiziert ja die jüngere Dryas jetzt indirekt und nicht direkt. Die andere Frage ist jetzt die des großen Abschmelzens, da müßte ich Herrn HAY fragen, der ja auch gezeigt hat, bei 65° entsprechend, wo wir die Eisausdehnung haben, und dann entsprechend das Abschmelzen. Dazu können wir faktisch gar nichts sagen.

KALLENBACH: Gibt es da nicht auch ein Problem, was den organischen Inhalt angeht? Wenn wir eine Klimaänderung haben, bedeutet das ja, daß die organische Sache jetzt langsam nachzieht. Haben wir nicht sozusagen eine Differenz in der Beobachtung bei Ihren Kernen gegenüber der tatsächlichen Klimaentwicklung?

NEGENDANK: Das ist eine schwierige Frage, die wir immer wieder gestellt bekommen und auch immer wieder versuchen anzugehen. Es ist erstaunlich, aber es geht relativ schnell. Am schnellsten kommen die Käfer, und dann geht es auch mit der Vegetation relativ schnell. In unseren Seen sind ja sowieso Algenblüten, die sind da. Wenn sie Bäume nehmen, da haben sie natürlich eine große Streuung.

KALLENBACH: Das heißt, das muß man immer berücksichtigen, ob man unterschiedliche Informationen aus Pollen bekommt.

NEGENDANK: Nun ist immer die Frage, wenn man Pollen nimmt, wie weit ist der Flug. Dann ist noch eine andere Frage: sind es lichte Bestände oder nicht? Da müßte man die Vegetationsdynamik berücksichtigen

KERN: Zu den Meeresspiegelschwankungen müßte man den Sibirischen Eisstausee bzw. ähnliche Ereignisse wie Snake River, Utah heranziehen, bei denen jede Menge Süßwasser ins Meer gekommen ist, und da wird es natürlich zu lokalen Klimaveränderungen und so weiter gekommen sein. Man weiß ja auch, daß beispielsweise schon große Eisplatten den Golfstrom sperren können oder durch ihre Reflexion Einfluß auf das regionale Klima nehmen, dann erst recht solche Ereignisse

RIEHL-H.: Bleiben Sie mit Ihrer Chronologie nur in den obersten Teilen und wieweit haben Sie die Profile in Messel in ihre Überlegungen einbezogen.

NEGENDANK: Wir können heute 70 m erbohren und wir sind gerade dabei ein Gerät für weitere Tiefen zu entwickeln. Das ist ein technisches Problem, es gibt niemanden auf der Welt, der das richtig stechen kann. Es wird zwar von einem Seilkernverfahren behauptet, damit könnte man stechen und dann rotieren, aber der Kern innen drin dreht sich trotzdem. Deshalb hängen wir dato in den oberen Längen fest, das Gerät gibt es einfach noch nicht.

Jetzt zu Messel: das ist Eozän: Da haben wir ein Maar in der Eifel entdeckt, das fast schöner ist als Messel und auch ein berühmter Fundpunkt geworden ist, denn sie haben dort Affen, Primaten, was bisher in Messel nicht der Fall war. Wir suchen dort Periodizitäten. In den Folgen von Eckfeld haben wir Periodizitäten von 5,5 Jahren. Was das bedeutet, wissen wir nicht, aber wir haben eine jährliche Sedimentation, das können wir sehr schön zeigen, und entsprechend im Eozän die Profile. Wir haben dort ganz neue Bohrungen, und wollen das noch ganz speziell untersuchen, allerdings mit dem technischen Problem, daß bei den Kernen nur ein Stück von 3m für unsere Zwecke wirklich verwertbar ist.

In Maaren Erdgeschichte zu machen seit dem Tertiär, das geht, es müssen nur hunderte von Personen sein, die mitmachen. Uns hat natürlich interessiert, weil in unserem Areal im Eozän tropisches Klima herrschte, und ob da noch eine jährliche Schwankung oder ein solares Signal darin ist, und es scheint so zu sein. So ähnlich ist es übrigens in tropischen Seen, wir haben da in China gebohrt, da haben wir ähnliche Ergebnisse.

**KERN:** Das Tote Meer wurde erwähnt. Wie weit reicht das Tote Meer zurück, wie weit haben Sie gebohrt ?

**NEGENDANK:** Im Toten Meer haben israelische Kollegen von 20 - 70.000 Jahren eine jährliche Abfolge erbohrt. Wir haben zum erstenmal im Zentrum des Toten Meeres mit

einem Spezialgerät gebohrt, mit dem wir Salzlagen durchschlagen. Wir haben einen Kern von 3,65m geborgen. Darin finden wir einen Wechsel von Salzen und jahresgeschichtlichen ...*unverständlich*... Evaporiten, jeweils klastische Lagen, Aragonit, Gips, wir haben das genau untersucht und Periodizitäten 11, 22, 88, 210 Jahre, bestimmt.

Nachdem der Seespiegel jährlich um 80cm sinkt, haben wir jetzt am Fuße, an der Westseite des Toten Meeres mit israelischen Kollegen nach unserem System bis zu 30m gestochen. In der jungen Dryas ist eine Salzlage mit dem ganzen Profil und das haben wir in Jahresschichten. Also zeigt auch ein arides Profil dieselben Informationen wie ein europäisches.

### ***Diskussionsbeiträge von:***

*Dr. K. AUGUSTIN*  
*OPFZ Arsenal*  
*Bereich Umwelt*  
*Faradaygasse*  
*A - 1030 Wien*

*Univ.Prof. Dr. H. KALLENBACH*  
*Am Sandwerder 42a*  
*D - 14109 Berlin*

*Dr. Armin KERN*  
*Freudenberg 9*  
*A - 9064 Pischeldorf*

*Univ.Prof. Dir. Dr. Dipl.Geol.*  
*Jörg F. W. NEGENDANK*  
*GeoForschungszentrum Potsdam*  
*Telegrafenberg*  
*14473 Potsdam*  
*&*  
*Universität Potsdam*  
*Institut für Geowissenschaften*  
*Postfach 60 15 53*  
*14415 Potsdam*

*Univ.Prof. Dr. A. PREISINGER*  
*TU Wien*  
*Karlsplatz 13*  
*A - 1040 Wien*

*Dr. Georg RIEHL - H*  
*Hauptstraße 70*  
*A - 2801 Katzelsdorf*